

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



***OPTIMAL POWER FLOW*
MENGUNAKAN METODE *FUZZY SET*
PADA SUB-SISTEM 150 kV REGION IV PT. PLN P3B**

SKRIPSI

Disusun oleh;
JOKO WAHYUDIANTO
NIM : 00.12.021

MARET 2007

1

1991 3001

1991 3001
1991 3001
1991 3001

1991 3001

1991 3001 1991 3001 1991 3001 1991 3001
1991 3001 1991 3001 1991 3001 1991 3001
1991 3001 1991 3001 1991 3001 1991 3001

1991 3001 1991 3001 1991 3001
1991 3001 1991 3001 1991 3001
1991 3001 1991 3001 1991 3001
1991 3001 1991 3001 1991 3001

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMAL POWER FLOW
MENGUNAKAN METODE FUZZY SET
PADA SUB-SISTEM 150 kV REGION IV PT. PLN P3B**

SKRIPSI

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

**Disusun Oleh :
JOKO WAHYUDIANTO
NIM. 00.12.021**



**Mengetahui,
Kepala Jurusan Teknik Elektro**

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

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

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

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

ABSTRAKSI

OPTIMAL POWER FLOW MENGUNAKAN METODE FUZZY SET PADA SUB-SISTEM 150 kV REGION IV PT. PLN P3B

**(JokoWahyudianto, Nim 00.12.021, Teknik Elektro S-1/ Teknik Energi Listrik)
(Dosen Pembimbing: Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT.)**

Kata Kunci: *Optimal Power Flow, Fuzzy Set.*

Kebutuhan daya listrik yang selalu berubah dari waktu ke waktu, menimbulkan suatu persoalan yaitu bagaimana mengoperasikan suatu sistem tenaga listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan daya pada setiap saat, dengan kualitas yang baik dan harga yang murah. Oleh karena itu 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 pada suatu operasi pada beban tertentu, perhitungan ekonomis harus tetap merupakan suatu prioritas atau nilai yang harus diperhitungkan di samping hal-hal lain.

Karya ini membahas masalah *Optimal Power Flow* dengan menggunakan metode *Fuzzy Set*. Hasil dari analisa tersebut nantinya dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam operasi pembangkitan dan penyaluran daya yang ekonomis dan optimal, terutama mengenai biaya pembangkitan. Input dari program ini adalah biaya bahan bakar, data saluran serta data pembebanan sedangkan hasil akhir dari program ini yaitu hasil perhitungan aliran daya, tegangan dan sudut fasa tiap-tiap bus serta biaya pembangkitan yang paling optimal.

Analisa dilakukan dengan bantuan program komputer dan telah berhasil dicoba pada sub-sistem 150 kV Region IV Jawa Timur yang terdiri dari 72 bus dan 86 saluran transmisi, dimana telah berhasil dilakukan penghematan biaya pembangkitan sebesar Rp 1.644.110,166 atau terjadi optimasi sebesar 38,2%.

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 Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT, selaku Dosen pembimbing.
5. Bapak Choirul Anam, selaku Manager PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur Dan Bali.
6. Orang tuaku, yang selalu memberikan do'a, kasih sayang dan dukungan hingga terselesaikannya skripsi ini.

7. 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 2007

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.7. Kontribusi Penelitian.....	3

BAB II SISTEM TENAGA LISTRIK, OPERASI EKONOMIS DAN KARAKTERISTIK UNIT PEMBANGKIT

2.1. Sistem Tenaga Listrik	4
2.2. Karakteristik Unit Pembangkit.....	7
2.2.1. Karakteristik <i>Input-Output</i>	7
2.2.2. Karakteristik <i>Heat-Rate</i>	9

2.2.3. Karakteristik <i>Incremental Heat-Rate</i> dan <i>Incremental Fuel Cost</i>	10
2.3. <i>Economic Dispatch</i>	11
2.3.1. <i>Economic Dispatch</i> Dengan Mengabaikan Rugi – Rugi Transmisi	11
2.3.2. <i>Economic Dispatch</i> Dengan Memperhitungkan Rugi – Rugi Transmisi.....	14
2.4. Fungsi Biaya Bahan Bakar.....	15
2.5. Sistem Jaringan Transmisi	16
2.5.1. Saluran Transmisi Pendek.....	17
2.5.2. Saluran Transmisi Menengah.....	18
2.5.3. Saluran Transmisi Panjang.....	19
2.6. Sistem Per- Unit.....	20

BAB III OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE

FUZZY SET

3.1. Konsep Aliran Daya.....	22
3.1.1. Metode Newton Rhapson.....	23
3.2. <i>Optimal Power Flow</i>	25
3.3. Metode <i>Fuzzy Set</i>	26
3.3.1. Konsep Dasar <i>Fuzzy</i>	26
3.3.2. Prosedur <i>Fuzzy Set</i>	27
3.3.3. Solusi Pendekatan.....	31
3.3.4. Implementasi Keluaran.....	33

3.4. Solusi <i>Fuzzy Set</i> Pada <i>Optimal Power Flow</i>	33
3.5. Algoritma Program	36
3.5.1 Flowchart Program OPF Menggunakan Metode <i>Fuzzy Set</i>	37
3.5.2 Flowchart Aliran Daya Newton Rhapson.....	39

BAB IV HASIL DAN ANALISA HASIL

4.1. Program Komputer <i>Optimal Power Flow</i> Menggunakan Metode <i>Fuzzy Set</i>	41
4.2. Validasi Program Menggunakan Data Sistem IEEE 30-Bus	41
4.2.1. Data Sistem IEEE 30-Bus.....	41
4.2.1. Data Perhitungan Validasi Sistem IEEE 30-Bus Menggunakan Metode <i>Fuzzy Set</i>	43
4.3. Data Sistem Jawa Timur	44
4.3.1. Data Pembangkitan Termis Pada Sistem Jawa Timur	44
4.3.2. Data Pembebanan Sub-Sistem 150 KV Jawa Timur	45
4.3.3. Hasil Perhitungan Biaya Operasi Pada Pembangkitan Termal Sub-Sistem 150 kV Region IV Jawa Timur Menggunakan <i>Fuzzy Set</i>	52
4.3.4. Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum Dan Sesudah Optimasi Dengan OPF Menggunakan Metode <i>Fuzzy Set</i>	65
4.3.4.1. Perbandingan Tingkat Optimum Biaya Pembangkitan	65

4.3.4.1. Perbandingan Tingkat Optimum Biaya Pembangkitan	66
4.3.4.1. Perbandingan Tingkat Rugi Daya Pada Saluran	68

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	69
5.2. Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Unit Boiler-Turbin-Generator	8
Gambar 2-2	Kurva Karakteristik <i>Input-Output</i> Pembangkit Thermal	9
Gambar 2-3	Kurva Karakteristik <i>Heat-Rate</i> Unit Pembangkit	9
Gambar 2-4	Kurva Karakteristik <i>Incremental Heat-Rate / Fuel Cost</i>	11
Gambar 2-5	N Unit Pembangkit Thermal Melayani Beban P_R	12
Gambar 2-6	N Buah Pembangkit Thermal Melayani Beban P_R Melalui Saluran Transmisi	15
Gambar 2-7	Rangkaian Setara Saluran Transmisi	16
Gambar 2-8	Rangkaian Setara Saluran Transmisi Pendek.....	17
Gambar 2-9	Rangkaian Setara Saluran Transmisi Menengah	18
Gambar 2-10	Rangkaian Setara Saluran Transmisi Panjang	19
Gambar 3-1	Flowchart Program Optimal Power Flow Menggunakan Metode <i>Fuzzy Set</i>	38
Gambar 3-2	Flowchart Perhitungan Aliran Daya Metode Newton Raphson.....	40
Gambar 4-1	Tampilan Utama Program.....	52
Gambar 4-2	Tampilan Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan dan Daya Setiap Bus Sebelum Optimasi	53
Gambar 4-3	Tampilan Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan dan Daya Setiap Bus Setelah Optimasi.....	54
Gambar 4-4	Tampilan Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Setelah Optimasi	54

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1	Data Generator dan Konstanta Biaya IEEE 30-Bus	41
Tabel 4-2	Data Bus IEEE 30- Bus.....	41
Tabel 4-3	Data Saluran Impedansi IEEE 30- Bus	42
Tabel 4-4	Perbandingan Nilai Tegangan dan Keluaran Daya Aktif Antara Hasil Program Dengan Hasil Referensi	43
Tabel 4-5	Parameter Unit Pembangkit Thermal.....	44
Tabel 4-6	Persamaan Biaya Pembangkitan	45
Tabel 4-7	Penomoran Bus Sub Sistem 150 kV Region IV Jawa Timur	45
Tabel 4-8	Data Pembangkitan dan Pembebanan Sub Sistem 150 kV Region IV Jawa Timur.....	47
Tabel 4-9	Data Saluran Transmisi Sub Sistem 150 kV Region IV Jawa Timur.....	49
Tabel 4-10	Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan Pada Setiap Sebelum Optimasi.....	55
Tabel 4-11	Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Optimasi.....	57
Tabel 4-12	Total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Sebelum Optimasi	59
Tabel 4-13	Hasil Perhitungan Daya yang Dibangkitkan dan Biaya Operasi Sebelum Optimasi.....	59
Tabel 4-14	Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan Setelah Optimasi.....	60

Tabel 4-15	Hasil Perhitungan Aliran Daya antar Saluran Setelah Optimasi.....	62
Tabel 4-16	Total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Setelah Optimasi.....	64
Tabel 4-17	Hasil Perhitungan Daya yang Dibangkitkan dan Biaya Operasi Setelah Optimasi	64
Tabel 4-18	Perbandingan Tingkat Optimum Biaya Pembangkitan Sebelum dan Setelah Optimasi	65
Tabel 4-19	Perbandingan Tingkat Tegangan dan Sudut Tegangan pada Tiap Bus Sebelum dan Sesudah Optimasi	66
Tabel 4-20	Perbandingan Rugi-rugi Daya.....	68

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4-1	Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Sebelum Optimasi	59
Grafik 4-2	Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Setelah Optimasi.....	64
Grafik 4-3	Tingkat Optimum Biaya Pembangkitan	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Secara garis besar suatu sistem tenaga listrik bisa dibagi menjadi 3 bagian yaitu : sisi pembangkit tenaga listrik, jaringan transmisi dan beban. Untuk 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, tegangan bus sesuai dengan ratingnya 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 total yang se-optimum mungkin, dengan tetap memperhatikan batasan-batasan dalam sistem.

Dalam perencanaan suatu operasi yang optimum diperlukan pembagian pembebanan pada unit-unit pembangkit yang beroperasi sehingga daya yang dibangkitkan cukup memasok beban dan rugi – rugi transmisi yang terjadi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hal di atas disusun sebuah pokok permasalahan :

1. Bagaimana kemampuan perhitungan *load flow* awal (sebelum optimasi) dari metode *Newton Rhapson* sehingga menghasilkan total daya yang dibangkitkan, total pembebanan dan rugi-rugi yang dihasilkan.
2. Bagaimana kemampuan perhitungan *load flow* akhir dari metode *fuzzy set* dalam pemecahan masalah *Optimal Power Flow* (OPF).
3. Bagaimana hasil analisis biaya pembangkitan sebelum optimasi dan setelah optimasi serta besarnya selisih biaya pembangkitan sebelum optimasi maupun setelah optimasi.

1.3.Tujuan

Tujuan dari penelitian skripsi dengan menggunakan metode *Fuzzy Set* ini adalah untuk memecahkan masalah *Optimal Power Flow* (OPF). Dalam hal ini kriteria yang dibahas adalah pengaturan keluaran daya aktif pada suatu sistem tenaga listrik serta memperoleh biaya pembangkitan yang optimal dengan tetap memperhatikan batasan-batasan yang ada dalam sistem.

1.4.Batasan Masalah

Agar didapatkan sasaran pembahasan yang sesuai dengan judul penelitian ini, maka perlu diadakan pembatasan masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Analisa perhitungan pada pembangkit termal saja.
2. Tidak membahas biaya *start up* dan biaya *shut down*.
3. Tidak membahas masalah *spinning reserve*.

1.5. Metode Pemecahan Masalah

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

1. Studi Literatur

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

2. Pengumpulan Data

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.

3. Simulasi dan pembahasan masalah

Analisa perhitungan tegangan, sudut phasa tegangan, aliran daya pada tiap saluran serta biaya pembangkitan dengan menggunakan metode *Fuzzy Set* yang disimulasikan dengan komputer.

1.6. Kontribusi Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif 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 kualitas pelayanan daya listrik.

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 frekwensi dan tegangan sistem untuk berada pada harga normalnya karena adanya perubahan beban pada sistem. Dan seperti yang yang 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 dan siap bekerja pada hari itu.

Sebagai dasar pertimbangan untuk menentukan biaya produksi tenaga listrik yang dibutuhkan adalah dengan memperhatikan bahwa dalam keadaan beban minimum maka tenaga listrik yang dibutuhkan diberikan oleh unit pembangkit yang bekerja paling efisien pada keadaan tersebut. Pembangkit ini akan terus beroperasi atau dibebani sampai pada batas efisiensi maksimumnya tercapai dan apabila ternyata beban masih terus bertambah sedangkan unit pembangkit ini telah mencapai maksimumnya maka selanjutnya beban ditanggung oleh unit pembangkit yang lain yang belum mencapai efisiensi maksimumnya. Dengan dasar operasi yang demikian maka dapat dicapai keadaan operasi yang cukup ekonomis.

Akan tetapi semakin berkembangnya sistem itu sendiri maka diperlukan suatu perencanaan pembangkitan yang optimum dengan biaya operasi yang ekonomis dan harus memperhitungkan rugi-rugi yang terjadi pada saluran transmisi. Mengingat bahwa beban sistem adalah selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu maka perlu untuk membuat secara grafik perubahan beban terhadap waktu.

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 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 operasi dari sistem tersebut. Disamping karakteristik dari 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]

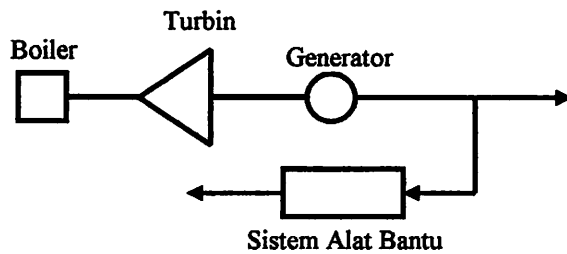
Hal yang paling mendasar dalam operasi ekonomis adalah dengan membuat karakteristik input-output dari unit pembangkit termal. Karena ini diperoleh dari desain perencanaan atau melalui tes pembangkit. Adapun definisi dari karakteristik input-output dari pembangkit itu sendiri adalah formula yang menyatakan 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.

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 (Mbtu/h)* atau dalam satuan yang lain (*Mkal/h*). Adapun dalam penelitian ini, perhitungan yang dilakukan adalah *Mkal/jam*. Selain itu input dari pembangkit dapat pula

dinyatakan dalam 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.



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

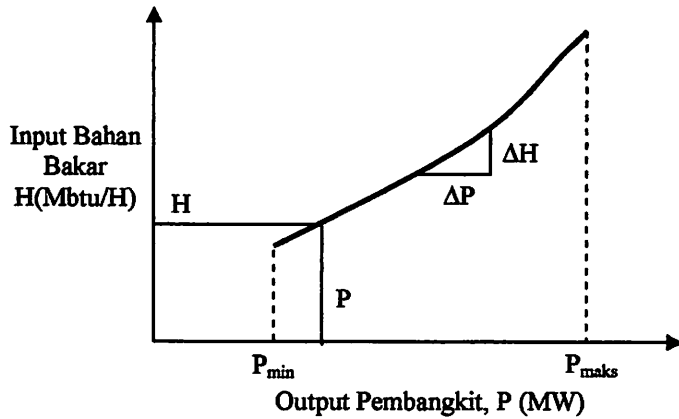
Seperti digambarkan pada gambar 2.1, maka output dari pembangkit tidak hanya untuk dihubungkan dengan sistem saja akan tetapi juga untuk sistem alat bantu dalam pembangkit. Di sini output pembangkit didefinisikan sebagai daya yang dikeluarkan oleh generator untuk beban, diluar untuk keperluan pembangkit 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 di bawah ini, sedangkan kurva dari karakteristik input-output pembangkit dapat dilihat pada gambar 2.2.

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

atau

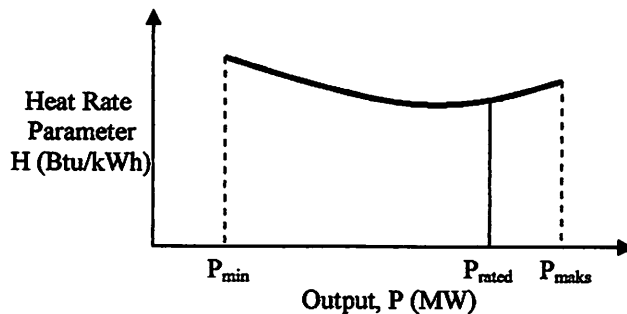
$$F = f(P) \dots\dots\dots(2.3)$$



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

2.2.2. Karakteristik *Heat-Rate*^[1]

Karakteristik *heat-rate* merupakan karakteristik yang menunjukkan efisiensi dari sebuah mesin. 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 di bawah ini :



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

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 persamaan *incremental fuel cost* dapat dilihat pada persamaan 2.4 sampai persamaan 2.7.

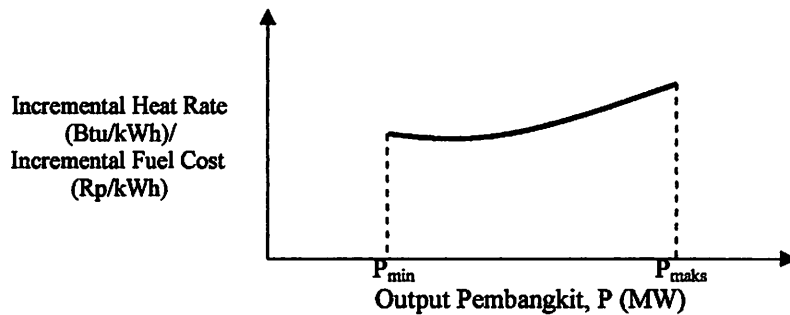
$$\text{Incremental heat-rate} = \frac{\Delta H \left(\frac{MBtu}{kWh} \right)}{\Delta P} \dots\dots\dots(2.4.)$$

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

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

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

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



Gambar 2.4^[1]
Kurva Karakteristik *Incremental Heat Rate/Fuel Cost*

2.3. *Economic Dispatch*

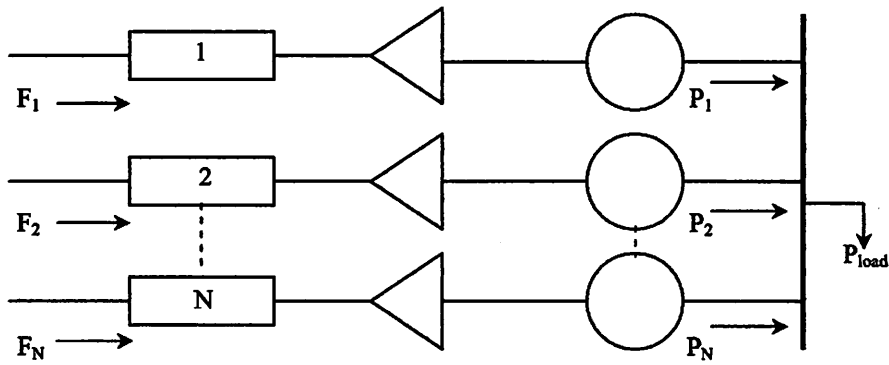
Dalam pembahasan tentang operasi pada sistem tenaga listrik yang ekonomis, maka kita akan selalu membicarakan tentang *economic dispatch*. Pengertian dari *economic dispatch* itu sendiri adalah pembagian pembebanan pada pembangkit-pembangkit yang ada dalam suatu tenaga listrik, secara optimum ekonomis 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^[1]
N Unit Pembangkit Termal Melayani Beban P_R

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 yang tersebut di atas dapat dinyatakan dengan persamaan berikut :

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

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

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

Persamaan di atas adalah pembatas yang merupakan masalah dari optimasi dan ini dapat dipecahkan dengan menggunakan kalkulus tingkat lanjut yang melibatkan fungsi Lagrange. Dimana fungsi didapat dengan cara menambahkan pembatas ϕ yang telah dikalikan dengan faktor pengali Lagrange λ pada fungsi tujuan F_T . Fungsi Lagrange dapat ditunjukkan dengan persamaan di bawah ini :

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

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

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

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

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:

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

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

$$\sum_{i=1}^N P_i = P_R \dots\dots\dots (2.15)$$

Dari batasan pertidaksamaan pembatas di atas dapat diperluas menjadi :

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

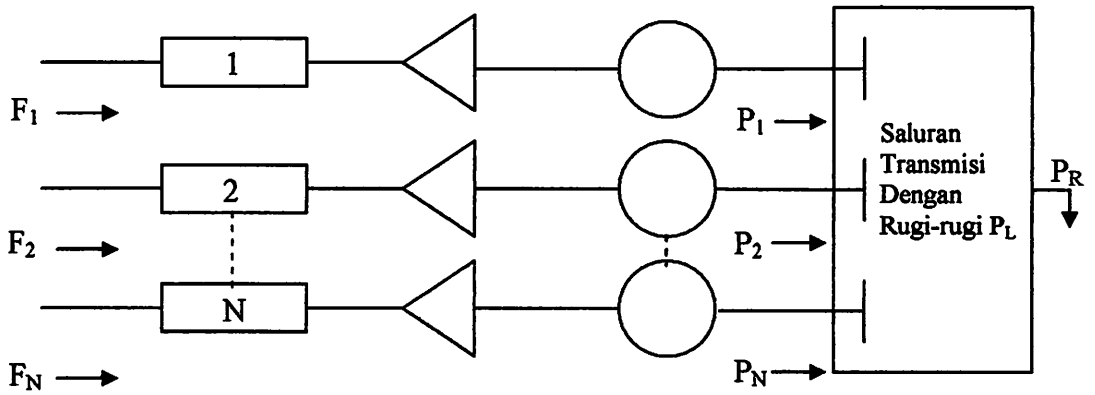
$$\frac{dF_i}{dP_i} \leq \lambda \text{ untuk } P_i = P_i \text{ maks} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$\frac{dF_i}{dP_i} \geq \lambda \text{ untuk } P_i = P_i \text{ min} \dots\dots\dots (2.18)$$

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_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.

Total biaya rata-rata yang harus ditanggung oleh sistem adalah jumlah dari biaya dari masing-masing unit pembangkit. Dan batasan yang paling penting adalah bahwa jumlah output dari masing-masing unit pembangkit sama dengan beban di konsumen ditambah rugi-rugi transmisi.



Gambar 2.6^[1]

N Unit Pembangkit Termal Melayani Beban P_R Melalui Saluran Transmisi

$$P_R + P_L - \sum_{i=1}^N P_i = \phi = 0 \dots\dots\dots(2.19)$$

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

$$\phi = \sum_{i=1}^N P_i - P_R - P_L = 0 \dots\dots\dots(2.21)$$

Persamaan Lagrangennya adalah

$$L = \sum_{i=1}^N F_i - \lambda (\sum_{i=1}^N P_i - P_R - P_L) \dots\dots\dots(2.22)$$

$$\frac{\partial L}{\partial P_i} = \frac{dF_i}{dP_i} - \lambda (1 - \frac{\partial P_L}{\partial P_i}) \dots\dots\dots(2.23)$$

2.4. Fungsi Biaya Bahan Bakar^[1]

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

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

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

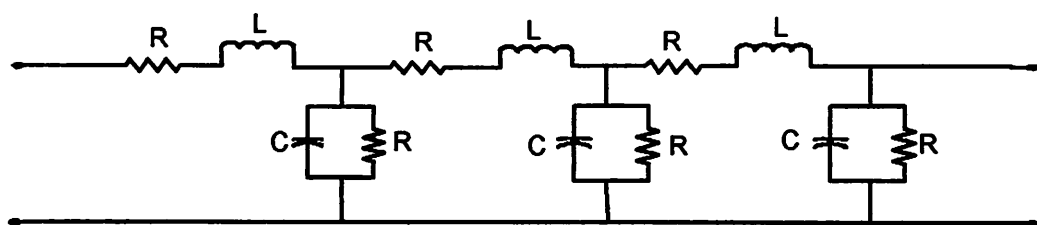
Dimana:

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.



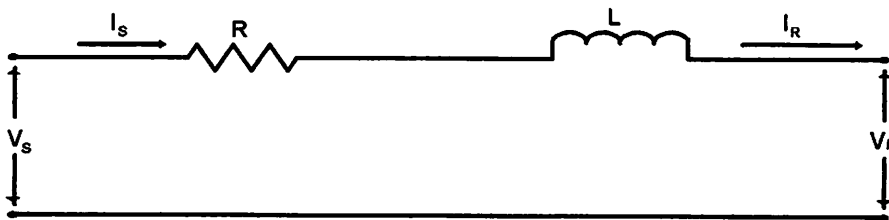
Gambar 2.7^[2]
Rangkaian Setara Saluran Transmisi

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 $80\text{--}240$ 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^[2]
Rangkaian Setara Saluran Transmisi Pendek

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

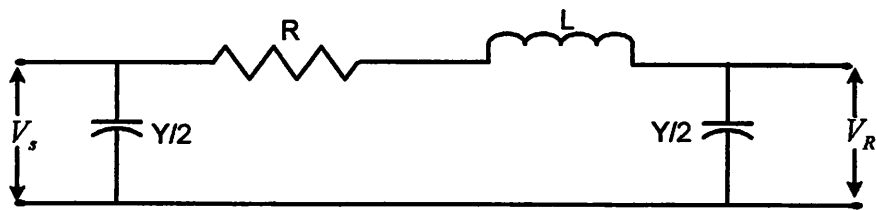
$$I_s = I_R \dots\dots\dots(2.25)$$

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

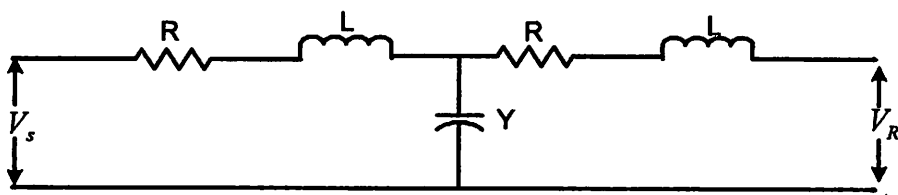
$$V_s = V_R + I_R Z \dots\dots\dots(2.26)$$

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 pada rangkaian T.



(a) Rangkaian Ekivalen π



(b) Rangkaian Ekivalen T

Gambar 2.9^[2]
Rangkaian Setara Saluran Transmisi Menengah

Untuk rangkaian π berlaku :

$$V_s = \left[\frac{ZY}{2} + 1 \right] V_R + ZI_R \dots \dots \dots (2.27)$$

$$I_s = \left[\frac{ZY}{2} + 1 \right] YV_R + \left[\frac{ZY}{4} + 1 \right] I_R \dots \dots \dots (2.28)$$

Untuk rangkaian T berlaku :

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

$$I_s = YV_R + \left[\frac{ZY}{2} + 1 \right] I_R \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana :

V_s, I_s = Tegangan, Arus sisi kirim

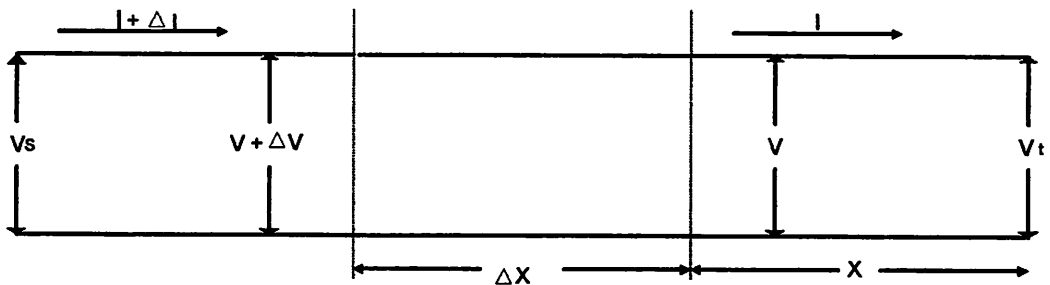
V_R, I_R = Tegangan, Arus sisi terima

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.



Gambar 2.10^[2]
Diagram Skema Saluran Transmisi Panjang

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

$$V = \frac{V_R + I_R Z_C}{2} e^{yx} + \frac{V_G - I_G Z_C}{2} e^{-yx} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$I = \frac{\frac{V_R}{Z_C} + I_R}{2} e^{yx} + \frac{\frac{V_R}{Z_C} - I_R}{2} e^{-yx} \dots\dots\dots(2.32)$$

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

$$V_{\infty} = V_R \cosh \tau x + I_R Z_C \sinh \tau x \dots\dots\dots(2.33)$$

$$I_{\infty} = I_R \cosh \tau x + \frac{V_R}{Z_C} \sinh \tau x \dots\dots\dots(2.34)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \tau &= \text{Konstanta rambatan pada saluran} &= \sqrt{ZY} \\ Z_c &= \text{Impedansi karakteristik saluran} &= \sqrt{\frac{Z}{Y}} \end{aligned}$$

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

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 1 phasa}}{\text{kV dasar L - N}} \dots\dots\dots(2.36)$$

Impedansi dasar

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

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

■ Untuk data 3 phasa

Arus dasar

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

Impedansi dasar

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

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

Dalam persamaan di atas 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 :

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

BAB III
OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN
METODE FUZZY SET

3.1. Konsep Aliran Daya^[3]

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 pada 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 dipenuhi, 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 :

$$S_k = P_k + jQ_k = V_k^* I_k$$

Atau

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

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

menjadi :

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

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

$$P_k = \sum_{n=1}^N \{v_k(v_n G_{kn} + \delta_k B_{kn}) + \delta_k(\delta_n G_{kn} - v_n B_{kn})\} \dots\dots\dots (3.3)$$

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

3.1.1. Metode Newton Rapshon^[4]

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 :

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

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

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 matriks dituliskan sebagai :

$$\begin{bmatrix} \Delta P_1 \\ \dots \\ \Delta P_{n-1} \\ \Delta Q_1 \\ \dots \\ \Delta Q_{n-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_1}{\partial v_1} & \dots & \frac{\partial P_1}{\partial v_{n-1}} & \frac{\partial P_1}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial P_1}{\partial \delta_{n-1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial P_{n-1}}{\partial v_1} & \dots & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial v_{n-1}} & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial P_{n-1}}{\partial \delta_{n-1}} \\ \frac{\partial Q_1}{\partial v_1} & \dots & \frac{\partial Q_1}{\partial v_{n-1}} & \frac{\partial Q_1}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial Q_1}{\partial \delta_{n-1}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial v_1} & \dots & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial v_{n-1}} & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial \delta_1} & \dots & \frac{\partial Q_{n-1}}{\partial \delta_{n-1}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta v_1 \\ \dots \\ \Delta v_{n-1} \\ \Delta \delta_1 \\ \dots \\ \Delta \delta_{n-1} \end{bmatrix}$$

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

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 kembali 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)

3.2. Optimal Power Flow^[5]

OPF dipakai untuk mengoptimasi fungsi obyektif 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:

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

$$\text{S.t. } g(x,u) = 0 \dots\dots\dots (3.9)$$

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

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

dimana :

$$x = [\theta^T \quad U_L^T]^T \dots\dots\dots (3.12)$$

$$u = [P_G^T \quad U_G^T]^T \dots\dots\dots (3.13)$$

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 *Fuzzy Set*

3.3.1. Konsep Dasar *Fuzzy*

Fuzzy ialah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam ruang output. Konsep dasar *Fuzzy* ini pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A.Zadeh dari California University di Barkeley dalam makalanya yang berjudul "*fuzzy set*" pada tahun 1965. Pada himpunan klasik atau logika digital biasa yang digunakan adalah logika *Boolean (boolean logic)*, himpunan klasik memberikan jawaban yang merupakan suatu anggota atau tidak dari suatu himpunan dan hanya mengenal dua harga, nilai yang dimungkinkan terbatas yaitu satu dan nol yang menunjukkan bukan anggota atau anggota himpunan, seperti hitam atau putih serta tidak mempunyai suatu keputusan untuk abu-abu.

Lotfi Zadeh menawarkan ide untuk menyajikan variabel *fuzzy* itu ke dalam konsep yang kemudian dikenal sebagai fungsi keanggotaan (*membership function*) yang menjadi inti dari teori logika *fuzzy* yang terkenal itu. "Banyak pengalaman keputusan didunia ini terjadi pada lingkungan dimana tujuan, kendala dan konsekuensi kemungkinan aksi-aksinya tidak diketahui secara pasti", begitu pertimbangan Lotfi Zadeh ketika mengemukakan teorinya.

Di samping fungsi keanggotaan, ada komponen kedua dari logika *fuzzy* yaitu aturan-aturan *fuzzy* (*fuzzy rule*), yaitu suatu aturan yang memungkinkan menterjemahkan aturan-aturan *fuzzy* dari kecerdasan manusia menjadi program yang dapat diimplementasikan pada komputer. Setidak-tidaknya ada empat cara untuk menurunkan aturan-aturan *fuzzy* tersebut :

- Dari pengetahuan '*expert*' maupun diturunkan dari ilmu rekayasa yang bersesuaian.
- Dari sifat/kemampuan operator, yang direkam dan kemudian dilakukan secara analisis untuk menemukan aturan-aturan tersebut.
- Dari penurunan berdasarkan model *fuzzy* dari sistem atau proses.
- Dari pembelajaran.

Dalam solusi *Fuzzy Set* pada masalah *OPF* optimasi kombinatorial dipecahkan dengan menggunakan algoritma *Fuzzy Set* sedangkan masalah *Economic Dispatch* (EDP) dipecahkan melalui metode *Newton Rapshon*.

3.3.2. Prosedur *Fuzzy Set*

Teori *fuzzy set* di kembangkan untuk model batasan yang tidak tentu dan fungsi objektif *fuzzy* dalam masalah optimasi. Diberikan objek, Y , *Fuzzy \tilde{A}* didefinisikan sebagai :

$$\tilde{A} = \{(y, \mu_{\tilde{A}}(y)) | y \in Y\}$$

$$0 \leq \mu_{\tilde{A}}(y) \leq 1, \dots \dots \dots (3.14)$$

Dimana :

\tilde{A} = Fungsi keanggotaan A

y = Tingkat y

$\mu_{\tilde{A}}(y)$ = Fungsi keanggotaan dari y dalam \tilde{A}

Fungsi keanggotaan dari y dalam \tilde{A} , menunjukkan tingkat y menjadi anggota ke A. Ketika $\mu_{\tilde{A}}(y)$ hanya mengambil 0 atau 1, \tilde{A} sebelum set berlaku. Didalam teori *fuzzy set*, masing masing tidak tepat atau hubungan *fuzzy set*, seperti “ sedikit lebih kasar dari pada “ atau “ tidak terlalu banyak lebih “, di hubungkan dengan suatu fungsi keanggotaan itu untuk menunjukkan tingkat kepastian untuk hubungan tersebut. Ketika fungsi keanggotaan dari hubungan *fuzzy set* sama dengan 1, maka hal itu setara dengan suatu hubungan yang berlaku.

Pada bagian formulasi OPF, secara umum penggunaan masalah OPF meliputi berbagai macam karakteristik *fuzzy set*. penggunaan dari batasan lembut tidak perlu tepat, lagipula minimalisasi dari fungsi objektif harus tidak kaku. Oleh karena itu, teori *fuzzy set* dapat di aplikasikan lebih akurat untuk masalah OPF model pertimbangan praktis. Berdasarkan teori *fuzzy set*, suatu masalah OPF dengan batasan *fuzzy* dan fungsi objektif dapat ditulis sebagai berikut :

$$\min_{\chi} f(\chi) \leq c_0 \dots\dots\dots (3.15)$$

$$h_i(\chi) \leq d_i \quad I = 1, 2, \dots, I, \dots\dots\dots (3.16)$$

Dimana :

“ \leq ” = notasi untuk hubungan *fuzzy*

Persamaan (3.15) menunjukkan objektif sebagai minimalisasi $f(x)$ jadi tidak akan melebihi nilai yang diinginkan c_0 “terlalu banyak”. Persamaan (3.16) menunjukkan bahwa permasalahan harus mencukupi batasan sebanyak mungkin dan juga untuk melanggar batas d_i “terlalu banyak”. Sebagai catatan untuk kenyamanan dari presentasi tanpa kegagalan dalam keadaan umum, batasan pertidaksamaan dipertimbangkan sejak suatu batasan persamaan dinyatakan dengan setara oleh dua batasan pertidaksamaan.

Fungsi keanggotaan untuk hubungan *fuzzy* dalam (3.15) diberikan oleh :

$$\mu_c(f(x)) = \left\{ \begin{array}{ll} 1, & f(x) \leq c_0 \\ (c_0 + \delta c_0 - f(x)) / \delta c_0, & c_0 < f(x) \leq c_0 + \delta c_0 \\ 0, & f(x) \geq c_0 + \delta c_0 \end{array} \right\} \dots\dots\dots (3.17)$$

Fungsi keanggotaan yaitu fungsi turunan linear dari biaya $f(x)$, ketika $f(x)$ yaitu antara c_0 dan $(c_0 + \delta c_0)$. Dalam kata lain, sudut dari penurunan kepuasan sebagai peningkatan biaya dari c_0 ke $(c_0 + \delta c_0)$. Biaya $(c_0 + \delta c_0)$ dalam (3.17) ialah biaya tertinggi yang dapat diterima. Biasanya, biaya dapat diterapkan pada solusi aliran

daya menghadirkan status operasi arus non-optimasi. kemudian, biaya paling rendah c_0 ditentukan oleh pemakai yang menginginkan pengurangan biaya maximal, δc_0 . Pemilihan dari parameter mungkin dapat diturunkan dan tergantung pada praktek operasional secara spesifikasi.

Hal serupa untuk fungsi biaya objektif, fungsi keanggotan pada batasan fuzzy dalam (3.16) di nyatakan sebagai :

$$\mu_{hi}(h_i(\chi)) = \left\{ \begin{array}{ll} 1, & h_i(\chi) \leq d_i, \\ (d_i + \delta_{di} - h_i(\chi)) / \delta_{di}, & d_i < h_i(\chi) \leq d_i + \delta_{di}, \\ 0, & h_i(\chi) > d_i + \delta_{di}. \end{array} \right\} \dots\dots\dots (3.18)$$

Dimana :

d_i = batas paling rendah

$(d_i + \delta_{di})$ = batas paling atas sebagai batasan yang diperbolehkan

➤ batasan yang lembut :

d_i = batas normal

$(d_i + \delta_{di})$ = batasan darurat

Parameter d_i sebagai batas paling rendah dan $(d_i + \delta_{di})$ yaitu batas paling atas sebagai batasan yang diperbolehkan. Secara fisik, untuk batasan yang lembut, d_i sebagai batas normal dan $(d_i + \delta_{di})$ sebagai batasan darurat. d_i dapat diterima pada batasan normal dari batasan yang lembut “ sedikit “ tapi batasan darurat seharusnya tidak pernah dilanggar.

Untuk batasan yang berlaku, fungsi keanggotaan menjadi :

$$\mu_h(h_i(\chi)) = \begin{cases} 1, & h_i(\chi) \leq d_i \\ 0, & h_i(\chi) > d_i \end{cases} \dots \dots \dots (3.19)$$

Ini menandakan bahwa batasan kuat

$$H_i(\chi) \geq d_i, \dots \dots \dots (3.20)$$

3.3.3. Solusi Pendekatan.

Solusi dari masalah *Optimal Power Flow fuzzy set* dalam (3.15) dan (3.16) berisi dari minimalisasi objektif biaya *fuzzy set* saat batasan *fuzzy set*. Sudut dari kepuasan untuk biaya *fuzzy set* dan batasan *fuzzy set* dapat dihadirkan oleh variabel keanggotaan z. Variabel keanggotaan z yaitu sebagai minimum dari semua fungsi keanggotaan dari biaya *fuzzy set* dan batasan *fuzzy set*. Yaitu :

$$Z = \mu_D(\chi) = \min\{\mu_f(f(\chi)), \mu_{h1}(h_1(\mu)), \mu_{h2}(h_2(\chi)), \dots, \mu_{hl}(h_l(\chi))\} \dots \dots \dots (3.21)$$

Masalah OPF kemudian jadi memaksimalkan z dengan status dari χ :

$$\max_{z \in [0,1], x} z = \max_{z \in [0,1], x} \min\{\mu_f(f(\chi)), \mu_{h1}(h_1(\chi)), \mu_{h2}(h_2(\chi)), \dots, \mu_{hl}(h_l(\chi))\} \dots \dots (3.22)$$

Persamaan (3.22) dapat ditulis kembali :

$$\max_{z, x} z, \dots \dots \dots (3.23)$$

Diturunkan ke :

$$Z \leq \mu_f (f(x)), \dots \dots \dots (3.24)$$

$$Z \leq \mu_{h_i} (h_i(x)), \quad i = 1, 2, \dots, i, \dots \dots \dots (3.25)$$

Dan

$$0 \leq z \leq 1 \dots \dots \dots (3.26)$$

Dengan meng-substitusikan fungsi keanggotaan (3.17) dan (3.18) hingga (3.24), masalah OPF *fuzzy set* (3.15) dan (3.16) dapat dikonversikan hingga mengikuti masalah optimasi berliku :

$$\min_{z, x} (-z) \dots \dots \dots (3.27)$$

Diturunkan :

$$f(x) + \delta_{c0} z \leq c_0 + \delta_{c0}, \dots \dots \dots (3.28)$$

$$h_i(x) + \delta_{di} z \leq d_i + \delta_{di}, \quad i = 1, 2, \dots, I, \dots \dots \dots (3.29)$$

Dengan perbandingan di atas masalah OPF *fuzzy set* dengan perumusan masalah OPF pada umumnya dalam (3.31) – (3.33), sebagai catatan bahwa batasan biaya dan variabel baru diwakili sudut dari kepuasan diperkenalkan. Fungsi objek menjadi dimaksimalkan variabel keanggotaan z (atau diminimalkan $-z$). Batasan dimodifikasi untuk menyertakan variabel tambahan sebagai penyesuaian dari batasan. Itu seharusnya disebutkan ketika δ_{di} ialah 0, (3.29) setara dengan batasan yang berliku.

3.3.4. Implementasi Keluaran

Formulasi OPF *fuzzy set* yang diperoleh dalam bagian solusi pendekatan di terapkan untuk memecahkan biaya meminimalkan OPF. Sebagai langkah pertama, pertimbangan batasaan *fuzzy set* disini hanya dihubungkan dengan batasan jalur aliran transmisi. d_i di set hingga berimbang pada batas normal dari jalur aliran transmisi, saat $d_i + \delta_{di}$ di set hingga berimbang pada batas darurat. Seperti pada batasan lainnya sebagai batas variabel control, daya berimbang, dsb.sebagai model yang rumit. Batasan, i.e. $\delta_{di} = 0$. Lagipula, pada implimentasinya, urutan untuk membuat OPF *fuzzy set* berimbang pada OPF umumnya ketika kasus “ sangat mungkin “ (i.e. $z = 1$), fungsi objektif dalam (3.27) ialah modifikasi :

$$\min_{z, x} -z + \beta f(\chi) \dots\dots\dots (3.30)$$

Dimana β yaitu nomor positif kecil seperti $\beta f(\chi) \ll 1$. Jika $z = 1$, OPF *fuzzy* (di umpamakan batasan biaya tidak mengikat) sama seperti OPF secara umum meminimalisasi fungsi biaya $f(\chi)$ dan batasan yang memuaskan. Lain hal, jika solusi didalam region *fuzzy set* (beberapa batasan lembut mungkin dapat untuk sedikit dilanggar), pada bagian pertama dari fungsi biaya, $-z$, akan mendominasi proses optimasi dan masalahnya ialah kira-kira berimbang untuk OPF *fuzzy set* sebagai dalam (3.27). Dengan modifikasi ini, semua variabel control, termasuk keputusan tambahan variabel z , dengan tegas fungsi biaya.

3.4. Solusi *Fuzzy Set* pada *Optimal Power Flow*^[6]

Masalah OPF di dalam masalah optimisasi secara umum dapat ditulis sebagai berikut:

Minimize $f(x)$

yang digunakan untuk $g_i(x) = 0$

$$h_j(x) \leq 0$$

$$l \leq x \leq u$$

Dimana: $f(x)$ merupakan total biaya pembangkitan, $g_i(x)=0$ adalah batas persamaan sedangkan $h_j(x) \leq 0$

Masalah *Optimal Power Flow* berupaya mengoptimalkan performa sistem pembangkitan daya dengan fungsi objektif f dan subyeknya berbagai batasan. Untuk pembagian optimal daya aktif dan reaktif, fungsi obyektif f , adalah biaya total pembangkitan. Tujuan lainnya yaitu mencakup pengoptimalan kerugian transmisi dan pengoptimalan tingkat tegangan. Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\min_{\chi} f(\chi) \dots \dots \dots (3.31)$$

χ

Di turunkan :

$$g(\chi) = 0 \dots \dots \dots (3.32)$$

$$h(\chi) \leq d \dots \dots \dots (3.33)$$

Dimana :

$f(\chi)$ = Fungsi obyektif

$g(\chi) = 0$ = Persamaan aliran daya statis

$h(\chi) \leq d$ = Batasan jumlah pengontrolan dan batasan operasi pada sistem tenaga

Vektor χ terdiri dari satuan jumlah pengontrolan dan tergantung pada variabel. Jumlah pengontrolan pada sistem tenaga biasanya terdiri dari keluaran unit pembangkit, sudut fasa bolak balik, bus generator tegangan besar, posisi tap trafo, rangkaian kapasitor atau reaktor, dan sebagainya. Fungsi objektif dari $f(\chi)$ mungkin total biaya produksi atau total rugi rugi daya aktif sistem transmisi. Batasan persamaan $g(\chi)$ menunjukkan persamaan aliran daya statis, dan batasan pertidaksamaan $h(\chi)$ terdiri dari batasan jumlah pengontrolan dan batasan operasi pada sistem tenaga.

Ketika batasan jaringan pengiriman daya aktif dipertimbangkan, *Optimal Power Flow* menjadi masalah penghematan biaya. Fungsi objektif dalam kasus ini ialah tambahan dari total produksi biaya pembangkitan, yaitu :

$$f(\chi) = \sum_{i \in P} C_i(\chi) \dots\dots\dots (3.34)$$

Dimana :

- P = Jumlah pengontrolan unit pembangkitan
- $c_i(\chi)$ = Fungsi biaya

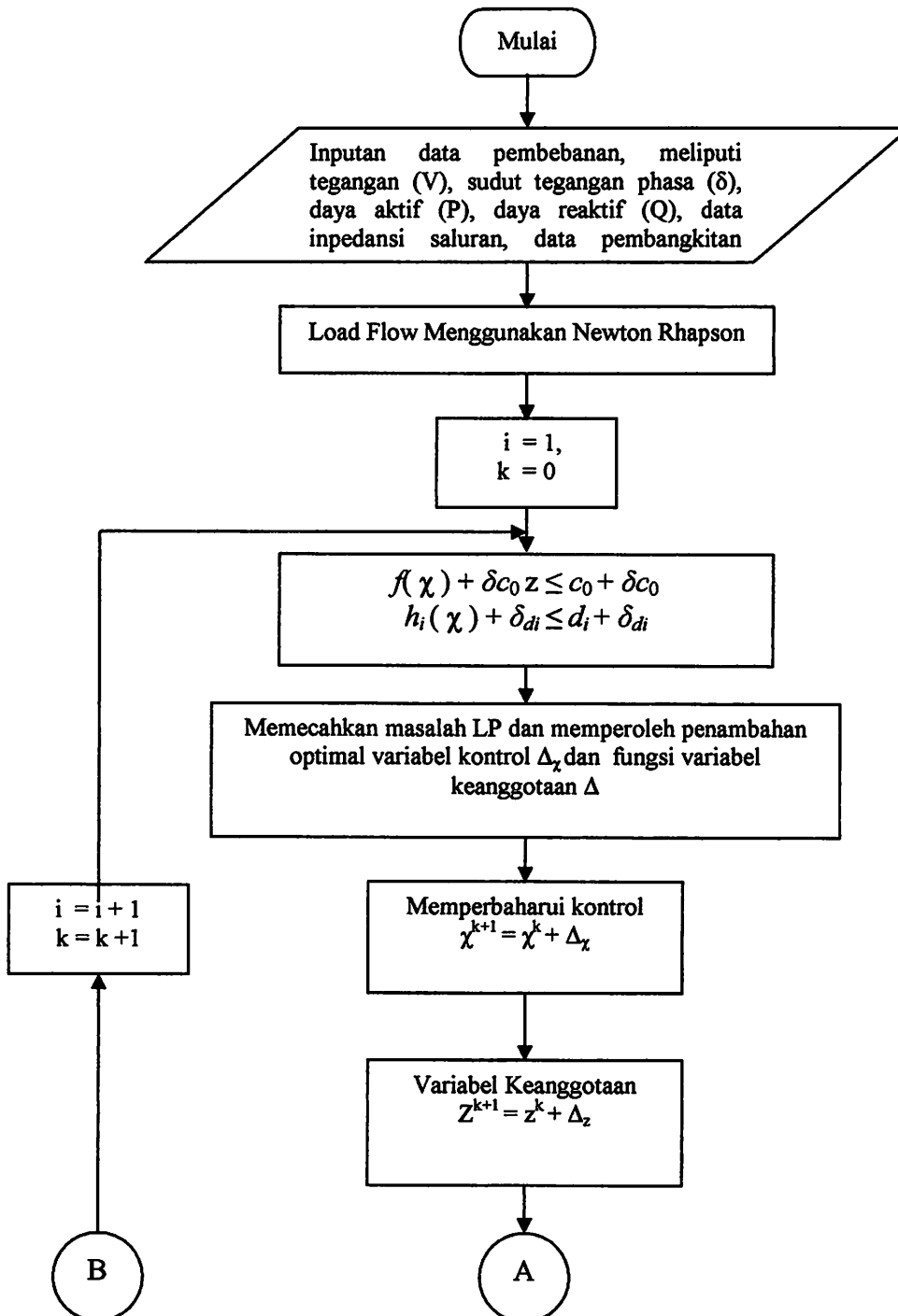
Satuan P terdiri dari semua pengontrolan unit pembangkitan. Persamaan pengontrolan adalah keluaran daya aktif pembangkitan. Batasan persamaan $g(\chi) = 0$ ialah persamaan aliran daya, dan batasan pertidaksamaan $h(\chi) = d$, didalam kasus ini, terdiri dari batas keluaran pembangkitan, daya aktif cadangan , aliran saluran transmisi, aliran trafo, dan jalur aliran transmisi. Pada umumnya, fungsi biaya masing masing, $c_i(\chi)$, sebagai penambahan fungsi kuadrat dan pendekatan sebagai penambahan fungsi linier. Penghematan biaya adalah sesuatu yang sangat

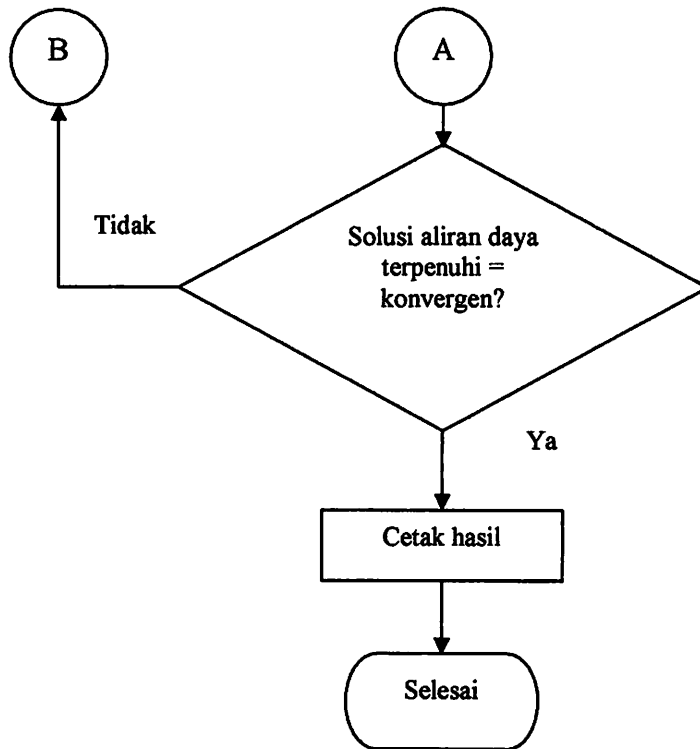
penting untuk masalah OPF. Disarankan pengiriman optimal daya aktif dapat mengoptimalkan biaya produksi saat jaringan terkendala.

3.5. Algoritma Program

1. Memasukan inputan data pembebanan, meliputi tegangan (V), sudut phasa tegangan (δ), daya aktif (P), daya Reaktif (Q), data impedansi saluran, data pembangkitan P_{maks} , P_{min} , Q_{maks} , Q_{min} , dan konstanta biaya.
2. Melakukan proses load flow menggunakan metode Newton Raphson.
3. Menentukan nomor iterasi $i = 1$, dimana $i = 1 \dots \dots \dots i_n$ dan menentukan nomor interasi awal $k = 0$, dimana $k = 0 \dots \dots \dots k_n$.
4. Limit fuzzy OPF terendah $f(\chi) + \delta_{c0} z \leq c_0 + \delta_{c0}$ dan $h_i(\chi) + \delta_{di} z \leq d_i + \delta_{di}$
5. Memecahkan masalah LP dan memperoleh penambahan optimal variabel
6. Memperbaharui Kontrol $\chi^{k+1} = \chi^k + \Delta_\chi$
7. Memperbaharui Variabel keanggotaan $z^{k+1} = z^k + \Delta_z$
8. Apakah solusi aliran daya terpenuhi ?
9. Jika “Ya” maka hasil dicetak dan proses perhitungan berhenti.
10. Jika “Tidak” maka $i = i + 1$ dan $k = k + 1$

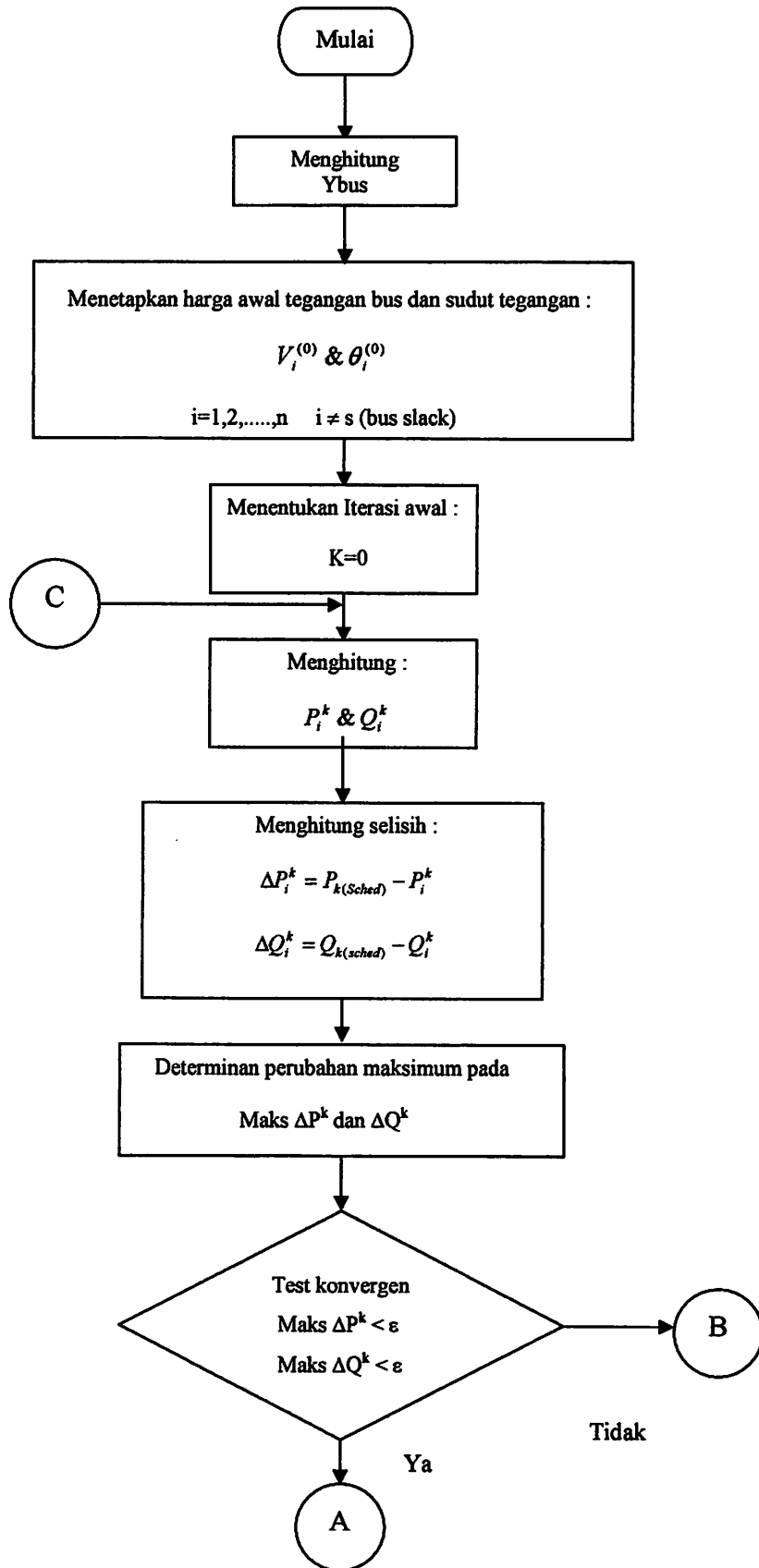
3.5.1 Flowchart Program OPF Menggunakan Metode *fuzzy set*.

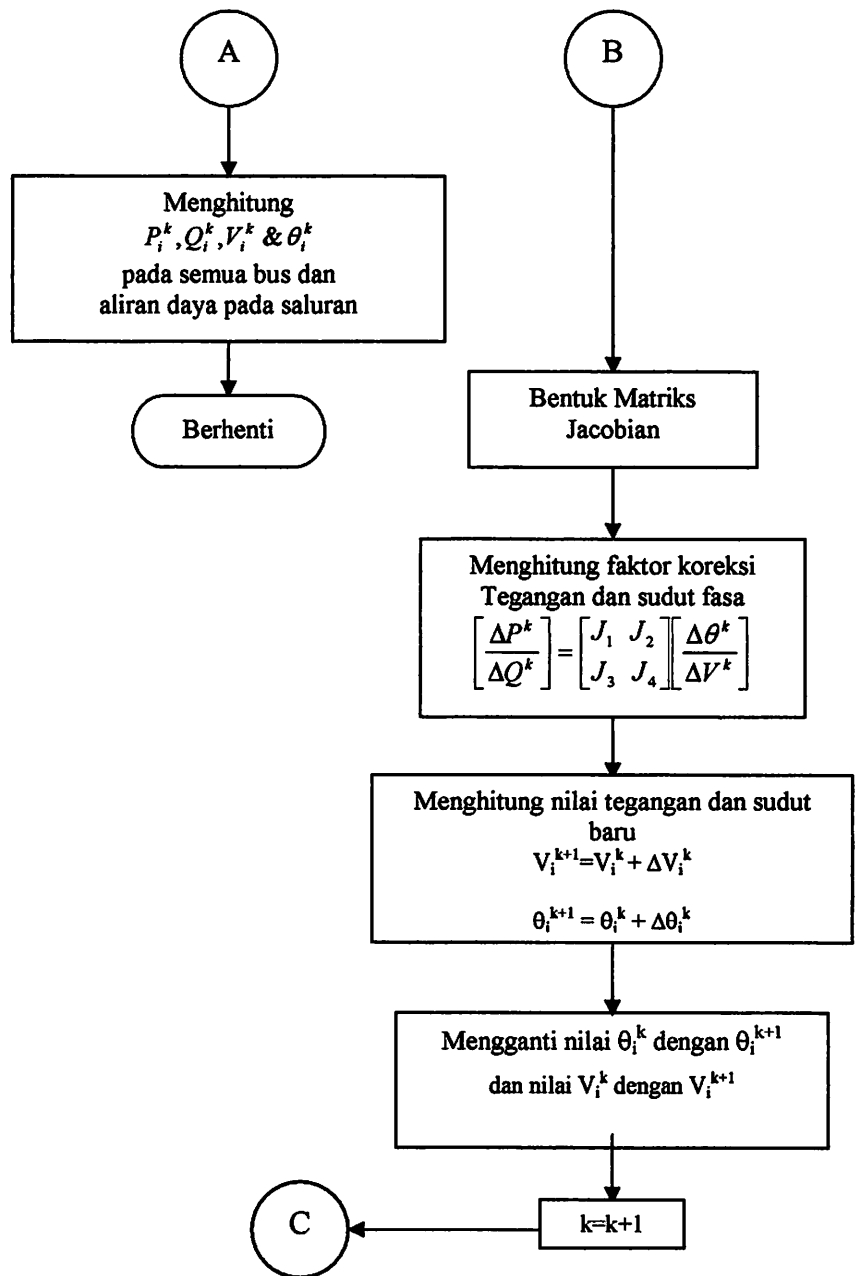




Gambar 3.1
Flowchart Program OPF menggunakan metode *Fuzzy set*

3.5.2 Flowchart Aliran Daya Newton Raphson





Gambar 3.2
Flowchart *Optimal Power Flow* Newton Rhapson

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS HASIL

4.1. Program Komputer *Optimal Power Flow* Menggunakan Metode *Fuzzy Set*

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

Program computer ini menggunakan bahasa pemrograman Matlab 6.5.1. 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	No Bus	P_G^{Min} MW	P_G^{Max} MW	Q_G^{Min} MVAR	Q_G^{Max} MVAR	Konstanta Biaya		
						A	B	C
1	1	50	200	-20	150,0	0,00375	2,0000	0,0000
2	2	20	80	-20	60,0	0,01750	1,7500	0,0000
3	5	15	50	-15	62,5	0,01750	107500	0,0000
4	8	10	35	-15	50,0	0,00834	3,2500	0,0000
5	11	10	30	-10	40,0	0,02500	3,0000	0,0000
6	13	12	40	-15	45,0	0,02500	3,0000	0,0000

Tabel 4.2
Data Bus IEEE 30 Bus

No Bus	Tegangan (pu)	P_{Gen} (MW)	Q_{Gen} (MVAR)	P_{Load} (MW)	Q_{Load} (MVAR)	Tipe Bus
1	1,0500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1
2	1,0338	57,5600	0,0000	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	1,0058	24,5600	0,0000	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	1,0230	35,0000	0,0000	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	1,0913	17,9300	0,0000	0,0000	0,0000	2
12	1,0000	0,0000	0,0000	11,2000	7,5000	3
13	1,0883	16,9100	0,0000	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	0,280	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

Fuzzy Set.

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

Tabel 4.4
Perbandingan Nilai Tegangan dan Keluaran Daya aktif
Antara Hasil Program Dengan Hasil Referensi

No Unit	No Bus	Hasil Referensi			Hasil program		
		V _G (pu)	P _G (MW)	Biaya (\$/h)	V _G (pu)	P _G (MW)	Biaya (\$/h)
1	1	1,0500	175,94	209,82	1,05000	176,200	210,35
2	2	1,0300	48,75	128,92	1,03800	48,75	126,90
3	5	1,0120	21,44	308,53	1,01200	21,44	308,74
4	8	1,0200	21,95	75,35	1,02000	21,95	75,36
5	11	1,0820	12,42	41,13	1,08200	12,42	41,12
6	13	1,0670	12,02	39,67	1,06700	12,02	39,67
TOTAL		6,2610	292,79	802,06	6,26900	292,78	802,13

Sedangkan perbandingan biaya total antara hasil program dengan hasil referensi, adalah biaya total hasil program sebesar 802,13 \$/h, sedangkan biaya total hasil referensi sebesar 802,06 \$/h.

Sehingga kesalahan perhitungan untuk tegangan sebesar 0,1%, keluaran daya aktif sebesar 0,003 %, dan untuk biaya pembangkitan sebesar 0,008%.

4.3. Data Sistem Jawa Timur

4.3.1. Data pembangkitan Termis Pada Sistem Jawa Timur

Pembangkitan termal yang berada pada pengawasan PT. PLN(Persero) P3B Area IV yang meliputi Wilayah Jawa Timur berjumlah 4 buah pembangkit yang terdiri dari 2 PLTGU, 1 PLTU, 1 PLTG. Pada skripsi ini akan membahas pembangkitan thermal yang berada pada sub-sistem Area IV Jawa Timur untuk mempermudah perhitungan, pembangkit termal yang dibahas dalam skripsi ini adalah PLTU Paiton 1-2, PLTGU Gresik Baru, PLTG Grati, dan PLTU Perak.

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) Indonesia Power dan PT.PLN (Persero) PJB.

Tabel 4.5
Parameter Unit termal

Nama Pembangkit	A	B	C	P_G^{\min} MW	P_G^{\max} MW
PLTU Paiton 1-2	6,180000	1306,150	388144,168	150	740,0
PLTGU Gresik Baru	1,406900	1599,000	87435,000	50	133,8
PLTG Grati	14,293200	1670,000	88960,000	21	75,0
PLTU Perak	113,900000	5297,000	139560,000	15	125,5

Untuk persamaan biaya pembangkitan dari masing-masing unit pembangkit yang berdasarkan data-data di atas adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6
Persamaan Biaya Pembangkitan

No	Nama Pembangkit	Persamaan Biaya Pembangkitan
1	PLTU Paiton 1-2	$F = 6,180000P^2 + 1306,150P + 388144,168$
2	PLTGU Gresik Baru	$F = 1,406900P^2 + 1599,000P + 87435,000$
3	PLTG Grati	$F = 14,293200P^2 + 1670,000P + 88960,000$
4	PLTU Perak	$F = 113,900000P^2 + 5297,000P + 139560,000$

4.3.2. Data Pembebanan Pada Sub-Sistem Jawa Timur

Tabel 4.7
Penomoran Bus

No Bus	Nama Bus
1	GRESIK LAMA
2	PITON
3	GDTAN 5
4	REJOSO
5	SITUBONDO
6	BANYUWANGI
7	KRAKSAAN
8	PROBOLINGGO
9	GENDING
10	LUMAJANG
11	BONDOWOSO
12	TANGGUL
13	JEMBER
14	GENTENG
15	PIER
16	BANGIL
17	BCKRO 5
18	BLKDN 5
19	LAWANG
20	KBAGN 5
21	SUTAMI
22	SENGKALING
23	PAKIS
24	WLINGI

25	JAKER 5
26	SURABAYA BARAT
27	ALTAP 5
28	DYRJO 5
29	BBDAN 5
30	KASIH
31	CERME
32	MANYAR
33	GRESIK BARU
34	BANGKALAN
35	SAMPANG
36	PAMEKASAN
37	SUMENEP
38	GRATI
39	TANDES
40	PERAK
41	DARMO
42	SAWAHAN
43	UNDAAN
44	KUPANG
45	WARU
46	KARANGPILANG
47	RUNGKUT
48	SUKOLILO
49	KENJERAN
50	UJUNG
51	NGAGEL
52	SIMPANG
53	WONOKROMO
54	MKBAN 5
55	GRESIK LAMA TIMUR
56	BUDURAN
57	SGMDU 5
58	PKMIA 5
59	LAMONGAN
60	BABAT
61	BOJONEGORO
62	TUBAN
63	KEREK
64	MLWNG 5
65	BLBND 5
66	SKTIH 5
67	NGORO
68	KERTOSONO

69	BNRAN 5 (A)
70	MOJOAGUNG
71	TUBAN 35
72	ISPDO5

Sebelum memasukkan nilai data pada table 4.8, nilai-nilai tegangan pada data diubah satuannya menjadi satuan perunit. Berikut perhitungan konversi satuan dari KV menjadi pu:

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

Pada bus-bus selanjutnya, dilakukan hal yang sama seperti di atas dan hasilnya dapat dilihat pada table 4.8.

Tabel 4.8
Data pembangkitan dan Pembebanan Sub-Sistem 150 KV Region IV Jawa Timur
Tanggal 21 juni 2006 Pukul 18.00 WIB

No Bus	Tegangan (pu)	P _{gen} (MW)	Q _{gen} (MVAR)	P _{load} (MW)	Q _{load} (MVAR)	Tipe Bus
1	1,0213	211,766	0,000	0,000	0,000	1
2	1,0306	565,100	0,000	17,800	8,800	2
3	0,9666	0,000	0,000	27,000	12,100	3
4	0,9866	0,000	0,000	25,400	14,800	3
5	1,0133	0,000	0,000	25,300	4,300	3
6	0,9907	0,000	0,000	40,500	14,400	3
7	1,0106	0,000	0,000	6,200	2,100	3
8	0,9987	0,000	0,000	38,600	16,300	3
9	1,0106	0,000	0,000	17,500	8,700	3
10	0,9987	0,000	0,000	41,400	15,600	3
11	1,0047	0,000	0,000	19,000	4,700	3
12	1,0000	0,000	0,000	28,000	9,300	3
13	0,9980	0,000	0,000	63,500	26,800	3
14	0,9747	0,000	0,000	40,500	11,700	3
15	0,9660	0,000	0,000	14,000	4,700	3
16	1,0302	0,000	0,000	18,300	7,400	3

17	0,9720	0,000	0,000	22,600	5,500	3
18	0,9553	0,000	0,000	24,200	8,200	3
19	0,9613	0,000	0,000	25,600	10,900	3
20	0,9393	0,000	0,000	42,900	1,600	3
21	0,9147	90,000	0,000	0,000	0,000	2
22	0,9533	0,000	0,000	24,800	12,700	3
23	0,9500	0,000	0,000	35,000	16,000	3
24	0,9533	25,000	0,000	23,800	10,500	2
25	0,9980	0,000	0,000	18,700	15,000	3
26	1,0140	0,000	0,000	21,600	8,000	3
27	1,0033	0,000	0,000	7,000	4,000	3
28	1,0127	0,000	0,000	35,900	10,900	3
29	1,0127	0,000	0,000	35,800	15,600	3
30	1,0133	0,000	0,000	16,400	10,000	3
31	0,9933	0,000	0,000	12,000	6,000	3
32	0,9687	0,000	0,000	37,000	27,500	3
33	1,0206	410,300	0,000	0,000	0,000	2
34	1,0053	0,000	0,000	26,600	9,700	3
35	0,9733	0,000	0,000	20,500	8,000	3
36	0,9820	0,000	0,000	28,200	10,900	3
37	0,9733	0,000	0,000	31,900	11,000	3
38	1,0260	200,400	0,000	11,600	3,200	2
39	1,0120	0,000	0,000	57,900	22,100	3
40	1,0133	59,200	0,000	0,000	0,000	2
41	1,0033	0,000	0,000	38,300	25,000	3
42	1,0067	0,000	0,000	33,500	18,700	3
43	1,0087	0,000	0,000	12,700	6,400	3
44	1,0106	0,000	0,000	21,200	10,600	3
45	1,0033	0,000	0,000	87,000	44,000	3
46	1,0120	0,000	0,000	28,900	11,700	3
47	1,0000	0,000	0,000	100,300	32,100	3
48	1,0000	0,000	0,000	67,100	32,700	3
49	1,0000	0,000	0,000	48,300	24,100	3
50	1,0067	0,000	0,000	22,500	13,700	3
51	0,9906	0,000	0,000	14,400	7,400	3
52	0,9906	0,000	0,000	32,000	15,600	3
53	1,0213	0,000	0,000	32,800	14,800	3
54	1,0047	0,000	0,000	36,900	19,100	3
55	1,0053	0,000	0,000	6,200	2,700	3
56	0,9460	0,000	0,000	73,700	42,500	3
57	1,0173	0,000	0,000	17,200	7,800	3

58	0,9660	0,000	0,000	31,700	17,500	3
59	0,9933	0,000	0,000	27,500	20,600	3
60	0,9893	0,000	0,000	28,600	18,800	3
61	0,9807	0,000	0,000	39,000	27,300	3
62	1,0020	0,000	0,000	31,200	19,100	3
63	1,0033	0,000	0,000	41,600	-39,700	3
64	0,9733	0,000	0,000	11,300	7,000	3
65	0,9840	0,000	0,000	46,800	6,500	3
66	1,0033	0,000	0,000	50,700	23,800	3
67	1,0032	0,000	0,000	13,600	7,400	3
68	1,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	3
69	1,0032	0,000	0,000	39,800	23,400	3
70	0,9733	0,000	0,000	30,400	15,600	3
71	1,0033	0,000	0,000	11,300	7,000	3
72	1,0033	0,000	0,000	16,000	2,700	3

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

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

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

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

untuk X dan B serta R berikutnya yang jumlah sirkuitnya 2 dilakukan hal yang sama, hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9
Data Saluran Transmisi
Sub-Sistem 150 kV Region IV Jawa Timur

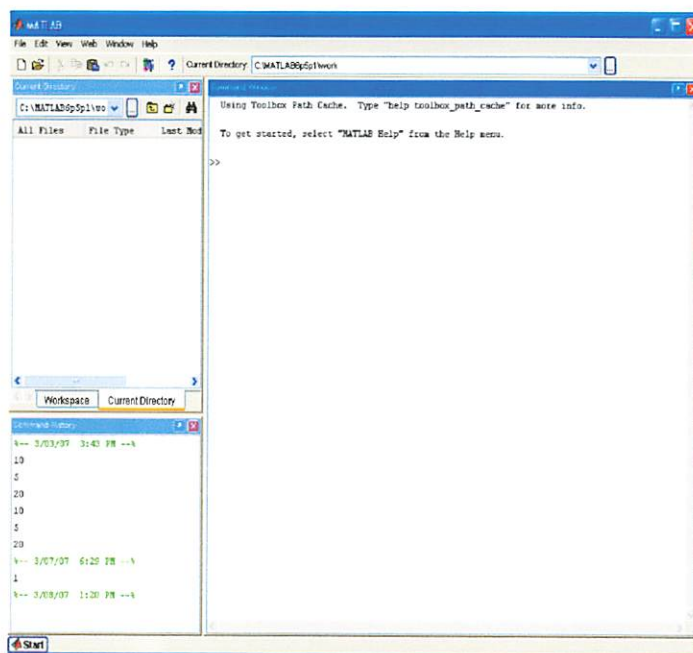
No	Hubungan	Jumlah Sirkuit	R (pu)	X (pu)	B (pu)
1	1-27	1	0,0013	0,0062	0,0025
2	1-45	2	0,0032	0,0154	0,0113
3	1-55	2	0,0008	0,0024	0,0008
4	1-57	2	0,0010	0,0035	0,0012
5	2-5	2	0,0477	0,0346	0,0251
6	2-7	2	0,0053	0,0180	0,0065
7	3-4	2	0,0028	0,0094	0,0033

8	3-8	2	0,0088	0,0301	0,0108
9	3-15	2	0,0099	0,0072	0,0052
10	3-16	2	0,0044	0,0150	0,0054
11	3-38	2	0,0093	0,0067	0,0048
12	5-6	2	0,0097	0,0464	0,0340
13	5-11	2	0,0091	0,0310	0,0116
14	6-13	2	0,0430	0,1469	0,0132
15	6-14	1	0,0177	0,0604	0,0109
16	7-8	2	0,0079	0,0269	0,0097
17	7-9	1	0,0100	0,0340	0,0062
18	8-10	2	0,0135	0,0460	0,0161
19	10-12	1	0,0167	0,0571	0,0103
20	10-13	1	0,0315	0,1077	0,0195
21	11-13	2	0,0104	0,0353	0,0127
22	12-13	1	0,0148	0,0506	0,0092
23	13-14	1	0,0337	0,1151	0,0208
24	15-16	2	0,0045	0,0032	0,0023
25	15-23	2	0,0048	0,0343	0,0247
26	16-17	2	0,0054	0,0039	0,0028
27	16-18	1	0,0145	0,0494	0,0089
28	16-19	1	0,0181	0,0617	0,0112
29	16-45	1	0,0051	0,0174	0,0032
30	16-56	1	0,0051	0,0174	0,0032
31	18-19	1	0,0091	0,0309	0,0056
32	19-20	2	0,0067	0,0230	0,0083
33	20-21	2	0,0073	0,0249	0,0089
34	20-22	2	0,0046	0,0133	0,0049
35	20-23	2	0,0011	0,0081	0,0885
36	21-24	1	0,0224	0,0428	0,0074
37	25-68	1	0,0048	0,0144	0,0198
38	25-69	1	0,0083	0,0274	0,0053
39	26-27	2	0,0024	0,0113	0,0082
40	26-28	1	0,0028	0,0094	0,0017
41	26-29	2	0,0054	0,0185	0,0017
42	26-30	1	0,0620	0,0095	0,0035
43	26-31	2	0,0053	0,0527	0,0047
44	26-39	2	0,0039	0,0132	0,0047
45	26-42	2	0,0012	0,0101	0,0073
46	26-46	2	0,0009	0,0043	0,0031
47	26-65	1	0,0031	0,0149	0,0055
48	26-66	1	0,0063	0,0301	0,0110
49	27-57	1	0,0003	0,0013	0,0045
50	31-32	2	0,0010	0,0048	0,0035
51	33-39	2	0,0020	0,0079	0,0068

52	34-35	2	0,0290	0,0841	0,0077
53	34-55	2	0,0050	0,0144	0,0053
54	35-36	2	0,0161	0,0466	0,0043
55	35-37	1	0,0157	0,0454	0,0084
56	36-37	1	0,0279	0,0807	0,0149
57	39-40	2	0,0023	0,0079	0,0028
58	39-41	2	0,0012	0,0041	0,0014
59	39-42	2	0,0004	0,0020	0,0014
60	41-45	2	0,0028	0,0095	0,0034
61	42-43	2	0,0003	0,0009	0,0495
62	42-44	2	0,0008	0,0012	0,0332
63	42-45	2	0,0014	0,0067	0,0048
64	42-54	2	0,0060	0,0051	0,0018
65	45-46	2	0,0014	0,0067	0,0049
66	45-47	2	0,0006	0,0030	0,0022
67	45-72	2	0,0003	0,0011	0,0004
68	47-48	2	0,0003	0,0011	0,0004
69	48-49	2	0,0012	0,0004	0,0004
70	48-51	2	0,0004	0,0007	0,0379
71	48-53	2	0,0004	0,0013	0,0690
72	49-50	2	0,0025	0,0073	0,0026
73	51-52	2	0,0005	0,0009	0,0491
74	57-58	2	0,0021	0,0071	0,0025
75	57-59	2	0,0086	0,0248	0,0091
76	59-60	2	0,0064	0,0185	0,0068
77	60-61	2	0,0108	0,0311	0,0114
78	60-62	2	0,0042	0,0200	0,0146
79	62-63	2	0,0037	0,0125	0,0045
80	63-64	2	0,0024	0,008	0,0029
81	63-71	2	0,0006	0,0018	0,0006
82	65-66	1	0,0017	0,0083	0,0031
83	66-67	2	0,0066	0,0191	0,0070
84	66-70	2	0,0055	0,0187	0,0067
85	68-69	1	0,0083	0,0274	0,0053
86	69-70	2	0,0054	0,0182	0,0066

4.3.3. Hasil Perhitungan Biaya Operasi Pada Pembangkit Termal Sub-Sistem Region IV Jawa Timur Menggunakan *Fuzzy Set*

Tampilan utama dari program komputer ini dapat dilihat pada gambar 4.4 dibawah ini :



Gambar 4.1
Tampilan Program Utama

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

Hasil perhitungan dari program ini adalah hasil perhitungan aliran daya dan operasi pembangkit yang optimal, setelah data yang ada dimasukkan ke dalam program, maka hasil perhitungan dapat dilihat dalam tabel-tabel di bawah ini:

```

D:\Friend Data\kOnX kof4gAna\From ugro\ufuzzyOpf2\Data\Reg4.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
Stack: Base
1 %Program SOP
2
3
4 clc
5 Vbase=150.00;
6 Vkonst=1000;
7 Pbase=100.00;
8 Pkonst=1000000;
9 Zbase=(Vbase*Vkonst)^2/(Pbase*Pkonst);
10 TypSal=1; %Jika pu TypParam=1 jika ohm TypParam=2
11 global Pbase
12 -----
13 %      absV      sudV      Pgen      Qgen      Pload      Qload      Sup      TypBus
14 %      pu        deg      MW      HVAR      MW      HVAR      pu
15 -----
16 Bus=[1.04000 0.00000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.00000 1;
17 1.03000 0.00000 565.100 0.000 17.800 8.800 0.00000 2;
18 1.00000 0.00000 0.000 0.000 27.000 12.100 0.00000 3;
19 1.00000 0.00000 0.000 0.000 25.400 14.800 0.00000 3;
20 1.00000 0.00000 0.000 0.000 25.300 4.300 0.00000 3;
21 1.00000 0.00000 0.000 0.000 40.500 14.400 0.00000 3;
22 1.00000 0.00000 0.000 0.000 6.200 2.100 0.00000 3;
23 1.00000 0.00000 0.000 0.000 38.600 16.300 0.00000 3;
24 1.00000 0.00000 0.000 0.000 17.500 8.700 0.00000 3;
25 1.00000 0.00000 0.000 0.000 41.400 15.600 0.00000 3;
26 1.00000 0.00000 0.000 0.000 19.000 4.700 0.00000 3;
27 1.00000 0.00000 0.000 0.000 28.000 9.300 0.00000 3;
28 1.00000 0.00000 0.000 0.000 63.500 26.800 0.00000 3;
29 1.00000 0.00000 0.000 0.000 40.500 11.700 0.00000 3;
30 1.00000 0.00000 0.000 0.000 14.000 4.700 0.00000 3;
31 1.00000 0.00000 0.000 0.000 18.300 7.400 0.00000 3;
32 1.00000 0.00000 0.000 0.000 22.600 5.500 0.00000 3;
33 1.00000 0.00000 0.000 0.000 24.200 8.200 0.00000 3;
34 1.00000 0.00000 0.000 0.000 25.600 10.900 0.00000 3;
35 1.00000 0.00000 0.000 0.000 42.900 1.600 0.00000 3;
36 0.91000 0.00000 90.000 0.000 0.000 0.000 0.00000 2;
37 1.00000 0.00000 0.000 0.000 24.800 12.700 0.00000 3;
38 0.93000 0.00000 25.000 0.000 23.800 10.500 0.00000 2;
script Ln 1 Col 1

```

Gambar 4.2
Tampilan Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan dan Daya Setiap Bus
Sebelum Optimasi

Jumlah Bus = 72
 Jumlah Iterasi = 3
 Waktu Hitung = 0.563 detik

Bus	Tegangan (pu)	Peabangkitan	
		MW	MVar
1	1.04742	0.00000	0.00000
2	1.05000	0.10983	161.913
3	1.03006	-0.00122	35.781
4	1.02608	-0.00310	0.000
5	0.95939	0.04324	0.000
6	0.94844	0.00370	0.000
7	1.09450	0.07457	0.000
8	1.01690	0.02576	0.000
9	1.03014	0.06974	0.000
10	0.97916	-0.00223	0.000
11	0.95440	0.01592	0.000
12	0.96011	-0.01282	0.000
13	0.96155	-0.00809	0.000
14	0.94062	-0.01717	0.000
15	1.02517	-0.01041	0.000
16	1.02379	-0.01280	0.000
17	1.02285	-0.02355	0.000
18	1.02561	-0.02409	0.000
19	1.03119	-0.02377	0.000
20	1.05000	-0.01669	69.927
21	1.02857	-0.02638	0.000
22	1.02917	-0.02332	0.000
23	1.02937	-0.00332	27.967
24	1.00967	-0.03970	0.000
25	1.00967	-0.03970	0.000

Gambar 4.3

Tampilan Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan dan Daya Setiap Bus Setelah Optimasi

Aliran Daya Antar Saluran

Bus	From	To	Daya		Bus	From	To	Daya	
			MW	MVar				MW	MVar
1	27	47.040	23.449	27	1	-47.007	-23.840		
1	45	57.714	53.001	45	1	-57.827	-57.011		
1	55	116.552	39.420	55	1	-116.442	-39.461		
1	57	120.267	46.042	57	1	-120.097	-45.996		
2	5	200.552	-0.586	5	2	-183.140	3.061		
2	7	231.276	27.867	7	2	-218.882	-22.260		
3	4	25.422	13.456	4	3	-25.400	-14.800		
3	0	74.092	63.391	0	3	-74.327	-67.000		
3	16	80.449	6.242	16	3	-80.306	-10.896		
3	38	-136.987	-87.561	38	3	136.405	60.846		
5	6	79.102	1.973	6	5	-79.436	-10.565		
5	11	70.739	-0.734	11	5	-70.121	6.570		
6	13	6.142	-6.144	13	6	-6.117	1.446		
6	14	31.794	2.309	14	6	-31.593	-3.568		
7	9	195.147	12.663	9	7	-192.320	-7.119		
7	9	17.535	7.487	9	7	-17.500	-0.700		
8	10	78.793	57.899	10	8	-77.491	-60.081		
10	12	24.734	24.549	12	10	-24.514	-25.734		
10	13	11.357	19.932	13	10	-11.158	-22.009		
11	13	59.121	-11.270	13	11	-58.712	8.054		
11	13	8.862	16.484	13	11	-8.336	-17.944		
13	14	4.858	4.858	14	13	-4.807	-8.132		
13	16	25.475	-24.590	16	13	-25.307	24.590		
15	23	27.509	-21.067	23	15	-37.433	11.159		
16	17	22.628	4.384	17	16	-22.600	-1.574		
16	19	23.405	-2.079	19	16	-23.409	5.064		
16	19	10.462	-7.199	19	16	-10.397	5.064		
16	45	-51.334	-57.769	45	16	51.622	58.070		

Gambar 4.4

Tampilan Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Setelah Optimasi

Tabel 4.10
 Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan Dan Daya Pada Setiap Bus
 Sebelum Optimasi

No	Tegangan (pu)	Sudut tegangan	Pembangkitan		Pembebanan	
			MW	MVAR	MW	MVAR
1	1,04000	0,00000	211,766	450,410	0,000	0,000
2	1,03000	0,25962	565,100	53,053	17,800	8,800
3	0,99339	0,06313	0,000	0,000	27,000	12,100
4	0,99133	0,06111	0,000	0,000	25,400	14,800
5	0,92462	0,18193	0,000	0,000	25,300	4,300
6	0,91250	0,13547	0,000	0,000	40,500	14,400
7	1,00770	0,20612	0,000	0,000	6,200	2,100
8	0,98318	0,12824	0,000	0,000	38,600	16,300
9	1,00320	0,20103	0,000	0,000	17,500	8,700
10	0,94395	0,10871	0,000	0,000	41,400	15,600
11	0,91865	0,14749	0,000	0,000	19,000	4,700
12	0,92412	0,10435	0,000	0,000	28,000	9,300
13	0,91528	0,11578	0,000	0,000	63,500	26,800
14	0,90407	0,11053	0,000	0,000	40,500	11,700
15	0,98004	0,04948	0,000	0,000	14,000	4,700
16	0,97913	0,04020	0,000	0,000	18,300	7,400
17	0,97768	0,03956	0,000	0,000	22,600	5,500
18	0,95871	0,03419	0,000	0,000	24,200	8,200
19	0,95045	0,03785	0,000	0,000	25,600	10,900
20	0,93738	0,04570	0,000	0,000	42,900	1,600
21	0,91000	0,08282	90,000	-168,409	0,000	0,000
22	0,93446	0,04255	0,000	0,000	24,800	12,700
23	0,94445	0,04401	0,000	0,000	35,000	16,000
24	0,93000	0,07206	25,000	52,804	23,800	10,500
25	0,98445	-0,02981	0,000	0,000	18,700	15,000
26	1,02481	0,01731	0,000	0,000	-573,400	-345,000
27	1,03481	-0,00008	0,000	0,000	7,000	4,000
28	1,02284	0,01438	0,000	0,000	35,900	10,900
29	1,02013	0,01176	0,000	0,000	35,800	15,600
30	1,01387	0,02157	0,000	0,000	16,400	10,000
31	1,00557	-0,00615	0,000	0,000	12,000	6,000
32	1,00392	-0,00765	0,000	0,000	37,000	27,500
33	1,02000	0,05531	410,300	-23,510	0,000	0,000
34	1,02766	-0,01539	0,000	0,000	26,600	9,700
35	0,98191	-0,07618	0,000	0,000	20,500	8,000
36	0,97289	-0,08886	0,000	0,000	28,200	10,900
37	0,97268	-0,08953	0,000	0,000	31,900	11,000
38	1,02000	0,06248	200,400	145,266	11,600	3,200
39	1,01418	0,02355	0,000	0,000	57,900	22,100

40	1,01000	0,02969	59,200	-70,985	0,000	0,000
41	1,01191	0,01839	0,000	0,000	38,300	25,000
42	1,01425	0,01846	0,000	0,000	33,500	18,700
43	1,01425	0,01834	0,000	0,000	12,700	6,400
44	1,01404	0,01824	0,000	0,000	21,200	10,600
45	1,01002	0,00930	0,000	0,000	87,000	44,000
46	1,01860	0,01353	0,000	0,000	28,900	11,700
47	1,00581	0,00037	0,000	0,000	100,300	32,100
48	1,00468	-0,00187	0,000	0,000	67,100	32,700
49	1,00368	-0,00171	0,000	0,000	48,300	24,100
50	1,00216	-0,00302	0,000	0,000	22,500	13,700
51	1,00452	-0,00221	0,000	0,000	14,400	7,400
52	1,00431	-0,00247	0,000	0,000	32,000	15,600
53	1,00453	-0,00229	0,000	0,000	32,800	14,800
54	1,01112	0,01772	0,000	0,000	36,900	19,100
55	1,03818	-0,00230	0,000	0,000	6,200	2,700
56	0,96759	0,02894	0,000	0,000	73,700	42,500
57	1,03489	-0,00200	0,000	0,000	17,200	7,800
58	1,03308	-0,00377	0,000	0,000	31,700	17,500
59	1,00493	-0,04387	0,000	0,000	27,500	20,600
60	1,00994	-0,07257	0,000	0,000	28,600	18,800
61	0,97628	-0,08232	0,000	0,000	39,000	27,300
62	0,98680	-0,09268	0,000	0,000	31,200	19,100
63	0,98789	-0,10197	0,000	0,000	41,600	-39,700
64	0,98709	-0,10274	0,000	0,000	11,300	7,000
65	1,01427	0,00135	0,000	0,000	46,800	6,500
66	1,00976	0,00913	0,000	0,000	50,700	23,800
67	1,00773	-0,00615	0,000	0,000	13,600	7,400
68	0,98567	-0,02900	0,000	0,000	0,000	0,000
69	0,98726	-0,02721	0,000	0,000	39,800	23,400
70	0,99627	-0,01810	0,000	0,000	30,400	15,600
71	0,98769	-0,10214	0,000	0,000	11,300	7,000
72	0,98864	-0,00398	0,000	0,000	16,000	2,700

Tabel 4.11
 Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Sebelum Optimasi

Bus		Daya		Bus		Daya	
Dari	Ke	MW	MVAR	Dari	Ke	MW	MVAR
1	27	18,741	82,875	27	1	-18,653	-82,997
1	45	-20,462	203,907	45	1	21,735	-202,515
1	55	116,607	39,769	55	1	-116,495	-39,799
1	57	96,881	123,858	57	1	-96,651	-123,594
2	5	226,704	4,152	5	2	-203,555	3,021
2	7	320,596	40,101	7	2	-315,376	25,070
3	4	25,424	13,561	4	3	-25,400	-14,800
3	8	-183562	92,100	8	3	187,358	-83,352
3	15	152,063	-24,662	15	3	-149,687	24,364
3	16	162,858	47,319	16	3	-161,571	-45,033
3	38	-183784	-140,418	38	3	188,800	142,066
5	6	86,144	2,288	6	5	-85,294	-9,700
5	11	92,111	-9,609	11	5	-91,202	8,748
6	13	9,877	-6,713	13	6	-9,817	2,495
6	14	34917	2,013	14	6	-34,656	-2,921
7	8	291,639	15,398	8	7	-284,999	3,368
7	9	17,537	7,572	9	7	-17,500	-8,700
8	10	59,040	63,684	10	8	-57,928	-66,064
10	12	14,975	27,503	12	10	-14,781	-28,639
10	13	1,554	22,961	13	10	-1,337	-25,592
11	13	72,202	-13,448	13	11	-71,544	11,394
12	13	-13,219	19,339	13	12	13,319	-20,552
13	14	5,879	5,455	14	13	-5,844	-8,779
15	16	107,250	-122,048	16	15	-106,018	122,022
15	23	28,438	92,983	23	15	-27,920	-98,453
16	17	22,630	4,450	17	16	-22,600	-5,500
16	18	21,460	33,356	18	16	-21,213	-34,187
16	19	15,555	39,868	19	16	-15,192	-40,719
16	45	115,552	-205,296	45	16	-112,606	214,713
16	56	74,093	43,234	56	16	-73,700	-42,500
18	19	-2,987	25,987	19	18	3,057	-26,768
19	20	-13,465	56,587	20	19	13,728	-58,640
20	21	-88,635	129,829	21	20	90,722	-125,765
20	22	24,840	11,098	22	20	-24,800	-12,700
20	23	7,167	-83,887	23	20	-7,080	82,453
21	24	-0,722	-42,644	24	21	1,200	42,304
25	68	-7,426	-7,806	68	25	7,431	3,977
25	69	-11,274	-7,194	69	25	11,289	6,212
26	27	137,985	120,139	27	26	-137,228	120,381
26	28	35,938	10,670	28	26	-35,900	-10,900

26	29	35,879	15,158	29	26	-35,800	-15,600
26	30	16,618	9,306	30	26	-16,400	-10,000
26	31	49,198	32,009	31	26	-49,021	-32,186
26	39	-22,680	88,387	39	26	22,996	-89,293
26	42	0,921	105,453	42	26	-0,791	-107,408
26	46	117,622	122,747	46	26	-117,373	-122,872
26	65	121,353	47,577	65	26	-120,850	-46,302
26	66	80,567	34,012	66	26	-80,103	-34,074
27	57	148,882	41,384	57	27	-148,815	40,709
31	32	37,021	26,186	32	31	-37,000	-27,500
33	39	410,300	23,510	39	33	-407,054	33,516
34	35	83,063	27,840	35	34	-80,929	-24,785
34	55	-109,663	37,540	55	34	110,295	37,099
35	36	29,133	8,277	36	35	-28,977	-9,470
35	37	31,297	8,508	37	35	-31,123	-9,611
36	37	0,777	1,430	37	36	-0,777	-1,389
39	40	-59,009	70,472	40	39	59,200	-70,985
39	41	134,112	16,857	41	39	-133,899	-16,723
39	42	251,056	53,652	42	39	-250,799	54,336
41	45	95,599	8,277	45	41	-95,347	7,719
42	43	12,701	13,987	43	42	-12,700	-6,400
42	44	21,204	3,074	44	42	-21,200	-10,600
42	45	147,185	32,986	45	42	-146,875	-33,508
42	54	37,001	18,477	54	42	-36,900	-19,100
45	46	-88,197	111,870	46	45	88,473	111,172
45	47	318,290	78,921	47	45	-317,657	-76,650
45	72	16,001	2,540	72	45	-16,000	-2,700
47	48	217,357	44,550	48	47	-217,211	-44,177
48	49	70,893	36,647	49	48	-70,817	-36,783
48	51	46,414	12,130	51	48	-46,405	-3,175
48	53	32,804	13,041	53	48	-32,800	-14,800
49	50	22,517	12,683	50	49	-22,500	-13,700
51	52	32,005	4,225	52	51	-32,000	-15,600
57	58	31,725	16,495	58	57	-31,700	-17,500
57	59	196,541	58,589	59	57	-193,145	-52,604
59	60	165,645	32,004	60	59	-163,835	-29,476
60	61	39,244	23,581	61	60	-39,000	-27,300
60	62	95,991	12,905	62	60	-95,591	9,094
62	63	64,391	28,194	63	62	-64,205	27,068
63	64	11,304	5,883	64	63	-11,300	-7,000
63	71	11,301	6,750	71	63	-11,300	-7,000
65	66	74,050	39,802	66	65	-73,933	-39,864
66	67	13,614	4,572	67	66	-13,600	-7,400
66	70	89,722	45,566	70	66	-89,169	-46,402

68	69	-7,431	3,977	69	68	7,436	2,964
69	70	-58,525	32,577	70	69	58,769	30,802

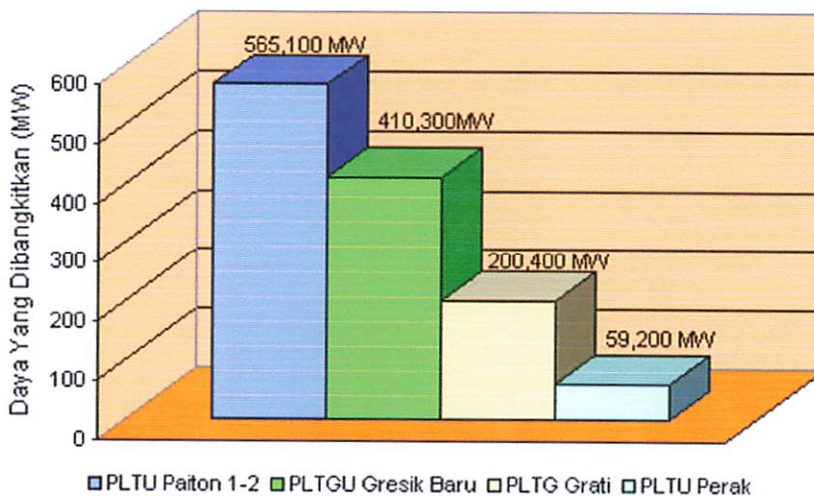
Tabel 4.12
Total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Sebelum Optimasi

Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi	
1561,766MW	438,629MVAR	1480,5MW	521,9MVAR	81,266MW	-83,270MVAR

Tabel 4.13
Hasil Perhitungan Daya Yang dibangkitkan dan Biaya Operasi Sebelum Optimasi

No	Nama Pembangkit	Daya Yang Dibangkitkan (MW)	Biaya Operasi (Rp/Jam)
1	PLTU Paiton 1-2	565,100	3.099.758,435
2	PLTGU Gresik Baru	410,300	990.805,106
3	PLTG Grati	200,400	997.645,199
4	PLTU Perak	59,200	852.320,896
Total		1235,000	5.940.529,636

Grafik 4.1
Hasil Perhitungan Daya yang Dibangkitkan Sebelum Optimasi



Tabel 4.14
 Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan dan Daya Pada Setiap Bus
 Setelah Optimasi

No	Tegangan (pu)	Sudut tegangan	Pembangkitan		Pembebanan	
			MW	MVAR	MW	MVAR
1	1,04742	0,00000	349,573	161,913	0,000	0,000
2	1,05000	0,10983	439,628	35,781	17,800	8,800
3	1,03006	-0,00122	0,000	0,000	27,000	12,100
4	1,02808	-0,00310	0,000	0,000	25,400	14,800
5	0,95939	0,04324	0,000	0,000	25,300	4,300
6	0,94844	0,00370	0,000	0,000	40,500	14,400
7	1,03450	0,07457	0,000	0,000	6,200	2,100
8	1,01698	0,02576	0,000	0,000	38,600	16,300
9	1,03014	0,06974	0,000	0,000	17,500	8,700
10	0,97916	-0,00233	0,000	0,000	41,400	15,600
11	0,95440	0,01592	0,000	0,000	19,000	4,700
12	0,96011	-0,01282	0,000	0,000	28,000	9,300
13	0,95155	-0,00809	0,000	0,000	63,500	26,800
14	0,94062	-0,01717	0,000	0,000	40,500	11,700
15	1,02554	-0,01041	0,000	0,000	14,000	4,700
16	1,02517	-0,01222	0,000	0,000	18,300	7,400
17	1,02379	-0,01280	0,000	0,000	22,600	5,500
18	1,02285	-0,02355	0,000	0,000	24,200	8,200
19	1,02561	-0,02409	0,000	0,000	25,600	10,900
20	1,03119	-0,02377	0,000	0,000	42,900	1,600
21	1,05000	-0,01069	69,927	83485	0,000	0,000
22	1,02857	-0,02638	0,000	0,000	24,800	12,700
23	1,02917	-0,02332	0,000	0,000	35,000	16,000
24	1,03937	-0,00332	27,967	-18,223	23,800	10,500
25	1,00967	-0,03970	0,000	0,000	18,700	15,000
26	1,04871	0,00528	0,000	0,000	-573,400	-345,000
27	1,04543	-0,00238	0,000	0,000	7,000	4,000
28	1,04678	0,00248	0,000	0,000	35,900	10,900
29	1,04414	-0,00001	0,000	0,000	35,800	15,600
30	1,03802	0,00933	0,000	0,000	16,400	10,000
31	1,03000	-0,01711	0,000	0,000	12,000	6,000
32	1,02839	-0,01853	0,000	0,000	37,000	27,500
33	1,05000	0,03736	393,237	-13,023	0,000	0,000
34	1,03521	-0,01518	0,000	0,000	26,600	9,700
35	0,98999	-0,07507	0,000	0,000	20,500	8,000
36	0,98106	0,08755	0,000	0,000	28,200	10,900
37	0,98086	-0,08820	0,000	0,000	31,900	11,000
38	1,04607	0,00239	150,000	60,048	11,600	3,200

39	1,04380	0,00880	0,000	0,000	57,900	22,100
40	1,04825	0,01539	100,000	29,527	0,000	0,000
41	1,04091	0,00336	0,000	0,000	38,300	25,000
42	1,04275	0,00398	0,000	0,000	33,500	18,700
43	1,04275	0,00386	0,000	0,000	12,700	6,400
44	1,04255	0,00377	0,000	0,000	21,200	10,600
45	1,03749	-0,00657	0,000	0,000	87,000	44,000
46	1,04390	0,00004	0,000	0,000	28,900	11,700
47	1,03350	-0,01505	0,000	0,000	100,300	32,100
48	1,03244	-0,01718	0,000	0,000	67,100	32,700
49	1,03147	-0,01703	0,000	0,000	48,300	24,100
50	1,03000	-0,01827	0,000	0,000	22,500	13,700
51	1,03230	-0,01751	0,000	0,000	14,400	7,400
52	1,03210	-0,01775	0,000	0,000	32,000	15,600
53	1,03231	-0,01758	0,000	0,000	32,800	14,800
54	1,03971	0,00327	0,000	0,000	36,900	19,100
55	1,04562	-0,00226	0,000	0,000	6,200	2,700
56	1,01418	-0,02248	0,000	0,000	73,700	42,500
57	1,04465	-0,00368	0,000	0,000	17,200	7,800
58	1,04286	-0,00542	0,000	0,000	31,700	17,500
59	1,01515	-0,04478	0,000	0,000	27,500	20,600
60	0,99911	-0,07291	0,000	0,000	28,600	18,800
61	0,98690	-0,08246	0,000	0,000	39,000	27,300
62	0,99732	-0,09260	0,000	0,000	16,000	19,100
63	0,99840	-0,10171	0,000	0,000	41,600	-39,700
64	0,99761	-0,10246	0,000	0,000	11,300	7,000
65	1,03850	-0,00996	0,000	0,000	46,800	6,500
66	1,03414	-0,00673	0,000	0,000	50,700	23,800
67	1,03218	-0,01712	0,000	0,000	13,600	7,400
68	1,01086	-0,03893	0,000	0,000	0,000	0,000
69	1,03742	-0,03721	0,000	0,000	39,800	23,400
70	1,02109	-0,02852	0,000	0,000	30,400	15,600
71	0,99821	-0,10187	0,000	0,000	11,300	7,000
72	1,01237	-0,01505	0,000	0,000	31,200	2,700

Tabel 4.15
 Hasil Perhitungan Aliran Daya Antar Saluran Sesudah Optimasi

Bus		Daya		Bus		Daya	
Dari	Ke	MW	MVAR	Dari	Ke	MW	MVAR
1	27	47,040	23,449	27	1	-47,007	-23,840
1	45	57,714	53,001	45	1	-57,527	-57,011
1	55	116,714	39,420	55	1	-116,442	-39,461
1	57	128,267	46,042	57	1	-128,097	-45,996
2	5	200,552	-0,586	5	2	-183,140	3,061
2	7	221,276	27,567	7	2	-218,882	-22,260
3	4	25,422	13,456	4	3	-25,400	-14,800
3	8	-74,092	65,391	8	3	74,927	-67,080
3	15	77,708	-42,628	15	3	-76984	40,957
3	16	80,449	9,242	16	3	-80,176	-10,592
3	38	-136,487	-57,561	38	3	138,400	56,848
5	6	79,102	1,373	6	5	-78,436	-10,565
5	11	78,738	-8,734	11	5	-78,121	6,570
6	13	6,142	-6,144	13	6	-6,117	1,446
6	14	31,794	2,309	14	6	-31,593	-3,568
7	8	195,147	12,663	8	7	-192,320	-7,119
7	9	17,535	7,497	9	7	-17,500	-8,700
8	10	78,793	57,889	10	8	-77,491	-60,081
10	12	24,734	24,549	12	10	-24,514	-25,734
10	13	11,357	19,932	13	10	-11,158	-22,888
11	13	59,121	-11,270	13	11	-58,712	8,024
12	13	-3,486	16,434	13	12	3,536	-17,944
13	14	8,952	4,563	14	13	-8,907	-8,132
15	16	25,475	-24,590	16	15	-25,423	23,639
15	23	37,509	-21,067	23	15	-37,433	11,159
16	17	22,628	4,344	17	16	-22,600	-5,500
16	18	23,458	-2,879	18	16	-23,409	1,274
16	19	18,462	-7,198	19	16	-18,397	5,064
16	45	-51,334	-57,769	45	16	51,622	58,070
16	56	74,058	43,045	56	16	-73,700	-42,500
18	19	-0,791	-9,474	19	18	0,798	8,322
19	20	-8,001	-24,286	20	19	8,037	20,900
20	21	-73,334	-57,943	21	20	73,929	56,061
20	22	24,833	10,716	22	20	-24,800	-12,700
20	23	-2,426	24,728	23	20	2,433	-27,159
21	24	-4,002	27,424	24	21	4,167	-28,723
25	68	-7,426	-7,906	68	25	7,430	3,877
25	69	-11,274	-7,094	69	25	11,288	6,057
26	27	77,406	12,428	27	26	-77,271	-15,409
26	28	35,936	10,647	28	26	-35,900	-10,900

26	29	35,875	15,112	29	26	-35,800	-15,600
26	30	16,608	9,270	30	26	-16,400	-10,000
26	31	49,188	31,755	31	26	-49,020	-32,112
26	39	-16,228	42,755	39	26	16,305	-44,573
26	42	21,223	57,760	42	26	-21,179	-60,521
26	46	151,571	85,096	46	26	-151,322	-85,289
26	65	121,295	46,837	65	26	-120,817	-45,737
26	66	80,526	33,431	66	26	-80,086	-33,714
27	57	117,278	35,249	57	27	-117,237	-36,053
31	32	37,020	26,112	32	31	-37,000	-27,500
33	39	393,237	-13,023	39	33	-390,430	21,132
34	35	83,020	27,566	35	34	-809,241	-24,667
34	55	-109,620	-37,266	55	34	110,242	36,761
35	36	29,130	8,218	36	35	-28,977	-9,446
35	37	31,294	8,449	37	35	-31,123	-9,587
36	37	0,777	-1,454	37	36	-0,777	-1,413
39	40	-99,772	-29,990	40	39	100,000	29,527
39	41	152,767	28,930	41	39	-152,501	-28,650
39	42	263,229	2,401	42	39	-262,975	-1,760
41	45	114,201	3,650	45	41	-113,863	-3,995
42	43	12,700	-15,150	43	42	-12,700	-6,400
42	44	21,203	-3,854	44	42	-21,200	-10,600
42	45	179,755	44,184	45	42	-179,313	-44,187
42	54	36,995	18,400	54	42	-36,900	-19,100
45	46	-122,158	-74,448	46	45	122,422	73,589
45	47	318,239	75,040	47	45	-317,642	-73,002
45	72	16,001	2,530	72	45	-16,000	-2,700
47	48	217,342	40,902	48	47	-217,205	-40,569
48	49	70,888	36,574	49	48	-70,816	-36,721
48	51	46,413	-14,102	51	48	-46,405	-2,062
48	53	32,804	-14,603	53	48	-32,800	-14,800
49	50	22,516	12,621	50	49	-22,500	-13,700
51	52	32,005	-5,338	52	51	-32,000	-15,600
57	58	31,725	16,473	58	57	-31,700	-17,500
57	59	196,409	57,776	59	57	-193,088	-52,080
59	60	165,588	31,480	60	59	-163,818	-29,123
60	61	39,238	23,470	61	60	-39,000	-27,300
60	62	95,979	-13,147	62	60	-95,587	9,175
62	63	64,387	-28,275	63	62	-64,205	27,098
63	64	11,304	5,858	64	63	-11,300	-7,000
63	71	11,301	6,744	71	63	-11,300	-7,000
65	66	74,017	30,237	66	65	-73,906	-39,360
66	67	13,614	4,429	67	66	-13,600	-7,400
66	70	89,678	44,845	70	66	-89,154	-45,915

68	69	-7,430	-3,877	69	68	7,436	2,810
69	70	-58,523	-32,266	70	69	58,754	30,315

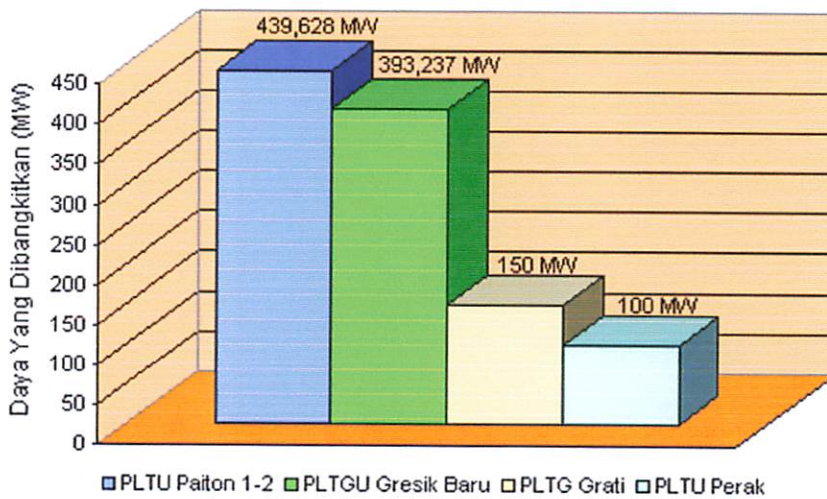
Tabel 4.16
Total Pembangkitan, Pembebanan, dan Rugi-rugi Setelah Optimasi

Pembangkitan		Pembebanan		Rugi-rugi	
1530,33 MW	339,50 MVAR	1480,5 MW	521,9 MVAR	49,832 MW	-182,39MVAR

Tabel 4.17
Hasil Perhitungan Daya Yang dibangkitkan dan Biaya Operasi Setelah Optimasi

No	Nama Pembangkit	Daya Yang Dibangkitkan (MW)	Biaya Operasi (Rp/Jam)
1	PLTU Paiton 1-2	439,628	2.156.790,05
2	PLTGU Gresik Baru	393,237	933.777,42
3	PLTG Grati	150,000	661.057
4	PLTU Perak	100,000	544.795
Total		1082,865	4.296.419,47

Grafik 4.2
Hasil Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Setelah Optimasi



4.3.4. Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Sesudah Optimasi Dengan Program *Optimal Power Flow* Menggunakan Metode *Fuzzy Set*

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

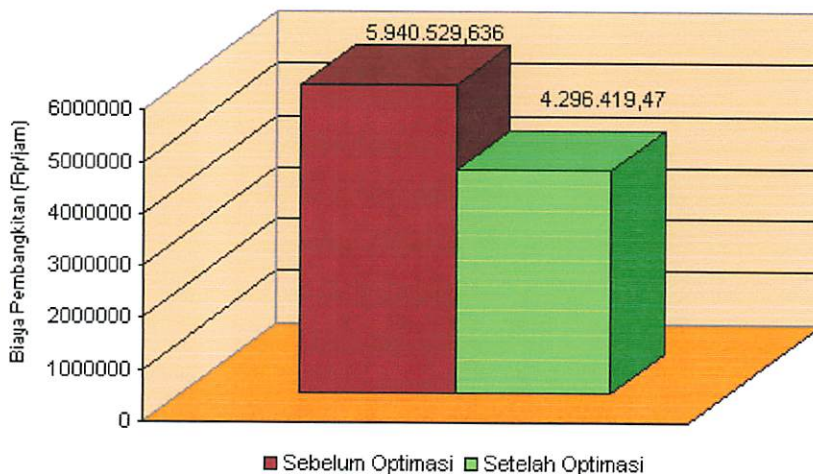
4.3.4.1. Perbandingan Tingkat Optimum Biaya Pembangkitan

Berikut ini adalah tabel yang berisi perbandingan biaya optimum antara perhitungan sebelum dan setelah optimasi.

Tabel 4.18
Perbandingan Tingkat Optimum biaya Pembangkitan

No	Nama Pembangkit	Sebelum Optimasi(Rp/jam)	Setelah Optimasi(Rp/jam)
1	PLTU Paiton 1-2	3.099.758,435	2.156.790,05
2	PLTGU Gresik Baru	990.805,106	933.777,42
3	PLTG Grati	997.645,199	661.057
4	PLTU Perak	852.320,896	544.795
Total		5.940.529,636	4.296.419,47

Grafik 4.3
Tingkat Optimum Biaya Pembangkitan



Dari total perbandingan tingkat optimum di atas dapat dilihat bahwa besarnya biaya produksi sebelum optimasi adalah Rp 5.940.529,636 perjam sedangkan besarnya biaya produksi setelah optimasi adalah Rp 4.296.419,47 perjam jadi selisih antara biaya produksi sebelum dan setelah optimasi adalah Rp 1.644.110,166 perjam (terjadi penghematan sebesar 38,2 %).

4.3.4.2. Perbandingan Tingkat Tegangan Pada Setiap Bus

Tabel 4.19
Perbandingan Tingkat Tegangan Pada Setiap Bus

Bus	Sebelum Optimasi		Setelah Optimasi	
	Volt(pu)	Sudut	Volt(pu)	Sudut
1	1,04000	0,00000	1,04742	0,00000
2	1,03000	0,25962	1,05000	0,10983
3	0,99339	0,06313	1,03006	-0,00122
4	0,99133	0,06111	1,02808	-0,00310
5	0,92462	0,18193	0,95939	0,04324
6	0,91250	0,13547	0,94844	0,00370
7	1,00770	0,20612	1,03450	0,07457
8	0,98318	0,12824	1,01698	0,02576
9	1,00320	0,20103	1,03014	0,06974
10	0,94395	0,10871	0,97916	-0,00233
11	0,91865	0,14749	0,95440	0,01592
12	0,92412	0,10435	0,96011	-0,01282
13	0,91528	0,11578	0,95155	-0,00809
14	0,90407	0,11053	0,94062	-0,01717
15	0,98004	0,04948	1,02554	-0,01041
16	0,97913	0,04020	1,02517	-0,01222
17	0,97768	0,03956	1,02379	-0,01280
18	0,95871	0,03419	1,02285	-0,02355
19	0,95045	0,03785	1,02561	-0,02409
20	0,93738	0,04570	1,03119	-0,02377
21	0,91000	0,08282	1,05000	-0,01069
22	0,93446	0,04255	1,02857	-0,02638
23	0,94445	0,04401	1,02917	-0,02332
24	0,93000	0,07206	1,03937	-0,00332
25	0,98445	-0,02981	1,00967	-0,03970
26	1,02481	0,01731	1,04871	0,00528

27	1,03481	-0,00008	1,04543	-0,00238
28	1,02284	0,01438	1,04678	0,00248
29	1,02013	0,01176	1,04414	-0,00001
30	1,01387	0,02157	1,03802	0,00933
31	1,00557	-0,00615	1,03000	-0,01711
32	1,00392	-0,00765	1,02839	-0,01853
33	1,02000	0,05531	1,05000	0,03736
34	1,02766	-0,01539	1,03521	-0,01518
35	0,98191	-0,07618	0,98999	-0,07507
36	0,97289	-0,08886	0,98106	0,08755
37	0,97268	-0,08953	0,98086	-0,08820
38	1,02000	0,06248	1,04607	0,00239
39	1,01418	0,02355	1,04380	0,00880
40	1,01000	0,02969	1,04825	0,01539
41	1,01191	0,01839	1,04091	0,00336
42	1,01425	0,01846	1,04275	0,00398
43	1,01425	0,01834	1,04275	0,00386
44	1,01404	0,01824	1,04255	0,00377
45	1,01002	0,00930	1,03749	-0,00657
46	1,01860	0,01353	1,04390	0,00004
47	1,00581	0,00037	1,03350	-0,01505
48	1,00468	-0,00187	1,03244	-0,01718
49	1,00368	-0,00171	1,03147	-0,01703
50	1,00216	-0,00302	1,03000	-0,01827
51	1,00452	-0,00221	1,03230	-0,01751
52	1,00431	-0,00247	1,03210	-0,01775
53	1,00453	-0,00229	1,03231	-0,01758
54	1,01112	0,01772	1,03971	0,00327
55	1,03818	-0,00230	1,04562	-0,00226
56	0,96759	0,02894	1,01418	-0,02248
57	1,03489	-0,00200	1,04465	-0,00368
58	1,03308	-0,00377	1,04286	-0,00542
59	1,00493	-0,04387	1,01515	-0,04478
60	1,00994	-0,07257	0,99911	-0,07291
61	0,97628	-0,08232	0,98690	-0,08246
62	0,98680	-0,09268	0,99732	-0,09260
63	0,98789	-0,10197	0,99840	-0,10171
64	0,98709	-0,10274	0,99761	-0,10246
65	1,01427	0,00135	1,03850	-0,00996
66	1,00976	0,00913	1,03414	-0,00673
67	1,00773	-0,00615	1,03218	-0,01712
68	0,98567	-0,02900	1,01086	-0,03893
69	0,98726	-0,02721	1,03742	-0,03721
70	0,99627	-0,01810	1,02109	-0,02852

71	0,98769	-0,10214	0,99821	-0,10187
72	0,98864	-0,00398	1,01237	-0,01505

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa tegangan pada setiap bus masih dalam batas yang diperbolehkan (antara +5% dan - 5% dari tegangan nominalnya).

4.3.4.3. Perbandingan Tingkat Rugi Daya Pada Saluran

Untuk rugi-rugi daya pada saluran sebelum dioptimasi adalah 81,266 MW dan - 83,270 MVAR, sedangkan perhitungan rugi-rugi daya setelah optimasi adalah 49,832 MW dan -182,392 MVAR. Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa rugi-rugi daya yang ada sebelum dan sesudah optimasi terjadi penurunan yaitu sebesar 31,334 MW dan 99,122 MVAR.

Tabel 4.20
Perbandingan Rugi-Rugi Daya

No	Rugi – Rugi Daya	DAYA	
		Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)
1	Sebelum Optimasi	81,266	- 83,270
2	Setelah Optimasi	49,832	-182,392
Selisih		31,334	99,122

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Set*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan *loadflow* awal (sebelum optimasi) menggunakan metode Newton Rapshon, maka total daya yang dibangkitkan sebesar 1561,766 MW, total pembebanan 1480,5 MW dan rugi-ruginya sebesar 81,266 MW.
2. Setelah dilakukan optimasi menggunakan metode *Fuzzy Set* maka *loadflow* akhirnya (setelah optimasi), untuk total daya pembangkitan sebesar 1530,33 MW, total pembebanan sebesar 1480,5 MW dan rugi-ruginya sebesar 49,832 MW.
3. Total biaya pembangkitan sebelum optimasi sebesar Rp 5.940.529,636 perjam, sedangkan setelah optimasi biaya pembangkitan sebesar Rp 4.296.419,47 perjam, sehingga selisih antara biaya produksi sebelum dan setelah optimasi adalah sebesar Rp 1.644.110,166 perjam atau terjadi penghematan sebesar 38,2 %.

5.2. Saran

Diharapkan penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas pembahasan, minimal mengganti area penelitian, serta membahas kapasitas saluran, biaya *start up* dan *shut down*, Serta masalah *Spinning Reserve* sehingga hasil yang diperoleh dari penelitian lebih lengkap dan akurat, karena menyertakan seluruh komponen yang berhubungan dengan masalah optimalisasi dalam penyaluran daya listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wood, Allen J, Power "*Generation Operation And Control*", 2nd ed, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1996.
- [2]. G. Xiaohong, Edwin Liu. W.H, Papelexopoulos.Alex.D,"*Application of a Fuzzy Set Method in an Optimal Power Flow*",Pacific Gas and Electric Company, San Francisco, CA 94111.
- [3]. Marsudi, Djiteng, "*Operasi Sistem Tenaga Listrik*", Balai Penerbit & Humas ISTN, Jakarta,1990.
- [4]. Syafena, Jatri, Skripsi, "*Economic Dispatch Dengan Optimasi Daya Aktif dan Reaktif Pada pembangkit Thermal di Area IV*",2002
- [5]. Bakirtzis, Anastasios G, Pandel N. Biskas, Christoforos E. Zoumas, Vasilios Petridis, "*Optimal Power Flow by Enhanced Genetic Algorithm*", IEEE Transactions On Power System, vol.17. No.2. May 2002.
- [6]. Kulworawanichpong T, Sujitjorn S, "*Optimal Power Flow Using Tabu Search*", IEEE Power Engineering Review, June 2002.
- [7]. H. W. Dommel and W. F. Tinney, "Optimal Power Flow Solutions," *IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-87, Oct. 1968,pp. 1866-1876
- [8]. Nagrath, I.J. And Kothari D.P., "*Modern Power System Analysis*", New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- [9]. Juliato, Patria, Skripsi," *Optimal Power Flow Menggunakan Metode Enhanced Genetic Algorithm Pada Sub-Sistem 150 kV Paiton-Bali*",2004.
- [10]. Data pembangkitan dan Pembebanan Sub-Sistem 150 KV Region IV Jawa Timur tanggal 21 juni 2006 Pukul 18.00 WIB, PT. PLN(Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali, Waru.

LAMPYRAN



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : **JOKO WAHYUDIANTO**
N.I.M. : **00.12.021**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**
Judul Skripsi : **OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN
METODE FUZZY SET PADA SUB-SISTEM 150 kV
REGION IV PT. PLN P3B**

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

Hari : **Rabu**
Tanggal : **21 Maret 2007**
Dengan Nilai : **80,75 (A)** *By*



(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
Ketua

Panitia Ujian

(Ir. F. Yudi Limpraptono, MT)
Sekretaris

Anggota Penguji

(Ir. Choirul Saleh, MT)
Penguji Pertama

(Bambang Prio Hartono, ST, MT)
Penguji Kedua



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Rabu
Tanggal : 21 Maret 2007

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : JOKO WAHYUDIANTO
2. NIM : 00.12.021
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : *Optimal Power Flow* Menggunakan Metode *Fuzzy Set* Pada Sub-Sistem 150 kV Region IV PT. PLN P3B

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Paraf
1	Perbaikan Abstraksi	
2	Perbaikan BAB I (Rumusan Masalah)	
3	Perbaikan BAB IV (Pemandangan Flowchart ke BAB III)	

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. Choirul Saleh, MT
NIP. Y. 101 8800 190

Penguji II

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP. Y. 102 8400 082

Dosen Pembimbing

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



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Joko Wahyudianto
 NIM : 00.12.021
 Semester :
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
 Alamat :

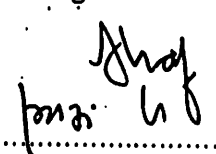
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat *SKRIPSI Tingkat Sarjana*. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

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

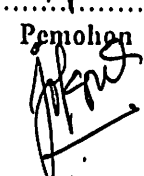
1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah ≥ 134 sks dengan IPK ≥ 2 dan tidak ada nilai E (.....)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

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

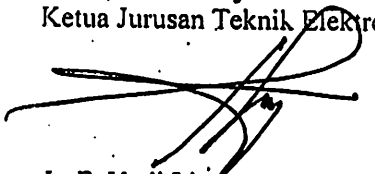
Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro

(.....

))

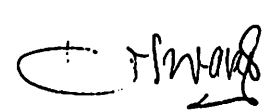
Malang, 20-April2006

Permohonan

 (.....
Joko Wahyudianto
))

Disetujui
 Ketua Jurusan Teknik Elektro


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

Mengetahui
 Dosen Wali


 (.....
Ir. I Made Warhana, MT
))


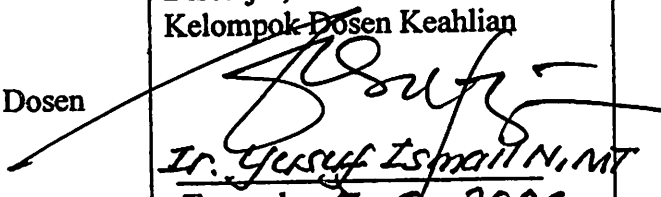
Catatan :

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

1. IPK 327.5 / 137 = 2.40
2.
3. - 6 praktikum



FORMULIR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO/T. ENERGI LISTRIK S-1

1.	Nama Mahasiswa : Joko Wahyudianto	Nim : 00.12.021		
2.	Waktu Pengajuan :	Tanggal 24	Bulan 05	Tahun 06
Spesifikasi Judul *)				
3.	<input checked="" type="radio"/> a. Sistem Tenaga Elektrik <input type="radio"/> b. Mesin-Mesin Elektrik & Elda <input type="radio"/> c. Sistem Pemb. Energi Elektrik		<input type="radio"/> d. Sistem Kendali <input type="radio"/> e. Teknik Tegangan Tinggi <input type="radio"/> f. Lainnya	
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Kelompok Dosen Keahlian **)		Ketua Jurusan,  <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> Nip. Y. 1039500274	
5.	Judul yang diajukan mahasiswa	OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE FUZZY SET PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV SUB SISTEM PAITON - BALI		
6.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian			
7.	Cacatan : <i>Case study di survei ditempat selain Sistem Transmisi Paiton - Bali.</i>			
8.	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Kelompok Dosen Keahlian		Disetujui, Kelompok Dosen Keahlian  <u>Ir. Yusuf Ismail N, MT</u> Tanggal : 5-6-2006	

Perhatian :

1. Formulir Pengajuan ini harap dikembalikan ke Jurusan paling lambat *satu minggu* setelah disetujui Kelompok Dosen Keahlian dengan dilampirkan Proposal Skripsi beserta persyaratan Skripsi sesuai Form. S-1.
2. *) dilingkari a, b, c,atau f, sesuai bidang Keahlian.
3. **) diisi oleh Jurusan.



Malang, Mei 2006

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

Kepada : Yth. Bapak/Ibu. Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Dosen Jurusan Elektro/ T.Energi Listrik
Institut Teknologi Nasional Malang
di-
Malang

Yang bertandatangan di bawah ini :

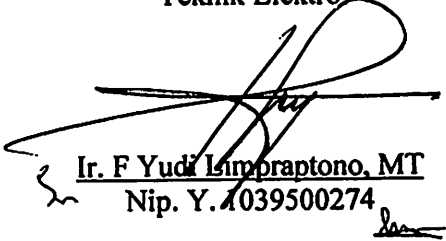
Nama : Joko Wahyudianto
Nim : 00.12.021
Semester : XII (Dua Belas)
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-I

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

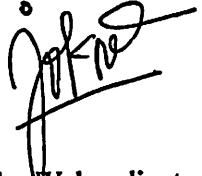
**OPTIMAL POWER FLOW
MENGUNAKAN METODE *FUZZY SET*
PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV
PAITON – BALI**

Seperti proposal terlampir.
Adapun Tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Elektro.
Demikian permohonan kami, atas kesediaan Bapak / ibu kami ucapkan terimakasih.

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Teknik Elektro


Ir. F Yudi Simpraptono, MT
Nip. Y. 4039500274

Malang, 6 Juni 2006
Pemohon,


Joko Wahyudianto
Nim : 00.12.021



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PERNYATAAN KESEDIAAN SEBAGAI DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI

Sesuai dengan Permohonan Mahasiswa :


Nama : Joko Wahyudianto
Nim : 00.12.021
Semester : XII (Dua Belas)
Jurusan : Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik S-I

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

OPTIMAL POWER FLOW MENGGUNAKAN METODE FUZZY SET PADA SALURAN TRANSMISI 150 kV REGION IV PT. PLN P3B

Demikian pernyataan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 7 Juni 2006
Yang Membuat Pernyataan,



Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Nip. P. 1018800189

Catatan :

1. Formulir ini supaya segera diserahkan mahasiswa ybs. ke jurusan untuk diproses jadwal Praseminar yang pelaksanaannya satu bulan setelah di tanda tangani Dosen ybs
2. ^{*)} Coret yang tidak perlu

Form. S - 3b



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : JOKO WAHYUDIANTO
Nim : 00.12.021
Masa Bimbingan : 22 Juni 2006 s/d 22 Juni 2007
Skripsi : *OPTIMAL POWER FLOW* MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY SET* PADA SUB-SISTEM 150 kV REGION IV
PT. PLN P3B

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	01-03-2007	Konsultasi bab I, II	
2.	03-03-2007	Konsultasi perbaikan bab I & II sekaligus pengajuan bab III	
3.	05-03-2007	Konsultasi perbaikan bab III & melakukan test uji validasi	
4.	06-03-2007	Cek kembali error hasil uji validasi dengan jurnal	
5.	07-03-2007	Konsultasi hasil error uji validasi dan pengajuan bab IV	
6.	08-03-2007	Konsultasi perbaikan bab IV dan pengajuan makalah seminar	
7.	10-03-2007	Periksa kembali selisih biaya program, apakah sudah optimal	
8.	13-03-2007	Acc makalah seminar hasil	
9.	17-03-2007	Konsultasi seluruh bab dan Acc Ujian Skripsi	

Malang, Maret 2007
Dosen Pembimbing,

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Nip. Y. 101 8800/189



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

Facsimile : (031) 7882578, 7881024

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

Kotak Pos : 4119 SBS

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

Nomor : 180 /330/RJTB/2006.
Surat Sdr. No. : ITN-1720/III.TA/2/2006.
Lampiran : 1 (satu) lampiran.
Perihal : Ijin Survey/ Pengambilan Data.

24 JUL 2006

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Teknik.
Institut Teknologi Nasional Malang
Di
MALANG

Menunjuk surat Saudara nomor : ITN-1720/III.TA/2/2006 tanggal 31 Mei 2006 perihal : Survey/ Permintaan Data, dengan ini diberitahukan bahwa kami tidak keberatan untuk memberikan ijin kepada Mahasiswa Saudara, bernama :

• **JOKO WAHYUDIANTO**

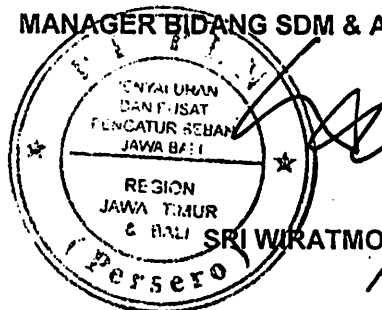
Nim : 00.12.021

Untuk melakukan Pengambilan Data pada PT. PLN (Persero) P3B Region Jawa Timur dan Bali Bidang OPHAR, 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.

MANAGER BIDANG SDM & ADMINISTRASI,



Tembusan Yth. :

1. M.SDMO PT PLN (Persero) P3B.
2. MOPHAR PT PLN (Persero) RJTB.
3. Sdr. Joko Wahyudianto
4. AsMan Operasi.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Joko Wahyudianto
Pria/ Wanita : Pria
Tempat / Tanggal lahir : Pangkalan Bun / 21 Maret 1982
Alamat / No. telepon : Jl. JOYO GRAND BLOK 66 NO 17
Malang Jawa-timur / 08563553882
Pekerjaan : Mahasiswa

Dengan ini saya menerangkan bahwa :

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

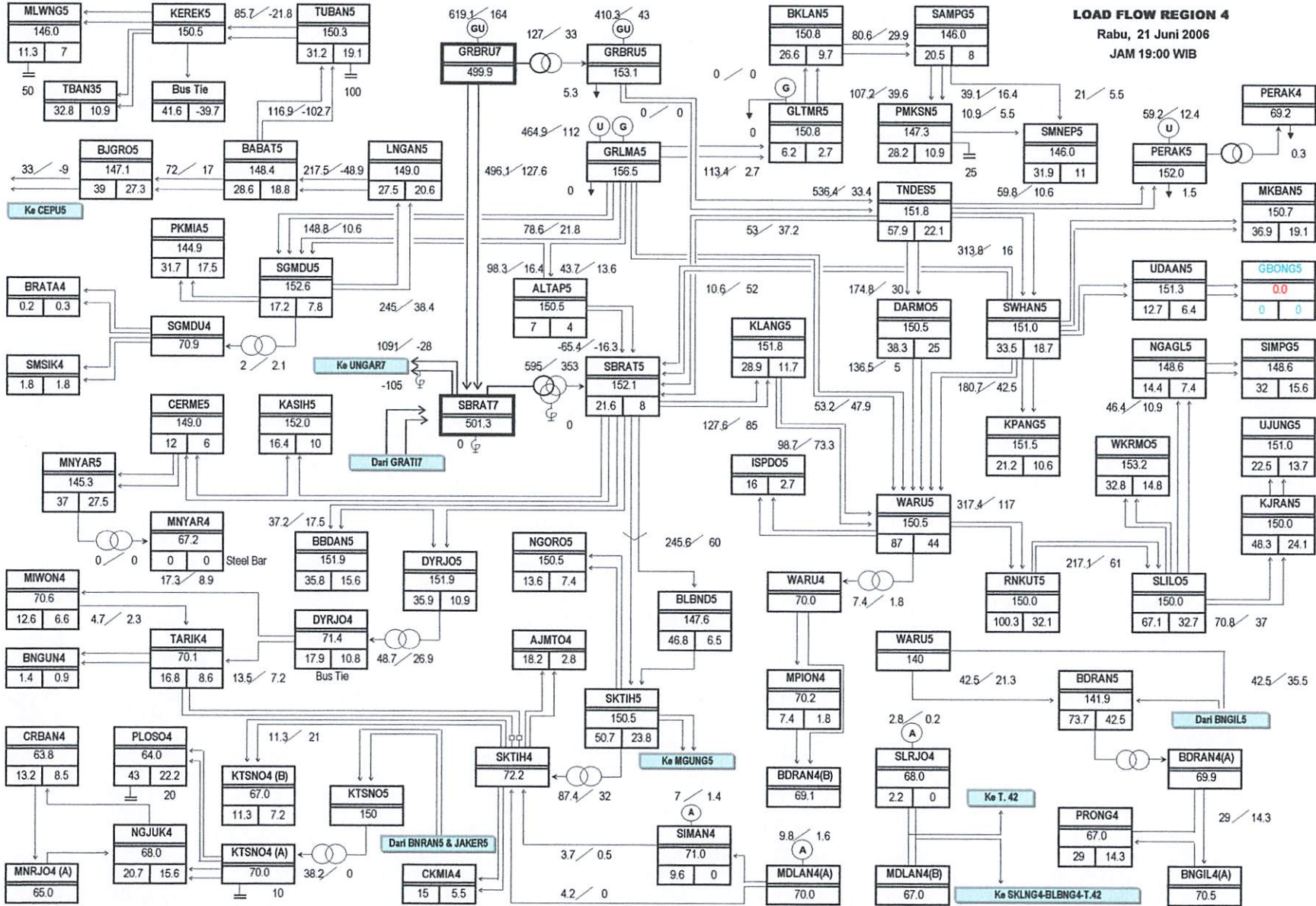
Surabaya, 1 Juni 2006
Yang membuat pernyataan



LOAD FLOW REGION 4

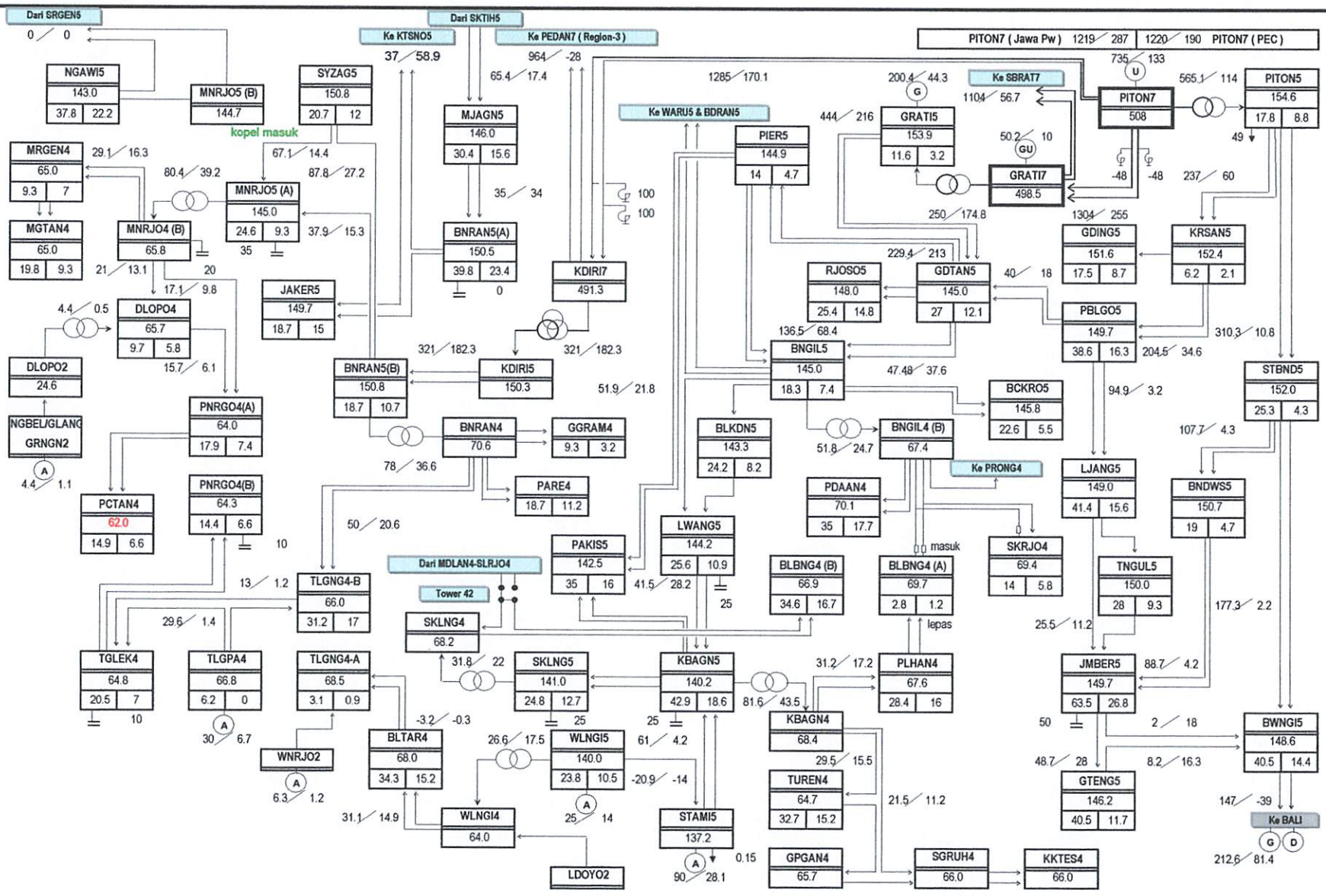
Rabu, 21 Juni 2006

JAM 19:00 WIB



GI Skth pht 70 kV Tarik-1,2	GI Mnrgo Koppel Bus 150 kV	GI Pnrgo Koppel Bus 70 kV	Pmrt 150 kV Pht Bigro-1,2 di Cepu	-
GI Bibng pht 70 kV Pihan-1,2	GI Mnrgo Koppel Bus 70 kV	GI Tngng Koppel Bus 70 kV	-	-
GI Skrjo pht 70 kV Bngil-Bibng-2	GIS Waru Koppel Bus 150 kV	GI Ktsno Koppel Bus 70 kV	-	-

CATATAN :
 Beban Pembangkit = netto
 P.S hanya untuk diketahui.



DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirtit	Dari	Ke	No. Sirtit	Data Penghantar		I Nom (Amp)	Tap CT		Tap WT		R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVsikm)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z rad (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Teg (kV)	Jarak (km)		Dari	Ke	Dari	Ke													
			(1)	(2)							(3)	(4)	(5)	(6)=2(x)(3)	(7)=(2)(x)(4)	(8)=(2)(x)(5)	(9)=akar (6) ² +(7) ²	(10)=(1) ² /100	(11)=(9)/(10)	(12)=(6)/(10)	(13)=(7)/(10)	(14)=(8)/(kV ²)0,1975	(15)=(1)(x)(A)x1,732/1000

1. UPT Surabaya

1	WARUS	SMHANS	1	150	10,730	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0586	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	SMHANS	2	150	10,730	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0586	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	KRPLG5	1	150	10,740	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0586	0,2815	4,0740	0,6294	3,0233	43,7548	3,0881	225,0000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	384,5040
1	WARUS	KRPLG5	2	150	10,740	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0586	0,2815	4,0740	0,6294	3,0233	43,7548	3,0881	225,0000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	384,5040
1	WARUS	GSRK5	1	150	24,700	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0586	0,2815	4,0740	1,4474	6,9531	100,6278	7,1021	225,0000	0,0316	0,0064	0,0309	0,0226	384,5040
1	WARUS	GSRK5	2	150	24,700	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	0,0586	0,2815	4,0740	1,4474	6,9531	100,6278	7,1021	225,0000	0,0316	0,0064	0,0309	0,0226	384,5040
1	WARUS	DGRANS	1	150	10,670	ACSR	340 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	1,2905	4,2712	30,4415	4,4505	225,0000	0,0198	0,0056	0,0190	0,0069	192,2520
1	WARUS	DGRANS	2	150	10,670	ACSR	340 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	1,2905	4,2712	30,4415	4,4505	225,0000	0,0198	0,0056	0,0190	0,0069	192,2520
1	WARUS	RKUTU5	1	150	4,780	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	2000	2000	0,0586	0,2815	4,0740	0,2789	1,3399	19,3922	1,9687	225,0000	0,0061	0,0012	0,0060	0,0044	384,5040
1	WARUS	RKUTU5	2	150	4,780	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	2000	2000	0,0586	0,2815	4,0740	0,2789	1,3399	19,3922	1,9687	225,0000	0,0061	0,0012	0,0060	0,0044	384,5040
1	WARUS	BDRANS	1	150	7,890	ACSR	330 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	0,9001	3,0743	21,9110	9,0720	225,0000	0,0142	0,0040	0,0137	0,0080	192,2520
1	WARUS	BDRANS	1	150	7,890	ACSR	330 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	0,9001	3,0743	21,9110	9,0720	225,0000	0,0142	0,0040	0,0137	0,0080	192,2520
1	WARUS	BNGIL5	1	150	21,750	ACSR	330 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	2,5491	8,7065	62,0528	1,8887	225,0000	0,0403	0,0113	0,0387	0,0140	192,2520
1	WARUS	ISPOD5	1	150	1,200	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	0,1406	0,4804	3,4236	0,5005	225,0000	0,0022	0,0006	0,0021	0,0008	192,2520
1	WARUS	ISPOD5	2	150	1,200	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	0,1172	0,4003	2,8530	0,1406	0,4804	3,4236	0,5005	225,0000	0,0022	0,0006	0,0021	0,0008	192,2520
1	WARUS	ISPD05	1	150	19,310	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	0,1172	0,4003	2,8530	2,2631	7,7298	55,0914	8,0543	225,0000	0,0358	0,0101	0,0344	0,0124	192,2520
1	WARUS	ISPD05	1	150	19,310	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	0,1172	0,4003	2,8530	2,2631	7,7298	55,0914	8,0543	225,0000	0,0358	0,0101	0,0344	0,0124	192,2520
1	BDRANS	BNGIL5	1	150	13,200	ACSR	330 mm ²	740	1600	1600	0,0586	0,2815	4,0740	1,2189	5,2840	37,6586	5,0658	225,0000	0,0245	0,0069	0,0235	0,0085	192,2520
1	BDRANS	SRBAT5	1	150	10,400	ACSR	330 mm ²	740	1600	1600	0,1172	0,4003	2,8530	0,8530	4,1631	8,6712	4,3379	225,0000	0,0193	0,0054	0,0185	0,0085	192,2520
1	SILLOS	RKUTU5	1	150	6,810	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0,0586	0,2815	4,0740	0,3991	1,9170	27,7439	1,9681	225,0000	0,0087	0,0018	0,0085	0,0062	384,5040
1	SILLOS	RKUTU5	2	150	6,810	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	0,0586	0,2815	4,0740	0,3991	1,9170	27,7439	1,9681	225,0000	0,0087	0,0018	0,0085	0,0062	384,5040
1	SILLOS	NGGEL5	1	150	2,980	TAIHAN O F C	3 x 800 mm ²	740	1000	1000	0,0503	0,1063	113,1800	0,1499	0,3168	337,2764	0,3504	225,0000	0,0016	0,0007	0,0014	0,0078	192,2520
1	SILLOS	NGGEL5	2	150	2,980	TAIHAN O F C	3 x 800 mm ²	740	1000	1000	0,0503	0,1063	113,1800	0,1499	0,3168	337,2764	0,3504	225,0000	0,0016	0,0007	0,0014	0,0078	192,2520
1	SILLOS	KJPNAN5	1	150	4,370	ACSR	330 mm ²	740	1600	1600	0,1172	0,4003	2,8530	0,5122	1,7493	1,8227	1,8227	225,0000	0,0081	0,0023	0,0078	0,0078	192,2520
1	SILLOS	KJPNAN5	2	150	4,370	ACSR	330 mm ²	740	1600	1600	0,1172	0,4003	2,8530	0,5122	1,7493	1,8227	1,8227	225,0000	0,0081	0,0023	0,0078	0,0078	192,2520
1	SILLOS	WKRNMOS5	1	150	5,250	N K F O F C	1 x 800 mm ²	960	0	0	0,0338	0,1097	116,8000	0,1775	0,5759	613,2020	0,8027	225,0000	0,0027	0,0008	0,0026	0,01380	249,4080
1	SILLOS	WKRNMOS5	2	150	5,250	N K F O F C	1 x 800 mm ²	960	0	0	0,0338	0,1097	116,8000	0,1775	0,5759	613,2020	0,8027	225,0000	0,0027	0,0008	0,0026	0,01380	249,4080
1	NGGEL5	SIMPFS5	1	150	3,860	TAIHAN O F C	3 x 800 mm ²	740	1000	1000	0,0503	0,1063	113,1800	0,1942	0,4103	436,6748	0,4539	225,0000	0,0020	0,0009	0,0018	0,00983	192,2520
1	NGGEL5	SIMPFS5	2	150	3,860	TAIHAN O F C	3 x 800 mm ²	740	1000	1000	0,0503	0,1063	113,1800	0,1942	0,4103	436,6748	0,4539	225,0000	0,0020	0,0009	0,0018	0,00983	192,2520
1	UDANAS	GBONGS5	1	150	3,030	NK F O F C	1 x 240 MCM	400			0,0870	0,1320	73,0000	0,2636	0,4000	221,1900	0,4790	225,0000	0,0021	0,0012	0,0018	0,018	103,9200
1	UDANAS	GBONGS5	2	150	3,030	NK F O F C	1 x 240 MCM	400			0,0870	0,1320	73,0000	0,2636	0,4000	221,1900	0,4790	225,0000	0,0021	0,0012	0,0018	0,018	103,9200
1	UDANAS	SMHANS5	1	150	3,770	NK F O F C	1 x 800 MM	960			0,0338	0,1097	116,8000	0,1274	0,4135	440,3360	0,4328	225,0000	0,0019	0,0006	0,0018	0,00991	249,4080
1	UDANAS	SMHANS5	2	150	3,770	NK F O F C	1 x 800 MM	960			0,0338	0,1097	116,8000	0,1274	0,4135	440,3360	0,4328	225,0000	0,0019	0,0006	0,0018	0,00991	249,4080
1	WARUA	MPONDA	1	70	4,660	TACS	160 mm2	734			0,1370	0,3970	2,8800	0,6384	1,6500	13,4208	1,9571	49,0000	0,0398	0,0130	0,0378	0,0007	89,9902
1	WARUA	MPONDA	2	70	4,660	TACS	160 mm2	734			0,1370	0,3970	2,8800	0,6384	1,6500	13,4208	1,9571	49,0000	0,0398	0,0130	0,0378	0,0007	89,9902
1	WARUA	BDRANA	1	70	7,560	TACS	180 mm2	734			0,1370	0,3970	2,8800	1,0357	3,0013	21,7728	3,1750	49,0000	0,0548	0,0211	0,0613	0,0011	88,9940

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	Data_Penghantar			I Nom (Amp)	Tap CT		Tap WT		R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MyS/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Teg (kV)	Jarak (Km)	Jenis		Dari	Ke	Dari	Ke													
				(1)	(2)							(3)	(4)	(5)	(6)=C ₁ x(3)	(7)=C ₁ x(4)	(8)=C ₂ x(5)	(9)=a ₁ x(6) ² +c(7) ²	(10)=(7) ² /100	(11)=(8)/10	(12)=(6)/10	(13)=(7)/10	(14)=(8)/(kV ²)x10,1875	(15)=(1)x(4)x1,732/1000

1. UPT Surabaya

1	BDRAN4	BNGIL4	1	70	15.050	ACSR	187,5 mm2	396	400	400	800	800	0.2180	0.3859	2.9560	3.2809	5.8078	44.4878	6.6704	49.0000	0.1361	0.0670	0.1185	0.0022	48.0110
1	BDRAN4	PRONG4	1	70	15.050	ACSR	187,5 mm2	396	400	400	600	400	0.2180	0.3859	2.9560	3.2809	5.8078	44.4878	6.6704	49.0000	0.1361	0.0670	0.1185	0.0022	48.0110
1	MPION4	BDRAN4	1	70	2.900	TACSR	160 mm2	734	400	400			0.1370	0.3970	2.8800	0.3973	1.1513	8.3520	1.2179	49.0000	0.0249	0.0081	0.0235	0.0004	88.9902

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirkit	Dari	Ke	No. Sirkit	Tag (kV)Tarak (kV)	Data_Penghantar	Jenis	1Nom (Amp)	Tap CT Dari	Ke	Tap WT Dari	Ke	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVA/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
(1)	(2)											(3)	(4)	(5)	(5)=(2)x(3)	(7)=(2)x(4)	(8)=(2)x(5)	(9)=akar(6) ² +(7) ²	(10)=(1) ² /100	(11)=(9)/(10)	(12)=(6)/(10)	(13)=(7)/(10)	(14)=(8)/(K ² x0,1975)	(15)=(1)x(A)x1,732/1000

2. UPT Geslek

1	SMHANS	UDANS	1	150	3.770	NKF OFC	800 MM	960	2000	0	0	0,0338	0,1097	116,8000	0,1274	0,4136	440,3360	0,4328	225,0000	0,0019	0,0006	0,0018	0,0991	249,4080
1	SMHANS	UDANS	2	150	3.770	NKF OFC	800 MM	960	2000	0	0	0,0338	0,1097	116,8000	0,1274	0,4136	440,3360	0,4328	225,0000	0,0019	0,0006	0,0018	0,0991	249,4080
1	SMHANS	KPANG5	1	150	4.050	NKF OFC	240 MM	400	2000	0	0	0,0870	0,1320	73,0000	0,3524	0,5346	296,6500	0,6403	225,0000	0,0028	0,0016	0,0024	0,0665	103,9200
1	SMHANS	KPANG5	2	150	4.050	NKF OFC	240 MM	400	2000	0	0	0,0870	0,1320	73,0000	0,3524	0,5346	296,6500	0,6403	225,0000	0,0028	0,0016	0,0024	0,0665	103,9200
1	SMHANS	MBBANS	1	150	5.680	ACSR OSTRICH	330 MCM	366	2000	2000	1250	0,1172	0,4003	2.6530	0,6657	2,2737	16,2050	2,3692	225,0000	0,0105	0,0030	0,0101	0,0036	102,8808
1	SMHANS	MBBANS	2	150	5.680	ACSR OSTRICH	330 MCM	366	2000	2000	1250	0,1172	0,4003	2.6530	0,6657	2,2737	16,2050	2,3692	225,0000	0,0105	0,0030	0,0101	0,0036	102,8808
1	SMHANS	SRBATS	1	150	16.090	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	1250	0,0586	0,2815	4,0740	0,9423	4,5265	65,5089	4,6236	225,0000	0,0205	0,0042	0,0201	0,0147	394,5040
1	SMHANS	SRBATS	2	150	16.090	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	1250	0,0586	0,2815	4,0740	0,9423	4,5265	65,5089	4,6236	225,0000	0,0205	0,0042	0,0201	0,0147	394,5040
1	SMHANS	TUDESS	1	150	3.200	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	1250	0,0586	0,2815	4,0740	0,1875	0,9008	13,0388	0,9201	225,0000	0,0041	0,0008	0,0040	0,0029	394,5040
1	SMHANS	TUDESS	2	150	3.200	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	1250	0,0586	0,2815	4,0740	0,1875	0,9008	13,0388	0,9201	225,0000	0,0041	0,0008	0,0040	0,0029	394,5040
1	SMHANS	WARU5	1	150	10.730	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	1250	0,0586	0,2815	4,0740	0,6288	3,0205	43,7140	3,0852	225,0000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	394,5040
1	SMHANS	WARU5	2	150	10.730	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	1250	0,0586	0,2815	4,0740	0,6288	3,0205	43,7140	3,0852	225,0000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	394,5040
1	LUUNGS	KIRAN6	1	150	8.200	ACSR	240 mm ²	645	1000	1000	1250	0,1370	0,3966	2,8800	1,1234	3,5251	23,6160	3,4407	225,0000	0,0153	0,0050	0,0145	0,0053	167,5710
1	LUUNGS	KIRAN6	2	150	8.200	ACSR	240 mm ²	645	1000	1000	1250	0,1370	0,3966	2,8800	1,1234	3,5251	23,6160	3,4407	225,0000	0,0153	0,0050	0,0145	0,0053	167,5710
1	TUDESS	PERAK6	1	150	8.850	ACSR AW	330 mm ²	740	500	500	1800	0,1172	0,4003	2,6530	1,0372	3,5427	25,2491	3,6914	225,0000	0,0164	0,0046	0,0157	0,0057	192,2520
1	TUDESS	PERAK6	2	150	8.850	ACSR AW	330 mm ²	740	500	500	1800	0,1172	0,4003	2,6530	1,0372	3,5427	25,2491	3,6914	225,0000	0,0164	0,0046	0,0157	0,0057	192,2520
1	TUDESS	PERAK6	1	150	4.530	ACSR	340 mm ²	740	1000	1000	1800	0,1172	0,4003	2,6530	0,5309	1,8134	12,9241	1,8895	225,0000	0,0084	0,0024	0,0081	0,0029	192,2520
1	TUDESS	PERAK6	2	150	4.530	ACSR	340 mm ²	740	1000	1000	1800	0,1172	0,4003	2,6530	0,5309	1,8134	12,9241	1,8895	225,0000	0,0084	0,0024	0,0081	0,0029	192,2520
1	TUDESS	SRBATS	1	150	14.780	ACSR	340 mm ²	740	1000	1000	1800	0,1172	0,4003	2,6530	1,7322	5,9164	42,1673	6,1648	225,0000	0,0274	0,0077	0,0263	0,0095	192,2520
1	TUDESS	SRBATS	2	150	14.780	ACSR	340 mm ²	740	1000	1000	1800	0,1172	0,4003	2,6530	1,7322	5,9164	42,1673	6,1648	225,0000	0,0274	0,0077	0,0263	0,0095	192,2520
1	TUDESS	GRSBAB	1	150	13.760	TACSR	4 x 240 mm ²	3892	3150	3150	1600	0,0633	0,2581	4,3880	0,8710	3,5515	60,3514	3,6657	225,0000	0,0163	0,0039	0,0158	0,0075	1.011,14
1	TUDESS	GRSBAB	2	150	13.760	TACSR	4 x 240 mm ²	3892	3150	3150	1600	0,0633	0,2581	4,3880	0,8710	3,5515	60,3514	3,6657	225,0000	0,0163	0,0039	0,0158	0,0075	1.011,14
1	SGANDUS	GRSBAB	1	150	6.030	ACSR AW	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	800	0,0586	0,2815	4,0740	0,3534	1,6974	24,5662	1,7338	225,0000	0,0077	0,0016	0,0075	0,0055	394,5040
1	SGANDUS	GRSBAB	2	150	6.030	ACSR AW	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	800	0,0586	0,2815	4,0740	0,3534	1,6974	24,5662	1,7338	225,0000	0,0077	0,0016	0,0075	0,0055	394,5040
1	SGANDUS	ARPMAS	1	150	1.000	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	800	0,1370	0,3966	2,8800	0,8710	3,5515	60,3514	3,6657	225,0000	0,0148	0,0042	0,0142	0,0051	252,7954
1	SGANDUS	ARPMAS	2	150	1.000	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	800	0,1370	0,3966	2,8800	0,8710	3,5515	60,3514	3,6657	225,0000	0,0148	0,0042	0,0142	0,0051	252,7954
1	SGANDUS	LNGANS	1	150	28.200	TACSR	240 mm ²	973	800	800	2000	0,1370	0,3966	2,8800	3,6634	11,1559	81,2160	11,8059	225,0000	0,0525	0,0172	0,0496	0,0183	252,7954
1	SGANDUS	LNGANS	2	150	28.200	TACSR	240 mm ²	973	800	800	2000	0,1370	0,3966	2,8800	3,6634	11,1559	81,2160	11,8059	225,0000	0,0525	0,0172	0,0496	0,0183	252,7954
1	SGANDUS	PMMAS	1	150	8.000	TACSR DUCK	330 mm ²	740	400	400	1250	0,1172	0,4003	2,6530	0,9376	3,2024	22,8240	3,3968	225,0000	0,0148	0,0042	0,0142	0,0051	192,2520
1	SGANDUS	PMMAS	2	150	8.000	TACSR DUCK	330 mm ²	740	400	400	1250	0,1172	0,4003	2,6530	0,9376	3,2024	22,8240	3,3968	225,0000	0,0148	0,0042	0,0142	0,0051	192,2520
1	SGANDUS	GRSBAB	1	150	3.900	ACSR	330 AW	740	1000	1000	1800	0,1172	0,4003	2,6530	0,4571	1,5612	11,1267	1,6267	225,0000	0,0072	0,0020	0,0069	0,0025	192,2520
1	SGANDUS	GRSBAB	2	150	3.900	ACSR	330 AW	740	1000	1000	1800	0,1172	0,4003	2,6530	0,4571	1,5612	11,1267	1,6267	225,0000	0,0072	0,0020	0,0069	0,0025	192,2520
1	ARRMAS	GRSBAB	1	150	4.530	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	1250	0,0586	0,2815	4,0740	0,2889	1,3878	20,0848	1,4175	225,0000	0,0063	0,0013	0,0062	0,0045	394,5040
1	ARRMAS	GRSBAB	2	150	4.530	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	1250	0,0586	0,2815	4,0740	0,2889	1,3878	20,0848	1,4175	225,0000	0,0063	0,0013	0,0062	0,0045	394,5040
1	ARRMAS	SRBATS	1	150	17.970	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	1800	0,0586	0,2815	4,0740	1,0530	5,0686	73,2098	7,2098	225,0000	0,0230	0,0047	0,0225	0,0165	394,5040
1	ARRMAS	SRBATS	2	150	17.970	ACSR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	1800	0,0586	0,2815	4,0740	1,0530	5,0686	73,2098	7,2098	225,0000	0,0230	0,0047	0,0225	0,0165	394,5040

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	Teg (kV)	Data Penghantar		I Nom (Amp)	Tap CT	Tap WT	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVs/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
					Jarak (km)	Jenis																
				(1)	(2)					(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9) = akar (6) ² + (7) ²	(10) = (1) ² / 100	(11) = (9) / (10)	(12) = (6) / (10)	(13) = (7) / (10)	(14) = (8) / (10) √ 10,1975	(15) = (1) x (A) x 1,732 / 1000

2. UPT Gresik

1	DGRAN5	WARU5	1	150	10.670	ACSR	340 mm ²	740	1000	1600	1250	2.8530	1.2505	4.2712	30.4415	4.4505	225.0000	0.0198	0.0056	0.0190	0.0069	192.2520
1	DGRAN5	WARU5	2	150	10.670	ACSR	340 mm ²	740	1000	1600	1250	2.8530	1.2505	4.2712	30.4415	4.4505	225.0000	0.0198	0.0056	0.0190	0.0069	192.2520
1	LANGAN5	BABAT5	1	150	21.000	TACSR	240 mm ²	973	1600	1600	1250	2.8800	2.8770	8.3076	60.4800	8.7917	225.0000	0.0391	0.0128	0.0369	0.0136	252.7854
1	LANGAN5	BABAT5	2	150	21.000	TACSR	240 mm ²	973	1600	1600	1250	2.8800	2.8770	8.3076	60.4800	8.7917	225.0000	0.0391	0.0128	0.0369	0.0136	252.7854
1	CERMES5	SBRAT5	1	150	20.540	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	800	800	2000	4.0740	1.2036	5.7820	63.6800	5.9060	225.0000	0.0262	0.0053	0.0257	0.0188	384.5040
1	CERMES5	KASHI5	1	150	23.300	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1000	1000	2000	4.0740	1.3654	6.5590	94.9242	6.6996	225.0000	0.0298	0.0061	0.0292	0.0214	384.5040
1	CERMES5	MNYAR5	1	150	7.640	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	2000	4.0740	0.4477	2.1507	31.1254	2.1968	225.0000	0.0098	0.0020	0.0096	0.0070	384.5040
1	CERMES5	MNYAR5	2	150	7.640	ACSR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	2000	4.0740	0.4477	2.1507	31.1254	2.1968	225.0000	0.0098	0.0020	0.0096	0.0070	384.5040
1	PKMIAS	BUSTI5	1	150	0.840	HAL	400 MCM	850	400	400	2000	2.9550	0.2180	0.3859	6.2055	0.9308	49.0000	0.0190	0.0093	0.0165	0.0003	48.2535
1	SGMDU4	SMSIK4	1	70	2.100	ACSR OSTRICH	300 MCM	398	400	400	2000	2.9550	0.4578	0.8104	6.2055	0.9308	49.0000	0.0190	0.0093	0.0165	0.0003	48.2535
1	SGMDU4	SMSIK4	2	70	2.100	ACSR OSTRICH	300 MCM	398	400	400	2000	2.9550	0.4578	0.8104	6.2055	0.9308	49.0000	0.0190	0.0093	0.0165	0.0003	48.2535
1	SGMDU4	BRATA4	1	70	0.500	ACSR OSTRICH	300 MCM	398	400	400	2000	2.9550	0.1090	0.1930	1.4775	0.2216	49.0000	0.0045	0.0022	0.0039	0.0001	48.2535
1	SGMDU4	BRATA4	2	70	0.500	ACSR OSTRICH	300 MCM	398	400	400	2000	2.9550	0.1090	0.1930	1.4775	0.2216	49.0000	0.0045	0.0022	0.0039	0.0001	48.2535
1	MNYAR4	MPNSB4	1	70	1.410	ACSR	240 mm ²	645	400	400	2000	2.9550	0.1090	0.1930	1.4775	0.2216	49.0000	0.0045	0.0022	0.0039	0.0001	48.2535

Rencana

1	LUUNG5	PERAK5	1	150	2.700	ACSR	240 mm ²	645	1000	1000	1250	2.8800	0.3699	1.0708	7.7760	1.1329	225.0000	0.0050	0.0016	0.0048	0.0017	167.5710
1	LUUNG5	PERAK5	2	150	2.700	ACSR	240 mm ²	645	1000	1000	1250	2.8800	0.3699	1.0708	7.7760	1.1329	225.0000	0.0050	0.0016	0.0048	0.0017	167.5710

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sihitl	Darl	Ke	No. Sihitl	Teg (kV)	Data Pengantar		Nom (Amp)	Tap CT Darl	Ke	Tap WT Darl	Ke	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVA/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z arcl (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Dyaa (MVA)
					Jenis	Sarak (km)																		
(1)	(2)											(3)	(4)	(5)	(6)=2x(3)	(7)=2x(4)	(8)=2x(5)	(9)=akar (6) ² +7	(10)=(1) ² /100	(11)=(9)/(10)	(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	(14)=(8)/(kV ²)0,1975	(15)=(1)(X)/(kVx1,732/1000)

3. UPT Mojokerto

1	KRIAN7	GRAT17	1	500	70.900	GANNET	392,84	2770	2000	2000	2000	0,0251	0,2908	4,0490	1,7796	19,9087	287,0741	19,9881	2,500.000	0,0380	0,0007	0,0080	0,0058	2.398,82
1	KRIAN7	GRAT17	2	500	70.900	GANNET	392,84	2770	2000	2000	2000	0,0251	0,2908	4,0490	1,7796	19,9087	287,0741	19,9881	2,500.000	0,0380	0,0007	0,0080	0,0058	2.398,82
1	KRIAN7	UNGAR7	1	500	121.800	GANNET	327,94	2078	2000	2000	2000	0,0233	0,2815	4,0320	3,5687	34,2887	491,0976	34,4719	2,500.000	0,0138	0,0014	0,0137	0,0099	1.799,55
1	KRIAN7	UNGAR7	2	500	121.800	GANNET	327,94	2078	2000	2000	2000	0,0233	0,2815	4,0320	3,5687	34,2887	491,0976	34,4719	2,500.000	0,0138	0,0014	0,0137	0,0099	1.799,55
1	KRIAN7	GRSJK7	1	500	23.000	GANNET	327,94	2078	2000	2000	2000	0,0233	0,2815	4,0320	0,6739	6,4745	92,7360	6,5095	2,500.000	0,0226	0,0003	0,0026	0,0019	1.799,55
1	KRIAN7	GRSJK7	2	500	23.000	GANNET	327,94	2078	2000	2000	2000	0,0233	0,2815	4,0320	0,6739	6,4745	92,7360	6,5095	2,500.000	0,0226	0,0003	0,0026	0,0019	1.799,55
1	SRBATS	KITM5	1	150	7.590	ACSRR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	4,448	12,986	30,9217	2,1824	225.000	0,0097	0,0020	0,0095	0,0070	384,5040
1	SRBATS	CERME5	1	150	20.540	ACSRR	2 x 330 mm ²	1480	800	800	800	0,0586	0,2815	4,0740	1,2036	5,7826	83,6900	5,9060	225.000	0,0282	0,0053	0,0257	0,0188	384,5040
1	SRBATS	APRI4	1	150	7.200	ACSRR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	0,4219	2,0288	29,3328	2,0702	225.000	0,0092	0,0019	0,0090	0,0066	384,5040
1	SRBATS	APRI4	2	150	7.200	ACSRR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	0,4219	2,0288	29,3328	2,0702	225.000	0,0092	0,0019	0,0090	0,0066	384,5040
1	SRBATS	THDE5	1	150	14.780	ACSRR	340 mm ²	740	1000	1000	1600	0,1172	0,4003	2,6530	1,7322	5,9164	42,1673	6,1648	225.000	0,0274	0,0077	0,0263	0,0095	192,2520
1	SRBATS	THDE5	2	150	14.780	ACSRR	340 mm ²	740	1000	1000	1600	0,1172	0,4003	2,6530	1,7322	5,9164	42,1673	6,1648	225.000	0,0274	0,0077	0,0263	0,0095	192,2520
1	SRBATS	KRPLG5	1	150	6.846	ACSRR AW	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	0,4012	1,9271	27,8906	1,9885	225.000	0,0087	0,0018	0,0086	0,0063	384,5040
1	SRBATS	KRPLG5	2	150	6.846	ACSRR AW	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	0,4012	1,9271	27,8906	1,9885	225.000	0,0087	0,0018	0,0086	0,0063	384,5040
1	SRBATS	SWHANS	1	150	16.080	ACSRR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	2000	0,0586	0,2915	4,0740	0,9423	4,5285	65,5069	4,6236	225.000	0,0205	0,0042	0,0201	0,0147	384,5040
1	SRBATS	SWHANS	2	150	16.080	ACSRR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	2000	0,0586	0,2915	4,0740	0,9423	4,5285	65,5069	4,6236	225.000	0,0205	0,0042	0,0201	0,0147	384,5040
1	SRBATS	SKITH5	1	150	24,060	ACSRR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	1,4053	6,7701	97,9797	6,9152	225.000	0,0307	0,0063	0,0301	0,0149	384,5040
1	SRBATS	SKITH5	1	150	24,060	ACSRR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	1,4053	6,7701	97,9797	6,9152	225.000	0,0307	0,0063	0,0301	0,0149	384,5040
1	SRBATS	BLDPO5	1	150	11.890	ACSRR	2 x 330 mm ²	1480	2000	2000	2000	0,0586	0,2915	4,0740	0,6988	3,3470	48,4369	3,4788	225.000	0,0152	0,0031	0,0149	0,0109	384,5040
1	SRBATS	BLDPO5	2	150	11.890	ACSRR	2 x 330 mm ²	1480	2000	2000	2000	0,0586	0,2915	4,0740	0,6988	3,3470	48,4369	3,4788	225.000	0,0152	0,0031	0,0149	0,0109	384,5040
1	SRBATS	BDPANS	1	150	10,404	ACSRR	330 mm ²	740	1600	1600	1600	0,1172	0,4003	2,6530	1,2193	4,1647	29,6826	4,3366	225.000	0,0193	0,0054	0,0185	0,0107	192,2520
1	SRBATS	BDPANS	1	150	5,300	ACSRR AW	330 mm ²	740	1000	1000	1600	0,1172	0,4003	2,6530	0,6212	2,1216	15,1209	2,2107	225.000	0,0098	0,0028	0,0094	0,0064	192,2520
1	KRPLG5	WARUS	1	150	10,740	ACSRR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	2000	0,0586	0,2915	4,0740	0,5294	3,0233	43,7548	3,0881	225.000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	384,5040
1	KRPLG5	WARUS	2	150	10,740	ACSRR	2 x 340 mm ²	1480	2000	2000	2000	0,0586	0,2915	4,0740	0,5294	3,0233	43,7548	3,0881	225.000	0,0137	0,0028	0,0134	0,0098	384,5040
1	KRPLG5	SRAT15	1	150	6,846	ACSRR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	0,4012	1,9271	27,8906	1,9885	225.000	0,0087	0,0018	0,0086	0,0063	384,5040
1	KRPLG5	SRAT15	2	150	6,846	ACSRR	2 x 340 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	0,4012	1,9271	27,8906	1,9885	225.000	0,0087	0,0018	0,0086	0,0063	384,5040
1	DRYLOS	BDPANS	1	150	13,200	ACSRR	330 mm ²	740	1600	1600	1600	0,1172	0,4003	2,6530	1,5470	5,2840	37,6596	5,5068	225.000	0,0245	0,0069	0,0235	0,0085	192,2520
1	KITM5	CERME5	1	150	23,300	ACSRR	2 x 330 mm ²	1480	1000	1000	1000	0,0586	0,2915	4,0740	1,9654	6,6590	94,9242	6,6986	225.000	0,0298	0,0061	0,0292	0,0214	384,5040
1	NSOROS	NSOROS	1	150	21,700	ACSRR	240 mm ²	740	800	800	1250	0,1370	0,3966	2,8900	2,9729	8,6062	62,9960	9,1052	225.000	0,0405	0,0132	0,0382	0,0141	192,2520
1	NSOROS	NSOROS	2	150	21,700	ACSRR	240 mm ²	740	800	800	1250	0,1370	0,3966	2,8900	2,9729	8,6062	62,9960	9,1052	225.000	0,0405	0,0132	0,0382	0,0141	192,2520
1	SKTH5	MAAGNS	1	150	21,000	ACSRR AW	330 mm ²	740	800	800	2000	0,1172	0,4003	2,6530	2,4612	8,4063	59,9130	8,7592	225.000	0,0389	0,0109	0,0374	0,0135	192,2520
1	SKTH5	MAAGNS	2	150	21,000	ACSRR AW	330 mm ²	740	800	800	2000	0,1172	0,4003	2,6530	2,4612	8,4063	59,9130	8,7592	225.000	0,0389	0,0109	0,0374	0,0135	192,2520
1	SKTH5	ELDPO5	1	150	6,600	ACSRR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	0,3988	1,8579	26,8884	1,8977	225.000	0,0084	0,0017	0,0083	0,0061	384,5040
1	SKTH5	ELDPO5	1	150	24,060	ACSRR	2 x 330 mm ²	1480	1600	1600	1600	0,0586	0,2915	4,0740	0,3988	1,8579	26,8884	1,8977	225.000	0,0084	0,0017	0,0083	0,0061	384,5040
1	MAAGNS	BRRANS	1	150	20,500	ACSRR AW	330 mm ²	740	800	800	1250	0,1172	0,4003	2,6530	2,4026	8,2062	58,4865	8,5506	225.000	0,0380	0,0107	0,0365	0,0132	192,2520

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Siri/rl	Darl	Ke	No. Siri/rl	Teg (kV)	jarak (km)	Pengalihan		I Nom (Amp)	Tap CT Darl Ke	Tap Wrt Darl Ke	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVA/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z acd (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
						Jenis	Jenis																
				(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6) $=(2) \times (3)$	(7) $=(2) \times (4)$	(8) $=(2) \times (5)$	(9) $=akar (6)^2+(7)^2$	(10) $=(1)^2/100$	(11) $=(9)/(10)$	(12) $=(6)/(10)$	(13) $=(7)/(10)$	(14) $=(8)/(kV) \times 10,1975$	(15) $=(1) \times (A) \times 1,732/1000$

3. UPT Mojokerto

1	MAUNG5	SRTH5	2	150	20.500	ACSR AW	330 mm ²	740	800	1250	1600	0.1172	0.4003	2.6530	2.4026	8.2062	58.4865	8.5505	225.0000	0.0380	0.0107	0.0365	0.0132	192.2520
1	MAUNG5	SKTH5	1	150	21.000	ACSR AW	330 mm ²	740	800	2000	2000	0.1172	0.4003	2.6530	2.4612	8.4063	59.9130	8.7592	225.0000	0.0389	0.0109	0.0374	0.0135	192.2520
1	MAUNG5	SKTH5	2	150	21.000	ACSR AW	330 mm ²	740	800	2000	2000	0.1172	0.4003	2.6530	2.4612	8.4063	59.9130	8.7592	225.0000	0.0389	0.0109	0.0374	0.0135	192.2520
1	DRYO4	MMON4	1	70	0.750	TACSR	187,5 mm ²	396	400	400	600	0.2180	0.3869	2.9560	0.1635	0.2884	2.2170	0.3324	49.0000	0.0368	0.0093	0.0059	0.0001	48.0110
1	DRYO4	TARIK4	1	70	17.900	TACSR	187,5 mm ²	396	400	400	400	0.2180	0.3869	2.9560	3.9022	6.9076	52.9124	7.9336	49.0000	0.1619	0.0796	0.1410	0.0026	48.0110
1	MWON4	TARIK4	1	70	18.650	ACSR	187,5 mm ²	396	400	400	800	0.2180	0.3869	2.9560	4.0667	7.1970	55.1294	8.2890	49.0000	0.1697	0.0890	0.1469	0.0027	48.0110
1	SKTH4	AJMT04	1	70	6.700	ACSR OSTRIC 300 MCM		396	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	1.4573	2.5936	19.8052	2.9749	49.0000	0.0607	0.0297	0.0529	0.0010	48.0110
1	SKTH4	AJMT04	2	70	6.700	ACSR OSTRIC 300 MCM		396	400	400	600	0.2175	0.3871	2.9560	1.4573	2.5936	19.8052	2.9749	49.0000	0.0607	0.0297	0.0529	0.0010	48.0110
1	SKTH4	KTSM04	1	70	29.800	ACSR OSTRIC 300 MCM		396	400	400	600	0.2175	0.3871	2.9560	6.4380	11.4582	87.4976	13.1430	49.0000	0.2692	0.1314	0.2338	0.0043	48.0110
1	SKTH4	KTSM04	2	70	29.800	ACSR OSTRIC 300 MCM		396	400	400	600	0.2175	0.3871	2.9560	6.4380	11.4582	87.4976	13.1430	49.0000	0.2692	0.1314	0.2338	0.0043	48.0110
1	SKTH4	MDLAN4	1	70	49.800	ACSR PIGEOL 300 AWG		396	400	400	800	0.3866	0.3584	3.2020	19.2527	17.8483	159.4586	26.2532	49.0000	0.5358	0.3929	0.3643	0.0078	48.0110
1	SKTH4	MDLAN4	2	70	49.800	ACSR PIGEOL 300 AWG		396	400	400	800	0.3866	0.3584	3.2020	18.7903	17.4197	156.5300	26.6227	49.0000	0.5229	0.3895	0.3555	0.0076	48.0110
1	SKTH4	SIMAN4	1	70	48.604	ACSR PIGEOL 300 AWG		396	400	400	800	0.3866	0.3584	3.2020	18.7903	17.4197	156.5300	26.6227	49.0000	0.5229	0.3895	0.3555	0.0076	48.0110
1	SKTH4	SIMAN4	2	70	48.604	ACSR PIGEOL 300 AWG		396	400	400	800	0.3866	0.3584	3.2020	17.9338	11.9422	11.7938	1.9398	49.0000	0.0366	0.0179	0.0319	0.0006	48.0110
1	SKTH4	TARIK4	1	70	4.040	ACSR	300 MCM	396	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	0.8787	1.5639	11.9422	1.7938	49.0000	0.0395	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	1.5639	11.9422	1.7938	49.0000	0.0395	0.0179	0.0319	0.0006	48.0110
1	SKTH4	TARIK4	1	70	4.440	TACSR	160 MCM	734	400	400	400	0.2180	0.3869	2.9560	1.7134	13.1246	1.9679	1.9679	49.0000	0.0402	0.0198	0.0334	0.0011	48.0110
1	SKTH4	CKM44	2	70	4.440	TACSR	160 MCM	734	400	400	400	0.2180	0.3869	2.9560	1.7134	13.1246	1.9679	1.9679	49.0000	0.0402	0.0198	0.0334	0.0011	48.0110
1	TARIK4	MMW04	1	70	7.500	ACSR	187,5 mm ²	396	400	400	800	0.2180	0.3869	2.9560	1.6350	2.8943	22.1700	3.3241	49.0000	0.0678	0.0334	0.0591	0.0026	48.0110
1	TARIK4	DRYO4	1	70	17.900	TACSR	187,5 mm ²	396	400	400	400	0.2180	0.3869	2.9560	3.9022	6.9076	52.9124	7.9336	49.0000	0.1619	0.0796	0.1410	0.0026	48.0110
1	TARIK4	BNGJN4	1	70	396	ACSR OSTRIC 300 MCM		396	400	400	600	0.2175	0.3871	2.9560	1.5008	2.6710	20.3964	3.0637	49.0000	0.0625	0.0306	0.0545	0.0010	48.0110
1	TARIK4	BNGJN4	2	70	396	ACSR OSTRIC 300 MCM		396	400	400	600	0.2175	0.3871	2.9560	1.5008	2.6710	20.3964	3.0637	49.0000	0.0625	0.0306	0.0545	0.0010	48.0110
Perubahan Jarak																								
1	MDLAN4	SIMAN4	1	70	6.300	ACSR PIGEOL 300 AWG		396	400	400	400	0.3866	0.3584	3.2020	2.4356	2.2579	20.1726	3.3212	49.0000	0.0678	0.0497	0.0461	0.0010	48.0110
1	MDLAN4	T.42	1	70	28.710	ACSR PIGEOL 300 AWG		396	400	400	400	0.3866	0.3584	3.2020	11.0993	10.2897	91.9294	15.1351	49.0000	0.3089	0.2285	0.2100	0.0045	48.0110
1	MDLAN4	Alik	1	70	18.000	ACSR PIGEOL 300 AWG		396	400	400	400	0.3866	0.3584	3.2020	6.9568	6.4512	57.6560	9.4891	49.0000	0.1937	0.1420	0.1317	0.0028	48.0110
1	Alik	T.42	1	70	10.710	ACSR PIGEOL 300 AWG		396	400	400	400	0.3866	0.3584	3.2020	4.1405	3.8385	34.2934	5.6460	49.0000	0.1152	0.0845	0.0783	0.0017	48.0110

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sifrit	Dari	Ke	No. Sifrit	Data Penghantar		I Nom (Amp)	Tap CT Dari	Ke	Tap WT Dari	Ke	R (Ohm/m)	X (Ohm/m)	B (MVA/Ohm)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Teg (kV)	Jarak (km)																		
				(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6)=(2)x(3)	(7)=(2)x(4)	(8)=(2x(5)	(9)=akar (6) ² +(7) ²	(10)=(1) ² /100	(11)=(9)/(10)	(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	(14)=(6)/(X) ² 0,1975	(15)=(1)x(A)x1,732/1000

4. UPT Madura

1	GLMURS	BKLAN5	1	150	16.340	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	2.2366	6.4804	47.0592	6.8562	225.0000	0.0305	0.0099	0.0288	0.0106	167.5710
1	GLMURS	BKLAN5	2	150	16.340	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	2.2366	6.4804	47.0592	6.8562	225.0000	0.0305	0.0099	0.0288	0.0106	167.5710
1	GLMURS	GRSIK5	1	150	2.700	ACSR HAWK 240 MCM	645	2000	2000	2000	0.1370	0.3966	2.8800	0.3699	1.0708	7.7760	1.1329	225.0000	0.0050	0.0016	0.0048	0.0017	167.5710
1	GLMURS	GRSIK5	1	150	4.040	OFC 3 x 300 mm ²	645	2000	2000	2000	0.0826	0.1270	80.0000	0.3337	0.5131	323.2000	0.6121	225.0000	0.0027	0.0015	0.0023	0.0727	120.0276
1	GLMURS	GRSIK5	2	150	2.700	ACSR HAWK 240 MCM	645	2000	2000	2000	0.1370	0.3966	2.8800	0.3699	1.0708	7.7760	1.1329	225.0000	0.0050	0.0016	0.0048	0.0017	167.5710
1	GLMURS	GRSIK5	2	150	4.040	OFC 3 x 300 mm ²	645	2000	2000	2000	0.0826	0.1270	80.0000	0.3337	0.5131	323.2000	0.6121	225.0000	0.0027	0.0015	0.0023	0.0727	120.0276
1	BKLAN5	GLMURS	2	150	16.000	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	2.1920	6.3456	46.0800	6.7156	225.0000	0.0238	0.0097	0.0282	0.0104	167.5710
1	BKLAN5	GLMURS	2	150	16.000	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	2.1920	6.3456	46.0800	6.7156	225.0000	0.0238	0.0097	0.0282	0.0104	167.5710
1	BKLAN5	SAMPNG	1	150	47.700	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	6.5349	18.9178	137.3760	20.0147	225.0000	0.0890	0.0290	0.0841	0.0309	167.5710
1	SAMPNG	PKSANS	1	150	26.495	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	1250	0.1370	0.3966	2.8800	3.6243	10.4921	76.1904	11.1004	225.0000	0.0493	0.0161	0.0466	0.0171	167.5710
1	PKSANS	SANERP5	1	150	45.788	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	1250	0.1370	0.3966	2.8800	6.2730	18.1595	131.8694	19.2124	225.0000	0.0854	0.0279	0.0807	0.0297	167.5710
1	SANERP5	PKSANS	1	150	25.744	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	1250	0.1370	0.3966	2.8800	3.5269	10.2101	74.1427	10.8021	225.0000	0.0480	0.0157	0.0454	0.0167	167.5710
1	BKLAN5	SANERP4	1	150	119.943	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	16.4322	47.5694	345.4359	50.3276	225.0000	0.2237	0.0730	0.2114	0.0777	167.5710
1	BKLAN5	PKSANS4	1	150	99.756	ACSR HAWK 240 MCM	645	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	13.6666	39.5832	287.2973	41.8572	225.0000	0.1860	0.0607	0.1758	0.0647	167.5710

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirkuit	Darf	Ke	No Sirkuit	Tag (kW)	Jarak (km)	Dah - Penghantar		I Nom (Amp)	Tap CT	Ke	Tap WT	Ke	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVA/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)
						Jenis	Jenis																	
				(1)	(2)								(3)	(4)	(5)	(6)=2x(3)	(7)=2x(4)	(8)=2x(5)	(9)=akar (6) ² +7 ²	(10)=(1) ² +100	(11)=(9) ² +10	(12)=(6) ² +10	(13)=(7) ² +10	(14)=(8) ² +0,1975

5. UPT Malang

1	KBAGN5	LWANG5	1	150	25.805	ACSR AW	330 mm ²	740	800	1000	800	1250	0.1172	0.4003	2.6530	3.0243	10.3297	73.6217	10.7634	225.0000	0.0478	0.0134	0.0459	0.0166	
1	KBAGN5	LWANG5	2	150	25.805	ACSR AW	330 mm ²	740	800	1000	800	1250	0.1172	0.4003	2.6530	3.0243	10.3297	73.6217	10.7634	225.0000	0.0478	0.0134	0.0459	0.0166	
1	KBAGN5	SKLING5	1	150	15.100	ACSR HAWK	477 MCM	600	900	1000	1250	1250	0.1370	0.3966	2.8800	2.0687	5.9887	43.4880	6.3359	225.0000	0.0282	0.0092	0.0266	0.0098	
1	KBAGN5	SKLING5	2	150	15.100	ACSR HAWK	477 MCM	600	900	1000	1250	1250	0.1370	0.3966	2.8800	2.0687	5.9887	43.4880	6.3359	225.0000	0.0282	0.0092	0.0266	0.0098	
1	KBAGN5	PAKISS	1	150	12.900	ACSR ZEERHAWK 2 x 453 mm ²		1600	2000	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	0.4882	3.6210	51.8967	3.6553	225.0000	0.0162	0.0022	0.0161	0.0117	
1	KBAGN5	PAKISS	2	150	12.900	ACSR ZEERHAWK 2 x 453 mm ²		1600	2000	2000	2000	2000	0.0387	0.2807	4.0230	0.4882	3.6210	51.8967	3.6553	225.0000	0.0162	0.0022	0.0161	0.0117	
1	KBAGN5	STAM5	1	150	27.950	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	600	600	0.1172	0.4003	2.6530	3.2757	11.1884	79.7414	11.6581	225.0000	0.0518	0.0146	0.0497	0.0179	
1	KBAGN5	STAM5	2	150	27.950	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	600	600	0.1172	0.4003	2.6530	3.2757	11.1884	79.7414	11.6581	225.0000	0.0518	0.0146	0.0497	0.0179	
1	STAM5	WLNJIS	1	150	23.600	ACSR	180 mm ²	435	300	300	600	600	0.2136	0.4080	2.7680	5.0410	9.6268	65.2776	10.8685	225.0000	0.0463	0.0224	0.0428	0.0147	
1	LWANG5	BNGLIS	1	150	34.680	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	1250	1600	0.1172	0.4003	2.6530	4.0545	13.8824	98.5420	14.6652	225.0000	0.0543	0.0161	0.0617	0.0223	
1	LWANG5	PNMASS	1	150	20.910	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.6530	2.4507	8.3703	59.6562	8.7216	225.0000	0.0388	0.0109	0.0181	0.0134	
1	PNMASS	BNGLIS	1	150	27.770	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	1000	1250	1250	0.1172	0.4003	2.6530	3.2546	11.1163	79.2278	11.5830	225.0000	0.0515	0.0145	0.0178	0.0178	
1	KBAGN4	PLAHAM	1	70	11.425	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	2.4849	4.4226	33.7723	5.0729	49.0000	0.1035	0.0507	0.0903	0.0017	
1	KBAGN4	PLAHAM	2	70	11.425	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	2.4849	4.4226	33.7723	5.0729	49.0000	0.1035	0.0507	0.0903	0.0017	
1	KBAGN4	GNMGA	1	70	27.120	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.9560	5.8986	10.4982	80.1667	12.0418	49.0000	0.2458	0.1204	0.2142	0.0033	
1	KBAGN4	GNMGA	1	70	27.120	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.9560	5.8986	10.4982	80.1667	12.0418	49.0000	0.2458	0.1204	0.2142	0.0033	
1	SCRUH4	KBAGM4	1	70	1.345	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	300	300	800	800	0.2175	0.3871	2.9560	0.2925	0.5206	3.9758	0.5972	49.0000	0.0122	0.0060	0.0106	0.0002	
1	SCRUH4	GNMGA	1	70	12.772	ACSR PIGEON	300 MCM	440	300	75	200	800	100	0.3866	0.3584	3.2020	4.9377	4.5775	40.8959	6.7330	49.0000	0.1374	0.1008	0.0934	0.0020
1	SCRUH4	KKTES4	1	70	12.772	ACSR PIGEON	300 MCM	440	300	75	200	800	100	0.3866	0.3584	3.2020	4.9377	4.5775	40.8959	6.7330	49.0000	0.1374	0.1008	0.0934	0.0020
1	BLBNG4	SKLNG4	1	70	8.610	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	630	600	0.3866	0.3584	3.2020	3.3286	3.0858	27.5692	4.5389	49.0000	0.0926	0.0679	0.0630	0.0014	
1	BLBNG4	SKLNG4+	1	70	9.500	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	630	600	0.3866	0.3584	3.2020	3.6727	3.4048	30.4190	5.0081	49.0000	0.1022	0.0750	0.0695	0.0015	
1	BLBNG4	SLRLO4	1	70	40.000	ACSR PIGEON	300 MCM	300	200	200	800	800	0.3866	0.3584	3.2020	15.4640	14.3360	128.0800	21.0869	49.0000	0.4303	0.3156	0.2926	0.0063	
1	BLBNG4	BNGLI4	2	70	40.000	ACSR PIGEON	300 MCM	300	200	200	800	800	0.3866	0.3584	3.2020	15.4640	14.3360	128.0800	21.0869	49.0000	0.4303	0.3156	0.2926	0.0063	
1	PLAHAM	BLBNG4	1	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3866	0.3584	3.2020	4.7096	4.3660	39.0088	6.4220	49.0000	0.1311	0.0961	0.0891	0.0019	
1	PLAHAM	BLBNG4	2	70	12.182	ACSR PIGEON	300 MCM	300	400	400	800	800	0.3866	0.3584	3.2020	4.7096	4.3660	39.0088	6.4220	49.0000	0.1311	0.0961	0.0891	0.0019	
1	PRMAN4	BNGLI4	1	70	9.700	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	250	400	800	800	0.2175	0.3871	2.9560	2.1088	3.7549	28.6732	4.3070	49.0000	0.0879	0.0431	0.0766	0.0014	
1	PRMAN4	BNGLI4	2	70	9.700	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	250	400	800	800	0.2175	0.3871	2.9560	2.1088	3.7549	28.6732	4.3070	49.0000	0.0879	0.0431	0.0766	0.0014	
1	PRONG4	BNGLI4	1	70	11.700	ACSR PIPEER	300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	2.5448	4.5291	34.5862	5.1950	49.0000	0.1060	0.0519	0.0924	0.0017	
1	PRONG4	BDHAM4	1	70	11.700	ACSR PIPEER	300 MCM	440	400	400	400	400	0.2180	0.3869	2.9560	2.5605	4.5150	34.5735	5.1867	49.0000	0.1068	0.0521	0.0921	0.0017	
1	KBAGM4	T-TUREN	1	70	4.300	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	0.9353	1.6645	12.7108	1.9093	49.0000	0.0390	0.0191	0.0340	0.0006	
1	T-TUREN	GNMGA	1	70	22.820	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	4.6534	8.8336	67.6569	10.1325	49.0000	0.2068	0.1013	0.0934	0.0033	
1	T-TUREN	TUREM4	1	70	10.100	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	400	400	0.3570	0.4156	2.7440	3.6057	4.1976	27.7144	5.5336	49.0000	0.1129	0.0736	0.0857	0.0014	

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sifit	Dari	Ke	No. Sifit	Teg (kV) Jarak (km)	Data Pengantar		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)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)
					Jenis	Jenis															
				(1)	(2)					(3)	(4)	(5)	(6)=(2)x(3)	(7)=(2)x(4)	(8)=(2x(5)	(9)=akar (6) ² + (7) ²	(10)=(1) ² /100	(11)=(9)/(10)	(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	(14)=(8)/(kV ²)x0,1975

5. UPT Malang

1	TUREN	SGRH4	1	70	21,475	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	0,2175	0,3871	2,9960	4,6708	8,3130	63,4801	9,5353	49,0000	0,1946	0,0953	0,1697	0,0031
1	GPNGM4	SGRH4	1	70	1,945	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	0,2175	0,3871	2,9960	0,2925	0,6206	3,9758	0,5972	49,0000	0,0122	0,0060	0,0106	0,0002
1	BKSL4	T-SKRLO	1	70	21,100	ACSR PIGEON	30 AWG	310	400	400	0,3866	0,3684	3,2020	8,1573	7,5522	67,5522	11,1233	49,0000	0,2270	0,1665	0,1543	0,0033
1	T-SKRLO	BLBNG4	1	70	18,900	ACSR PIGEON	30 AWG	310	400	400	0,3866	0,3684	3,2020	7,3067	6,7738	60,5178	9,9635	49,0000	0,2033	0,1481	0,1382	0,0030
Konfigurasi atik																						
1	KBAGM4	T.76	1	70	10,740	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	300	400	0,2175	0,3871	2,9960	2,3360	4,1575	31,7474	4,7688	49,0000	0,0973	0,0477	0,0848	0,0016
1	SGRH4	T.76	1	70	15,035	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	0,2175	0,3871	2,9960	3,2701	5,6200	44,4435	6,6758	49,0000	0,1362	0,0667	0,1188	0,0022
1	GPNGM4	T.76	1	70	16,380	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	300	300	0,2175	0,3871	2,9960	3,5627	6,3407	48,4193	7,2730	49,0000	0,1484	0,0727	0,1294	0,0024
1	TUREM4	T.76	1	70	10,100	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	0,2175	0,3871	2,9960	2,1968	3,9097	29,6566	4,4846	49,0000	0,0915	0,0448	0,0798	0,0015
1	TUREM4	T.76	2	70	10,100	ACSR OSTRICH	300 MCM	440	400	400	0,2175	0,3871	2,9960	2,1968	3,9097	29,6566	4,4846	49,0000	0,0915	0,0448	0,0798	0,0015
Perubahan Jarak																						
1	BLBNG4	T.42	1	70	9,490	ACSR PIGEON	30 AWG	300	400	400	0,3866	0,3684	3,2020	3,6688	3,4012	30,3870	5,0029	49,0000	0,1021	0,0749	0,0694	0,0015
1	T.42	SKLNG4	1	70	0,010	ACSR PIGEON	30 AWG	300	400	400	0,3866	0,3684	3,2020	0,0039	0,0036	0,0320	0,0053	49,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
Rekonfigurasi Dana APLN																						
1	PIE85	PAKISS	1	150	55,000	ACSR ZERBAHAWK 2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0,0387	0,2807	4,0230	2,1285	15,4385	221,2650	15,5845	225,0000	0,0693	0,0085	0,0686	0,0488
1	PIE85	PAKISS	2	150	55,000	ACSR ZERBAHAWK 2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0,0387	0,2807	4,0230	2,1285	15,4385	221,2650	15,5845	225,0000	0,0693	0,0085	0,0686	0,0488
1	PIE85	BLBNG5	1	150	62,750	ACSR ZERBAHAWK 2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0,0387	0,2807	4,0230	2,4284	17,6139	262,4433	17,7805	225,0000	0,0790	0,0108	0,0783	0,0688
1	PAKISS	BLBNG5	1	150	9,750	ACSR ZERBAHAWK 2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0,0387	0,2807	4,0230	0,3773	2,7368	39,2243	2,7627	225,0000	0,0123	0,0017	0,0122	0,0088
1	KBAGM5	PLUHAN5	1	150	14,015	ACSR ZERBAHAWK 2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0,0387	0,2807	4,0230	0,5424	3,9340	56,3823	3,9712	225,0000	0,0176	0,0024	0,0175	0,0127
1	PAKISS	PLUHAN5	1	150	7,115	ACSR ZERBAHAWK 2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	2000	0,0387	0,2807	4,0230	0,2754	1,9972	28,6236	2,0161	225,0000	0,0090	0,0012	0,0089	0,0064

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	Data Penghantar		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)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Teg (kV)	Jarak (km)		Dari	Ke													
				(1)	(2)				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9) $Z_{act} = R + jX$	(10)	(11) $Z_{pu} = Z_{base}^{-1} \times Z_{act}$	(12)	(13)	(14) $B_{pu} = B_{base}^{-1} \times B_{act}$	(15)

6. UPT Problinggo

1	PITON7		1	500	88.363	GANNET	4x392.8	2800	2000	2000								2.2179	24.8123	357.7818	24.9113	2.500.000	0.0100	0.0009	0.0099	0.0072	2.424.8000
1	PITON7		2	500	88.363	GANNET	4x392.8	2800	2000	2000								2.2179	24.8123	357.7818	24.9113	2.500.000	0.0100	0.0009	0.0099	0.0072	2.424.8000
1	BNGIL5	GDTAN5	1	150	16.805	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	1250	1600							1.9695	6.7270	47.9447	7.0094	225.0000	0.0312	0.0088	0.0299	0.0108	192.2520
1	BNGIL5	GDTAN5	2	150	16.805	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	1250	1600							1.9695	6.7270	47.9447	7.0094	225.0000	0.0312	0.0088	0.0299	0.0108	192.2520
1	BNGIL5	BDRAN5	1	150	9.800	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	1000	1600							1.1486	3.9229	27.9594	4.0876	225.0000	0.0182	0.0051	0.0174	0.0063	192.2520
1	BNGIL5	WARU5	1	150	9.800	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	1000	1600							1.1486	3.9229	27.9594	4.0876	225.0000	0.0182	0.0051	0.0174	0.0063	192.2520
1	BNGIL5	LWAMG5	1	150	34.680	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	1000	1600							4.0645	13.8924	98.9420	14.4652	225.0000	0.0643	0.0181	0.0617	0.0223	192.2520
1	BNGIL5	BLKON5	1	150	27.770	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	1000	1600							3.2546	11.1163	79.2278	11.5930	225.0000	0.0515	0.0145	0.0464	0.0178	192.2520
1	BNGIL5	PIER5	1	150	5.150	ACSR. ZEBRA	2 x 435 mm ²	1620	2000	1250	1250							1.9931	1.4456	20.7045	2.4621	225.0000	0.0109	0.0089	0.0064	0.0047	420.8760
1	BNGIL5	PIER5	2	150	5.150	ACSR. ZEBRA	2 x 435 mm ²	1620	2000	1250	1250							1.9931	1.4456	20.7045	2.4621	225.0000	0.0109	0.0089	0.0064	0.0047	420.8760
1	BNGIL5	BCKRO5	1	150	6.200	ACSR. ZEBRA	2 x 435 mm ²	1620	1000	1000	1250							2.3994	1.7403	24.9259	2.9641	225.0000	0.0132	0.0107	0.0077	0.0056	420.8760
1	BNGIL5	BCKRO5	2	150	6.200	ACSR. ZEBRA	2 x 435 mm ²	1620	1000	1000	1250							2.3994	1.7403	24.9259	2.9641	225.0000	0.0132	0.0107	0.0077	0.0056	420.8760
1	GDTAN5	RJOSO5	1	150	10.487	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	800	1250							2.8530	1.4979	29.9194	4.3742	225.0000	0.0194	0.0055	0.0187	0.0067	192.2520
1	GDTAN5	RJOSO5	2	150	10.487	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	800	1250							2.8530	1.4979	29.9194	4.3742	225.0000	0.0194	0.0055	0.0187	0.0067	192.2520
1	PIER5	GRAT15	1	150	30.000	TACSR	410 mm ²	1620	1000	1250	2000							11.6100	8.4210	120.6090	14.3424	225.0000	0.0637	0.0516	0.0374	0.0271	420.8760
1	PBLG05	GDTAN5	1	150	33.827	ACSR. AW	330 mm ²	740	800	1000	1250							3.9645	13.5409	96.5084	14.1094	225.0000	0.0627	0.0176	0.0602	0.0217	192.2520
1	PBLG05	GDTAN5	2	150	33.827	ACSR. AW	330 mm ²	740	800	1000	1250							3.9645	13.5409	96.5084	14.1094	225.0000	0.0627	0.0176	0.0602	0.0217	192.2520
1	PBLG05	LIANG5	1	150	51.692	ACSR. AW	330 mm ²	740	600	600	800							6.0683	20.6923	147.4773	21.5510	225.0000	0.0868	0.0289	0.0920	0.0332	192.2520
1	PBLG05	LIANG5	2	150	51.692	ACSR. AW	330 mm ²	740	600	600	800							6.0683	20.6923	147.4773	21.5510	225.0000	0.0868	0.0289	0.0920	0.0332	192.2520
1	KRSAN5	PBLG05	1	150	30.239	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	1250	1250							3.5440	12.1047	86.2719	12.6128	225.0000	0.0561	0.0158	0.0538	0.0194	192.2520
1	KRSAN5	PBLG05	2	150	30.239	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	1250	1250							3.5440	12.1047	86.2719	12.6128	225.0000	0.0561	0.0158	0.0538	0.0194	192.2520
1	PITON5	GDING5	1	150	19.137	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	400	1250							2.2429	7.6805	54.5979	7.9821	225.0000	0.0375	0.0105	0.0340	0.0123	192.2520
1	PITON5	GDING5	2	150	20.204	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	400	1250							2.3679	8.0877	57.6420	8.4272	225.0000	0.0375	0.0105	0.0340	0.0123	192.2520
1	PITON5	KRSAN5	1	150	20.204	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	1000	1250							2.3679	8.0877	57.6420	8.4272	225.0000	0.0375	0.0105	0.0340	0.0123	192.2520
1	PITON5	KRSAN5	2	150	20.204	ACSR. AW	330 mm ²	740	1000	1000	1250							2.3679	8.0877	57.6420	8.4272	225.0000	0.0375	0.0105	0.0340	0.0123	192.2520
1	PITON5	STBDO5	1	150	55.433	ACSR. ZEBRA	2 x 435 mm ²	1600	2000	1250	1250							21.4526	15.5600	222.8573	26.5015	225.0000	0.1178	0.0953	0.0692	0.0502	415.6800
1	PITON5	STBDO5	2	150	55.433	ACSR. ZEBRA	2 x 435 mm ²	1600	2000	1250	1250							21.4526	15.5600	222.8573	26.5015	225.0000	0.1178	0.0953	0.0692	0.0502	415.6800
1	BNGIL4	PIDAN4	1	70	9.700	ACSR. OSTRICH	300 MCM	440	250	400	800							1.9560	3.7549	28.6732	4.3070	49.0000	0.0879	0.0431	0.0766	0.0014	53.3456
1	BNGIL4	PIDAN4	2	70	9.700	ACSR. OSTRICH	300 MCM	440	250	400	800							1.9560	3.7549	28.6732	4.3070	49.0000	0.0879	0.0431	0.0766	0.0014	53.3456
1	BNGIL4	BDRAN4	1	70	11.700	ACSR. PIPER	300 MCM	440	400	400	400							2.5606	4.5150	34.6905	5.1857	49.0000	0.1058	0.0521	0.0921	0.0017	53.3456
1	BNGIL4	PRONG4	1	70	11.700	ACSR. PIPER	300 MCM	440	400	400	400							2.5606	4.5150	34.6905	5.1857	49.0000	0.1058	0.0521	0.0921	0.0017	53.3456
1	BNGIL4	BLBNG4	1	70	40.000	ACSR. PIGEON	300 AWG	300	200	200	800							15.4640	14.3360	128.0800	21.0869	49.0000	0.4303	0.3156	0.2926	0.0063	36.3720
1	BNGIL4	BLBNG4	2	70	40.000	ACSR. PIGEON	300 AWG	300	200	200	800							15.4640	14.3360	128.0800	21.0869	49.0000	0.4303	0.3156	0.2926	0.0063	36.3720
1	GRAT15	GDTAN5	1	150	18.500	TACSR	410 mm ²	1620	1000	1250	2000							7.1595	5.1930	74.3756	8.8445	225.0000	0.0393	0.0318	0.0231	0.0167	420.8760
1	GRAT15	GDTAN5	2	150	10.743	TACSR	410 mm ²	1620	1000	1000	1250	2000						4.1575	3.0156	43.1901	5.1360	225.0000	0.0228	0.0185	0.0097	0.0097	420.8760

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	Data Penghantar			I Nom (Amp)	Tap CT		Tap WT		R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MYS/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Teg (kV)	Jarak (Km)	Jenis		Dari	Ke	Dari	Ke													
				(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6)=2x(3)	(7)=2x(4)	(8)=2x(5)	(9)=akar (6) ² + (7) ²	(10)=(1) ² /100	(11)=(9)/(10)	(12)=(6)/(10)	(13)=(7)/(10)	(14)=(6)/(kV) ² x 0,1975	(15)=(1)x(A)x1,732/1000	

6. UPT Probolinggo

1	GDTAN5	PIER5	1	150	11.500	TACSR	410 mm ²	1620	1000	1000	1250	2000	0.3870	0.2807	4.0203	4.4505	3.2281	46.2335	5.4979	225.0000	0.0244	0.0198	0.0143	0.0104	420.8760
1	GDTAN5	PIER5	2	150	11.500	TACSR	410 mm ²	1620	1000	1000	1250	2000	0.3870	0.2807	4.0203	4.4505	3.2281	46.2335	5.4979	225.0000	0.0244	0.0198	0.0143	0.0104	420.8760

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirkuit	Darl	Ke	No. Sirkuit	Data Penghantar		Nom (Amp)	Tap CT Darl	Ke	Tap WT Darl	Ke	R (Ohm/m)	X (Ohm/m)	B (Mj/Sirk)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Teg (kV/larak/km)	Jenis																		
				(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6)=(2)x(3)	(7)=(2)x(4)	(8)=(2x(5)	(9)=akar (6) ² +(7) ²	(10)=(1) ² 100	(11)=(9)/(10)	(12)=(6)/(10)	(13)=(7)/(10)	(14)=(5)/(kV ²)0,1975	(15)=(1)x(A)x1,732/1000

7. UPT Jember

1	PBLG05	LANGS	1	150	51.692	ACSR DOVE	330 mm ²	740	600	600	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	6.0583	20.6923	147.4773	21.5610	225.0000	0.0958	0.0289	0.0920	0.0332	192.2520
1	PBLG05	LANGS	2	150	51.692	ACSR DOVE	330 mm ²	740	600	600	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	6.0583	20.6923	147.4773	21.5610	225.0000	0.0958	0.0289	0.0920	0.0332	192.2520
1	LANGS	TGJUL5	1	150	32.080	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	3.7588	12.8416	91.5242	13.3807	225.0000	0.0565	0.0167	0.0571	0.0206	192.2520
1	LANGS	JMBERS	1	150	60.530	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	7.0941	24.2302	172.6921	25.2473	225.0000	0.1122	0.0315	0.1077	0.0389	192.2520
1	TGJUL5	JMBERS	1	150	28.450	ACSR AW	330 mm ²	740	1000	800	1250	800	0.1172	0.4003	2.8530	3.3343	11.3885	81.1679	11.8966	225.0000	0.0527	0.0148	0.0506	0.0183	192.2520
1	JMBERS	BWNGS	1	150	82.595	ACSR AW	330 mm ²	740	600	600	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	33.0528	33.0528	235.6435	34.4507	225.0000	0.1531	0.0430	0.1469	0.0530	192.2520
1	JMBERS	GTEGNS	1	150	64.708	ACSR AW	330 mm ²	740	600	800	1000	1250	0.1172	0.4003	2.8530	7.5688	25.9026	184.6119	26.9900	225.0000	0.1200	0.0337	0.1151	0.0415	192.2520
1	BOWS05	JMBERS	1	150	39.662	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	4.6484	15.8767	113.1557	16.5432	225.0000	0.0735	0.0207	0.0706	0.0255	192.2520
1	BOWS05	JMBERS	2	150	39.662	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	1600	1600	0.1172	0.4003	2.8530	4.6484	15.8767	113.1557	16.5432	225.0000	0.0735	0.0207	0.0706	0.0255	192.2520
1	BDWS05	JMBERS	1	150	55.433	ACSR ZEBRA	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	1250	1250	0.3870	0.2807	4.0203	21.4526	15.5900	222.8573	26.5015	225.0000	0.1178	0.0953	0.0692	0.0502	420.8760
1	BDWS05	PITONS	1	150	55.433	ACSR ZEBRA	2 x 435 mm ²	1620	2000	2000	1250	1250	0.3870	0.2807	4.0203	21.4526	15.5900	222.8573	26.5015	225.0000	0.1178	0.0953	0.0692	0.0502	420.8760
1	STBD05	BDWS05	1	150	34.786	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	4.0769	13.9248	99.2445	14.5094	225.0000	0.0545	0.0181	0.0619	0.0223	192.2520
1	STBD05	BDWS05	2	150	34.786	ACSR AW	330 mm ²	740	800	800	1600	1600	0.1172	0.4003	2.8530	4.0769	13.9248	99.2445	14.5094	225.0000	0.0545	0.0181	0.0619	0.0223	192.2520
1	STBD05	BDWS05	1	150	74.200	ACSR AW	2 x 340 mm ²	1200	800	800	1600	1600	0.0586	0.2815	4.0740	4.3461	20.8873	302.2908	21.3351	225.0000	0.0948	0.0193	0.0928	0.0680	311.7600
1	STBD05	BWNGS	1	150	74.200	ACSR DOVE	2 x 340 mm ²	1200	800	800	1600	1600	0.0586	0.2815	4.0740	4.3461	20.8873	302.2908	21.3351	225.0000	0.0948	0.0193	0.0928	0.0680	311.7600
1	GTEGNS	BWNGS	1	150	33.990	ACSR DOVE	330 mm ²	740	1000	600	1250	800	0.1172	0.4003	2.8530	3.9789	13.5902	96.8594	14.1607	225.0000	0.0529	0.0177	0.0604	0.0218	192.2520
1	BWNGS	KTPNG5	1	150	7.990	ACSR HAWK	477 MM	655	600	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	1.0946	3.1688	23.0112	3.3526	225.0000	0.0149	0.0049	0.0141	0.0052	170.1690
1	BWNGS	KTP-GLM	1	150	4.829	SS	330 mm ²	465	600	800	800	800	0.0870	0.1310	73.0000	0.3890	0.5867	326.3830	0.7031	225.0000	0.0031	0.0017	0.0026	0.0734	120.8070
1	BWNGS	KTPNG5	2	150	7.990	ACSR HAWK	477 MM	655	600	800	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	1.0946	3.1688	23.0112	3.3526	225.0000	0.0149	0.0049	0.0141	0.0052	170.1690
1	BWNGS	KTP-GLM	2	150	4.389	SUBMARINE CABLE	300 mm ²	500	600	800	800	800	0.0870	0.1310	73.0000	0.3818	0.5750	320.3970	0.6902	225.0000	0.0031	0.0017	0.0026	0.0721	129.9000
1	BWNGS	KTP-GLM	II (lama)	150	4.280	SS	300 mm ²	465	600	800	800	800	0.0870	0.1310	73.0000	0.3818	0.5750	320.3970	0.6902	225.0000	0.0031	0.0017	0.0026	0.0721	120.8070

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Skrkt	Dari	Ke	No. Skrkt	Teg (kV)	Data Penghantar		l Nom (Amp)	Tap CT Dari	Ke	Tap WT Dari	Ke	R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MVA/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
					Jenis	Jarak (km)																		
				(1)		(2)						(3)	(4)	(5)	(6)=(2)x(3)	(7)=(2)x(4)	(8)=(2)x(5)	(9)=akar (6) ² +(7) ²	(10)=(1) ² /100	(11)=(9)/(10)	(12)=(6)-(10)	(13)=(7)-(10)	(14)=(8)/(kV ²)0,1975	(15)=(1)x(A)x1,732/1000

8. UPT Maduin

1	NRJR05	BRBANS	1	150	23.500	ACSR	330	740	800	800	1250	800	0.1172	0.4003	2.8530	2.7542	9.4071	67.0455	9.8019	225.0000	0.0456	0.0122	0.0418	0.0151	192.2520
1	NRJR05	SRZAG5	1	150	23.900	ACSR	330	740	400	600	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	2.8011	9.6672	68.1867	9.9688	225.0000	0.0443	0.0124	0.0425	0.0153	192.2520
1	NRJR05	SRCGR5	1	150	78.674	ACSR	477	491	400	600	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	9.2206	31.4932	224.4569	32.8163	225.0000	0.1458	0.0410	0.1400	0.0505	127.5618
1	NRJR05	NGAWM5	1	150	51.750	ACSR	477	491	400	600	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	6.0851	20.7155	147.6428	21.9851	225.0000	0.0959	0.0270	0.0921	0.0332	127.5618
1	NGAWM5	SRCGR5	1	150	37.924	ACSR	477	491	400	600	800	800	0.1172	0.4003	2.8530	4.4447	15.1810	108.1972	15.8183	225.0000	0.0703	0.0198	0.0675	0.0243	127.5618
1	BGR05	CEP15	2	150	30.970	ACSR-HAWK	477 MCM	645	400	400	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	4.2429	12.2827	89.1936	12.9949	225.0000	0.0578	0.0189	0.0546	0.0201	167.5710
1	BGR05	CEP15	2	150	30.970	ACSR-HAWK	477 MCM	645	400	400	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	4.8361	14.0000	101.6640	14.8117	225.0000	0.0558	0.0215	0.0522	0.0201	167.5710
1	BGR05	BARAT5	1	150	35.300	ACSR-HAWK	477 MCM	645	400	400	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	4.8361	14.0000	101.6640	14.8117	225.0000	0.0558	0.0215	0.0522	0.0229	167.5710
1	BGR05	BARAT5	2	150	35.300	ACSR-HAWK	477 MCM	645	400	400	800	800	0.1370	0.3966	2.8800	4.8361	14.0000	101.6640	14.8117	225.0000	0.0558	0.0215	0.0522	0.0229	167.5710
1	BARAT5	LNGAN5	1	150	12.910	TACSUR	240	973	800	800	1250	1250	0.0586	0.2815	4.0740	0.7565	3.6342	52.5963	3.7121	225.0000	0.0165	0.0034	0.0162	0.0118	252.7854
1	BARAT5	LNGAN5	2	150	12.910	TACSUR	240	973	800	800	1250	1250	0.0586	0.2815	4.0740	1.8706	8.9860	130.0502	9.1787	225.0000	0.0408	0.0083	0.0399	0.0293	252.7854
1	BARAT5	TUBAN5	1	150	31.922	TACSUR	240	973	800	800	1250	1250	0.0586	0.2815	4.0740	1.8706	8.9860	130.0502	9.1787	225.0000	0.0408	0.0083	0.0399	0.0293	252.7854
1	BARAT5	TUBAN5	2	150	31.922	TACSUR	240	973	800	800	1250	1250	0.0586	0.2815	4.0740	1.8706	8.9860	130.0502	9.1787	225.0000	0.0408	0.0083	0.0399	0.0293	252.7854
1	TUBAN5	KEREN5	1	150	14.080	ACSR	240	645	800	800	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	1.6478	5.6282	40.1132	5.8845	225.0000	0.0261	0.0073	0.0250	0.0080	167.5710
1	TUBAN5	KEREN5	2	150	14.080	ACSR	240	645	800	800	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	1.6478	5.6282	40.1132	5.8845	225.0000	0.0261	0.0073	0.0250	0.0080	167.5710
1	MLWNG5	KEREN5	1	150	9.000	ACSR	240	645	800	800	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	1.0548	3.6027	25.6770	3.7539	225.0000	0.0167	0.0047	0.0160	0.0058	167.5710
1	MLWNG5	KEREN5	2	150	9.000	ACSR	240	645	800	800	1250	1250	0.1172	0.4003	2.8530	1.0548	3.6027	25.6770	3.7539	225.0000	0.0167	0.0047	0.0160	0.0058	167.5710
1	KEREN5	TBANRS5	2	150	2.016	ACSR	240	645					0.1172	0.4003	2.8530	0.2363	0.8070	5.7516	0.8409	225.0000	0.0037	0.0011	0.0036	0.0013	167.5710
1	KEREN5	TBANRS5	2	150	2.016	ACSR	240	645					0.1172	0.4003	2.8530	0.2363	0.8070	5.7516	0.8409	225.0000	0.0037	0.0011	0.0036	0.0013	167.5710
1	NRJR04	NGJUK4	1	70	39.800	ACSR	300	386	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.9560	8.6665	15.4066	117.6488	17.6719	49.0000	0.3987	0.1767	0.3144	0.0058	48.2535
1	NRJR04	DLOPO4	1	70	14.000	ACSR	300	386	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.9560	3.0450	5.4194	41.3840	6.2163	49.0000	0.1269	0.0621	0.1106	0.0020	48.2535
1	NRJR04	PRNGO4	1	70	29.500	ACSR	300	386	400	200	400	800	0.2180	0.3859	2.9560	6.4310	11.3841	87.2020	13.0750	49.0000	0.2688	0.1312	0.2323	0.0043	48.2535
1	NRJR04	PRNGO4	1	70	22.920	ACSR	300	386	200	200	800	600								49.0000					48.2535
1	NRJR04	MRCGN4	2	70	22.920	ACSR	300	386	200	200	800	600								49.0000					48.2535
1	TLGER4	TLNGG4	1	70	5.400	ACSR	300	386	100	150	1250	800								49.0000					48.2535
1	TLGER4	TLNGG4	1	70	5.400	ACSR	300	386	100	150	1250	800								49.0000					48.2535
1	PRNGO4	PCTAN4	1	70	62.218	ACSR	300	386	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	1.1745	2.0903	15.9624	2.2977	49.0000	0.0489	0.0240	0.0427	0.0088	48.0110
1	PRNGO4	PCTAN4	2	70	62.218	ACSR	300	386	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	13.5324	24.0846	183.9164	27.6260	49.0000	0.5638	0.2762	0.4915	0.0080	48.0110
1	PRNGO4	TLGER4	1	70	38.800	ACSR	300	386	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	13.5324	24.0846	183.9164	27.6260	49.0000	0.5638	0.2762	0.4915	0.0080	48.0110
1	PRNGO4	TLGER4	1	70	38.800	ACSR	300	386	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	13.5324	24.0846	183.9164	27.6260	49.0000	0.5638	0.2762	0.4915	0.0080	48.0110
1	PRNGO4	DLOPO4	2	70	38.800	ACSR	300	386	400	400	400	400	0.2175	0.3871	2.9560	8.4390	15.0195	114.6928	17.2279	49.0000	0.3516	0.1722	0.3065	0.0056	48.0110
1	PRNGO4	DLOPO4	1	70	15.500	ACSR	300	386	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.9560	3.3713	6.0001	45.6180	6.8823	49.0000	0.1405	0.0888	0.1125	0.0022	48.2535
1	MJTAN4	MRCGN4	1	70	14.400	ACSR	300	386	400	400	400	400	0.2180	0.3859	2.9560	3.1392	5.5570	42.5654	6.3823	49.0000	0.1303	0.0641	0.1134	0.0021	48.2535
1	MJTAN4	MRCGN4	2	70	14.400	ACSR	300	386	400	400	400	400	0.2180	0.3859	2.9560	3.1392	5.5570	42.5654	6.3823	49.0000	0.1303	0.0641	0.1134	0.0021	48.2535

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	Data Penghantar			I Nom (Amp)	Tap CT		Tap WT		R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (MyS/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Teg (kV)	Jarak (Km)	Jenis		Dari	Ke	Dari	Ke													
				(1)	(2)							(3)	(4)	(5)	(6)=(2)x(3)	(7)=(2)x(4)	(8)=(2)x(5)	(9)=akar (6) ² + (7) ²	(10)=(1) ² /100	(11)=(9)/(10)	(12)=(6)/(10)	(13)=(7)/(10)	(14)=(6)/(kV ²)x10 ³ 1975	(15)=(1)x(A)x1,732/1000

8. UPT Madiun

1	CRBAN4	MNRJO4	1	70	16.858	ACSR	300	396	400	400	800	800						49.0000						48.0110	
1	CRBAN4	NGJUK4	1	70	22.942	ACSR	300	396	400	400	800	800	0.2175	0.3871	2.9560	4.9899	8.8808	67.8166	10.1867	49.0000	0.2079	0.1018	0.1812	0.0033	48.0110

1	DLOPO2	NGBEL2	1	25	10.750	ACSR	95	245			400	400									#DIV/0!	#DIV/0!		10.6085
1	DLOPO2	PNRGO2	1	25	16.162	ACSR	70	203													#DIV/0!	#DIV/0!		8.7899
1	DLOPO2	GLANG2	1	25	17.314	ACSR	50	119			400	400									#DIV/0!	#DIV/0!		5.1527
1	DLOPO2	GLANG2	2	25	17.314	ACSR	50	119													#DIV/0!	#DIV/0!		5.1527
1	GRNGN2	GLANG2	1	25	2.682	ACSR	50	119			400	400									#DIV/0!	#DIV/0!		5.1527
1	GRNGN2	GLANG2	2	25	2.682	ACSR	50	119													#DIV/0!	#DIV/0!		5.1527

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Srlkit	Daft	Ke	No. Srlkit	Teg (kV)		Jenis	Data Penghantar										
				Jarak (km)	Jarak (Km)		l Nom	Tap CT	Tap WT	Daft	Ke	Daft	Ke	Daft	Ke		
			(1)														
			(2)														

9. UPT Kediri

Jml Srlkit	Daft	Ke	No. Srlkit	Teg (kV)	Jarak (km)	Jenis	Data Penghantar											
							l Nom	Tap CT	Tap WT	Daft	Ke	Daft	Ke	Daft	Ke			
1	BNRANS	MJAGNS	1	150	27.600	ACS R 330	740	800	1600	1250	800	800	800	800	800	800	800	800
1	BNRANS	MJAGNS	2	150	27.600	ACS R 330	740	800	1600	1250	800	800	800	800	800	800	800	800
1	BNRANS	MNRJOS	1	150	12.250	ACS R 330	740	800	800	1250	800	800	800	800	800	800	800	800
1	BNRANS	MNRJOS	1	150	47.330	ACS R 330	740	800	1250	800	800	800	800	800	800	800	800	800
1	BNRANS	JKTASS	1	150	31.615	ACS R 2 x 477	982	800	800	1250	800	800	800	800	800	800	800	800
1	BNRANS	JKTASS	2	150	31.615	ACS R 2 x 477	982	800	800	800	1250	800	800	800	800	800	800	800
1	SYZAGS	MNRJOS	1	150	35.080	ACS R 330	740	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
1	BNRANS	GRAMM	2	70	4.950	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	BNRANS	GRAMM	1	70	4.950	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	BNRANS	TLNGG4	1	70	29.200	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	BNRANS	TLNGG4	1	70	29.200	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	BNRANS	TLNGG4	1	70	29.200	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	BNRANS	PARE4	1	70	15.841	ACS R 30	350	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	BNRANS	PARE4	2	70	15.841	ACS R 30	350	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	TLNGG4	BLTARA4	1	70	31.200	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	TLNGG4	BLTARA4	2	70	31.200	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	TLNGG4	TLGPKA4	1	70	27.600	ACS R 300	396	400	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
1	TLNGG4	WLNGLA4	1	70	11.730	ACS R 300	396	400	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
1	TLNGG4	WLNGLA4	2	70	11.730	ACS R 300	396	400	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
1	BLTARA	WLNGLA4	1	70	11.730	ACS R 300	396	400	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
1	BLTARA	WLNGLA4	2	70	11.730	ACS R 300	396	400	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
1	KTNSO4	SKTIH4	1	70	15.800	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	KTNSO4	SKTIH4	2	70	15.800	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	KTNSO4	NGJUK4	1	70	16.765	ACS R 300	396	400	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
1	KTNSO4	NGJUK4	2	70	16.765	ACS R 300	396	400	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
1	KTNSO4	PLOS04	1	70	24.800	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	KTNSO4	PLOS04	2	70	24.800	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	KTNSO4	CRBAN4	1	70	16.500	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	KTNSO4	CRBAN4	1	70	16.500	ACS R 300	396	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
1	NGJUK4	MNRJ04	1	70	16.500	ACS R 300	396	400	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
1	BNRANS	KTNSO5	1	150	15.808	ACS R 2 x 477	1620	800	800	800	1250	800	800	800	800	800	800	800
1	BNRANS	KTNSO5	1	150	15.808	ACS R 2 x 477	1620	800	800	800	1250	800	800	800	800	800	800	800

DATA KARAKTERISTIK TRANSMISI UPT & SRB

Jml Sirkuit	Dari	Ke	No. Sirkuit	Data _ Penghantar		I Nom (Amp)	Tap CT		Tap WT		R (Ohm/km)	X (Ohm/km)	B (Mys/km)	R (Ohm)	X (Ohm)	B (Ohm)	Z act (Ohm)	Z base (Ohm)	Z pu (Ohm)	R pu (Ohm)	X pu (Ohm)	B pu (Ohm)	Daya (MVA)
				Teg (kV)	Jarak (km)		Jenis	Dari	Ke	Dari													
				(1)	(2)						(3)	(4)	(5)	(6) \times (2) \times (3)	(7) \times (2) \times (4)	(8) \times (2) \times (5)	(9)=akar (6) ² + (7) ²	(10)=(1) ² /100	(11)=(9)/(10)	(12)=(6):(10)	(13)=(7):(10)	(14)=(8)/(K ²) \times 10,1975	(15)=(1) \times (A) \times 1,732/1000

9. UPT Kediri

1	KDIRI3	TLNG3	1	30	27.791	BC 35	200											9.0000					10.3920
1	KDIRI3	TLNG3	2	30	27.791	BC 35	200											9.0000					10.3920
1	TLNG3	BLTAR3	1	30	28.781	ACSR 1/0	230											9.0000					11.9508
1	TLNG3	BLTAR3	2	30	28.781	ACSR 1/0	230											9.0000					11.9508
1	TLNG3	TGLEK3	1	30	32.684	ACSR 1/0	230											9.0000					11.9508
1	PARE3	MDLAN3	1	30	21.630	ACSR 1/0	230											9.0000					11.9508
1	PARE3	MDLAN3	2	30	21.630	ACSR 1/0	230											9.0000					11.9508
Rencana																							
1	BNRAN5	KTSNO5	1	150	15.808	ACSR 2 x 477	1620	800	800	1250	800	1250	2.9380	1.8700	6.1570	46.4424	6.4347	225.0000	0.0286	0.0083	0.0274	0.0105	420.8760
1	KTSNO5	JKTAS5	1	150	15.808	ACSR 2 x 477	1620	800	800	1250	800	1250	2.9380	1.8700	6.1570	46.4424	6.4347	225.0000	0.0286	0.0083	0.0274	0.0105	420.8760
1	BNRAN5	MNRJ05	1	150	47.330	ACSR 330	740	800	800	1250	800	1250	2.9650	4.2029	18.2694	140.3335	18.7466	225.0000	0.0833	0.0187	0.0812	0.0316	192.2520
1	BNRAN5	NGJUJ5	1	150	2.600	ZEBRZ 2 kali	1620	800	800	1250	800	1250	4.0230	0.1006	0.7298	10.4598	0.7357	225.0000	0.0033	0.0004	0.0032	0.0024	420.8760
1	NGJUJ5	MNRJ05	1	150	47.330	ACSR 330	740	800	800	1250	800	1250	2.9650	4.2029	18.2694	140.3335	18.7466	225.0000	0.0833	0.0187	0.0812	0.0316	192.2520

Listing Program

```

%Program FUZZY SET
%JOKO WAHYUDIANTO (00.12.021)
%TEKNIK ELEKTRO E.L S-1
%INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

```

```

clc
Vbase=150.00;
Vkonst=1000;
Pbase=100.00;
Pkonst=1000000;
Zbase=(Vbase*Vkonst)^2/(Pbase*Pkonst);
TypSal=1; %Jika pu TypParam=1 jika ohm TypParam=2
global Pbase
%-----
% absV   sudV  Pgen  Qgen  Pload  Qload  Sup  TypBus
%  pu    deg  MW   MVAR  MW    MVAR  pu
%-----
Bus=[1.04000 0.00000      0.000 0.000 0.000 0.000 0.00000      1;
     1.03000 0.00000    565.100 0.000 17.800 8.800 0.00000      2;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 27.000 12.100 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 25.400 14.800 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 25.300 4.300  0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 40.500 14.400 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000  6.200  2.100 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 38.600 16.300 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 17.500  8.700 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 41.400 15.600 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 19.000  4.700 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 28.000  9.300 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 63.500 26.800 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 40.500 11.700 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 14.000  4.700 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 18.300  7.400 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 22.600  5.500 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 24.200  8.200 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 25.600 10.900 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 42.900  1.600 0.00000      3;
     0.91000 0.00000     90.000 0.000  0.000  0.000 0.00000      2;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 24.800 12.700 0.00000      3;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 35.000 16.000 0.00000      3;
     0.93000 0.00000     25.000 0.000 23.800 10.500 0.00000      2;
     1.00000 0.00000      0.000 0.000 18.700 15.000 0.00000      3;

```

1.00000	0.00000	0.000	0.000	-573.400	-345.000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	7.000	4.000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	35.900	10.900	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	35.800	15.600	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	16.400	10.000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	12.000	6.000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	37.000	27.500	0.00000	3;
1.02000	0.00000	410.300	0.000	0.000	0.000	0.00000	2;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	26.600	9.700	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	20.500	8.000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	28.200	10.900	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	31.900	11.000	0.00000	3;
1.02000	0.00000	200.400	0.000	11.600	3.200	0.00000	2;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	57.900	22.100	0.00000	3;
1.01000	0.00000	59.200	0.000	0.000	0.000	0.00000	2;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	38.300	25.000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	33.500	18.700	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	12.700	6.400	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	21.200	10.600	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	87.000	44.000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	28.900	11.700	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	100.300	32.100	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	67.100	32.700	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	48.300	24.100	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	22.500	13.700	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	14.400	7.400	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	32.000	15.600	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	32.800	14.800	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	36.900	19.100	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	6.200	2.700	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	73.700	42.500	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	17.200	7.800	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	31.700	17.500	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	27.500	20.600	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	28.600	18.800	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	39.000	27.300	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	31.200	19.100	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	41.600-39.700		0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	11.300	7.000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	46.800	6.500	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	50.700	23.800	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	13.600	7.400	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	39.800	23.400	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	30.400	15.600	0.00000	3;
1.00000	0.00000	0.000	0.000	11.300	7.000	0.00000	3;

1.00000 0.00000 0.000 0.000 16.000 2.700 0.00000 3];

[Nbus,Beban,Cap]=DecodeBus(Bus);

global Nbus Beban Cap

%-----
% from to R X Lc Tap TapPh SudPh Kap Saluran
% pu pu pu deg MVA
%-----

Sal=[127 0.0013 0.0062 0.0025 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
1 45 0.0032 0.0154 0.0226 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
1 55 0.0010 0.0035 0.0025 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
1 59 0.0008 0.0024 0.0017 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
2 5 0.0477 0.0346 0.0502 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
2 7 0.0053 0.0180 0.0130 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
3 4 0.0028 0.0094 0.0067 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
3 8 0.0088 0.0301 0.0217 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
3 15 0.0099 0.0072 0.0104 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
3 16 0.0044 0.0150 0.0108 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
3 38 0.0093 0.0067 0.0097 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
5 6 0.0097 0.0464 0.0680 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
5 11 0.0091 0.0310 0.0233 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
6 13 0.0430 0.1469 0.0265 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
6 14 0.0177 0.0604 0.0109 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
7 8 0.0079 0.0269 0.0194 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
7 9 0.0100 0.0340 0.0062 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
8 10 0.0135 0.0460 0.0332 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
10 12 0.0167 0.0571 0.0103 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
10 13 0.0315 0.1077 0.0195 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
11 13 0.0104 0.0353 0.0255 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
12 13 0.0148 0.0506 0.0092 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
13 14 0.0337 0.1151 0.0208 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
15 16 0.0045 0.0032 0.0047 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
15 23 0.0048 0.0343 0.0495 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
16 17 0.0054 0.0039 0.0056 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
16 18 0.0145 0.0494 0.0089 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
16 19 0.0181 0.0617 0.0112 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
16 46 0.0051 0.0174 0.0032 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
16 56 0.0051 0.0174 0.0032 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
18 19 0.0091 0.0309 0.0056 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
19 20 0.0067 0.0230 0.0166 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
20 21 0.0073 0.0249 0.0179 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
20 22 0.0046 0.0133 0.0098 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
20 23 0.0011 0.0081 0.0117 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
21 24 0.0224 0.0428 0.0074 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
25 69 0.0048 0.0144 0.0198 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
25 70 0.0083 0.0274 0.0053 0.0000 0.0000 0.0000 10000;
26 27 0.0024 0.0113 0.0165 0.0000 0.0000 0.0000 10000;

26	28	0.0028	0.0094	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
26	29	0.0054	0.0185	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
26	30	0.0620	0.0095	0.0035	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
26	31	0.0053	0.0527	0.0094	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
26	39	0.0039	0.0132	0.0095	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
26	42	0.0012	0.0101	0.0147	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
26	46	0.0009	0.0043	0.0063	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
26	65	0.0031	0.0149	0.0055	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
26	66	0.0063	0.0301	0.0110	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
27	57	0.0003	0.0013	0.0045	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
31	32	0.0010	0.0048	0.0070	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
33	39	0.0020	0.0079	0.0136	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
34	35	0.0290	0.0841	0.0155	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
34	55	0.0050	0.0144	0.0106	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
35	36	0.0161	0.0466	0.0086	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
35	37	0.0157	0.0454	0.0084	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
36	37	0.0279	0.0807	0.0149	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
39	40	0.0023	0.0079	0.0057	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
39	41	0.0012	0.0041	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
39	42	0.0004	0.0020	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
41	45	0.0028	0.0095	0.0069	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
42	43	0.0003	0.0009	0.0091	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
42	44	0.0008	0.0012	0.0665	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
42	45	0.0014	0.0067	0.0098	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
42	54	0.0060	0.0051	0.0036	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
45	46	0.0014	0.0067	0.0098	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
45	47	0.0006	0.0030	0.0044	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
45	72	0.0003	0.0011	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
47	48	0.0003	0.0011	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
48	49	0.0012	0.0004	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
48	51	0.0004	0.0007	0.0759	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
48	53	0.0004	0.0013	0.1380	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
49	50	0.0025	0.0073	0.0053	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
51	52	0.0005	0.0009	0.0983	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
57	58	0.0021	0.0071	0.0051	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
57	59	0.0086	0.0248	0.0183	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
60	60	0.0064	0.0185	0.0136	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
60	61	0.0108	0.0311	0.0229	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
60	62	0.0042	0.0200	0.0293	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
62	63	0.0037	0.0125	0.0090	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
63	64	0.0024	0.008	0.0058	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
63	71	0.0006	0.0018	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
65	66	0.0017	0.0083	0.0031	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
66	67	0.0066	0.0191	0.0141	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
66	70	0.0055	0.0187	0.0135	0.0000	0.0000	0.0000	10000;
68	69	0.0083	0.0274	0.0053	0.0000	0.0000	0.0000	10000;

```

    69 70    0.0054 0.0182 0.0132 0.0000 0.0000 0.0000 10000];
%-----
[Nsal,Z,Lc,Tr,Ts,CapSal]=DecodeSaluran(Nbus,Sal);
global Nsal Z Lc Tr Ts CapSal
%-----
% bus Qmin Qmax    a    b    c    var fix    Pmin Pmax
%-----
Gen=[ 1 -600.00 600.00  0.000000  0.000    0.000  0.73 5.10 150.0000 700.00;
      2 -600.00 600.00  0.000000  0.000    0.000  1.03 7.20 150.0000 750.00;
     21 -200.00 200.00  0.000000  0.000    0.000  1.03 7.20  35.0000 105.00;
     24  -60.00  60.00  0.000000  0.000    0.000  1.03 7.20  15.0000  45.00;
     26 -500.00 500.00  0.000000  0.000    0.000  1.03 7.20 150.0000 600.00;
     33 -500.00 500.00  0.000000  0.000    0.000  1.03 7.20 150.0000 600.00;
     38 -200.00 200.00  0.000000  0.000    0.000  1.03 7.20 100.0000 300.00;
     40  -85.00  85.00  0.000000  0.000    0.000  1.03 7.20  25.0000  70.00];
%-----

global Gen
mulai=cputime;
[V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,Tr,Ts,Cap,...
Beban,Pbase,Zbase,TypSal);
selesai=cputime;
selang=selesai-mulai;
[Nbus]=CetakNewtonRaphson(Nbus,ite,selang,V,Sg,SL,Z,Alir,RugiS,SumG,...
SumL,Rr);
BatasV.min=0.91;
BatasV.max=1.05;
BatasTr.min=0.9;
BatasTr.max=1.1;
global BatasV BatasTr;
cP=50;dP=100;
cQ=0;dQ=500;
cV=1;dV=1.05;
cS=1;dS=1.05;
global cP dP cQ dQ cV dV cS dS;
%-----
[lb,ub,x0]=FindBatasVariable;
options = optimset('LargeScale','off');
[x,fval,exiflag,output,lambda]=fmincon(@Objfunc,x0,[],[],[],[],lb,ub,[],options)
[V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS]=ObjfuncAkhir(x);
[Nbus]=CetakNewtonRaphson(Nbus,ite,selang,V,Sg,SL,Z,Alir,RugiS,SumG,...
SumL,Rr);

```

```

function
[Nbus]=CetakNewtonRaphson(Nbus,ite,selang,V,Sg,SL,Z,Alir,RugiS,SumG,Sum
L,Rr)
disp(' ');
disp(['          Hasil Perhitungan Aliran Daya']);
disp(['          Dengan Metode Newton-Raphson']);
disp(' ');
disp(['Jumlah Bus    = ' num2Str(Nbus)]);
disp(['Jumlah iterasi = ' num2Str(ite)]);
disp(['Waktu Hitung  = ' num2Str(selang) ' detik']);
disp(' ');
disp(['-----']);
disp([' Bus    Tegangan      Pembangkitan      Pembebanan      ');
disp(['      (pu)          mw      mvar      mw      mvar      ']);
disp(['-----']);
Sa=[(1:Nbus)' real(V) imag(V) real(Sg) imag(Sg) real(SL) imag(SL)];
fprintf('%5.0f %8.5f %8.5f %8.3f %8.3f %8.3f %8.3f\n',Sa);
disp(['-----']);
disp(' ');
disp(['Aliran Daya Antar Saluran']);
disp(' ');
s=0;
disp(['-----']);
disp([' Bus      Daya      Bus      Daya      ');
disp([' from to   mw      mvar   from to   mw      mvar      ']);
disp(['-----']);
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        x=imag(RugiS(i,j));
        if x~=0
            S=[i j real(Alir(i,j)) imag(Alir(i,j)) j i real(Alir(j,i)) imag(Alir(j,i))];
            fprintf(' %3.0f %3.0f %9.3f %9.3f %3.0f %3.0f %9.3f
%9.3f\n',S);
        end
    end
end
disp(['-----']);
disp(' ');
disp(['Rugi Daya Antar Saluran']);
disp(' ');
s=0;
disp(['-----']);
disp([' Bus      Rugi      ');
disp([' from to   mw      mvar      ']);
disp(['-----']);
for i=1:Nbus

```

```

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

```

```

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

```

```

function [Nsal,Z,Lc,Tr,Ts,CapSal]=DecodeSaluran(Nbus,Sal)
X=Sal(:,1);
Nsal=length(X);
Z=zeros(Nbus,Nbus);
Lc=zeros(Nbus,Nbus);
Tr=zeros(Nbus,Nbus);
Ts=zeros(Nbus,Nbus);
CapSal=zeros(Nbus,Nbus);
for i=1:Nsal
    dari=round(Sal(i,1));
    ke=round(Sal(i,2));
    Z(dari,ke)=complex(Sal(i,3),Sal(i,4));
    Lc(dari,ke)=Sal(i,5);
    Tr(dari,ke)=Sal(i,6);
    Ts(dari,ke)=complex(Sal(i,7),Sal(i,8));
end

```



```

    CapSal(dari,ke)=Sal(i,9);
    CapSal(ke,dari)=Sal(i,9);
End

```

```

function [lb,ub,x0]=FindBatasVariable
global Nbus Beban Gen Tr BatasV BatasTr
sa=0;
for i=1:Nbus
    if Beban(i,7)~=3
        sa=sa+1;
    end
    if Beban(i,7)==2
        sa=sa+1;
    end
    if Beban(i,7)==3
        if Beban(i,4)~=0
            sa=sa+1;
        end
    end
end
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        if Tr(i,j)~=0
            sa=sa+1;
        end
    end
end
lb=zeros(sa,1);
ub=zeros(sa,1);
x0=zeros(sa,1);
sa=0;
ge=1;
for i=1:Nbus
    if Beban(i,7)~=3
        sa=sa+1;
        ub(sa)=BatasV.max;
        lb(sa)=BatasV.min;
        x0(sa)=Beban(i,1);
    end
    if Beban(i,7)==2
        sa=sa+1;
        ge=ge+1;
        ub(sa)=Gen(ge,10);
        lb(sa)=Gen(ge,9);
        x0(sa)=Beban(i,3);
    end
end

```

```

if Beban(i,7)~=3
    if Beban(i,4)~=0
        sa=sa+1;
        ub(sa)=Beban(i,4);
        lb(sa)=0;
        x0(sa)=Beban(i,4);
    end
end
end
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        if Tr(i,j)~=0
            sa=sa+1;
            ub(sa)=BatasTr.max;
            lb(sa)=BatasTr.min;
            x0(sa)=Tr(i,j);
        end
    end
end
end

```

```

function [uf]=FuzzyObjFunc(x,c0,dc0)
if x<=c0
    uf=1;
elseif (x>c0) & (x<=c0+dc0)
    uf=(c0+dc0-x)/dc0;
else
    uf=0;
end

```

```

function
[V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS,Jq]=NewtonPolar(N,z,Lc,Tr,Ts,Cap,Beb
an,Pbase,Zbase,TypSal)

```

```

%Loadflow Metode Newton Raphson Polar

```

```

%Baca Data-----
ite=0;
[V,Sg,SL,TypeBus]=BacaData(N,Beban,Pbase);
[z,Lc]=UpdateSaluran(N,z,Lc,Zbase,TypSal);
[Y]=Admitansi(N,z,Lc,Tr,Ts,Cap);
for i=1:15
    [dS]=PowerMismatch(N,Y,Lc,Sg,SL,TypeBus,V);
    [Cek]=CekKonvergen(N,dS,TypeBus);
    if Cek==1
        break;
    end
end

```

```

[Jq]=Jacobian(N,V,Y,TypeBus);
[V]=UpdateTegangan(N,V,Jq,dS,TypeBus);
ite=ite+1;
end
[Vr]=UbahRectangular(N,V);
[Alir]=AlirDaya(N,Vr,Y,Lc,Pbase);
[Sg]=Daya(N,Vr,TypeBus,Sg,SL,Y,Pbase,Alir);
SL=Pbase*SL;
[SumG,SumL,Rr]=RugiRugi(N,Sg,SL);
[RugiS]=RugiSaluran(N,z,Alir);

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

function [z,Lc]=UpdateSaluran(N,z,Lc,Zbase,TypSal)
if TypSal==2
    for i=1:N
        for j=1:N
            r=real(z(i,j));
            x=imag(z(i,j));
            if x~=0
                z(i,j)=complex(r/Zbase,x/Zbase);
                Lc(i,j)=Lc(i,j)/Zbase;
            end
        end
    end
end

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

```

```

        Lc(j,i)=Lc(i,j);
    end
end
end
for i=1:N
    for j=1:N
        xa=imag(z(i,j));
        if xa~=0
            C(i,j)=1/z(i,j);
        end
    end
end
for i=1:N
    for j=1:N
        if i==j
            sumA=0;
            sumB=0;
            for k=1:N
                if i~=k
                    sumA=sumA+real(C(i,k));
                    sumB=sumB+imag(C(i,k))+Lc(i,k);
                end
            end
            Y(i,j)=complex(sumA,sumB);
        else
            Y(i,j)=complex(-real(C(i,j)), -imag(C(i,j)));
        end
    end
end
for i=1:N
    for j=1:N
        if Tr(i,j)~=0
            Tr(i,j)=1/Tr(i,j);
            Y(i,i)=Y(i,i)-C(i,j);
            Y(i,i)=Y(i,i)+C(i,j)*Tr(i,j)^2;
            Y(i,j)=Tr(i,j)*Y(i,j);
            Y(j,i)=Y(i,j);
        end
    end
end
for i=1:N
    for j=1:N
        ax=real(Ts(i,j));
        if ax~=0
            ax=real(Ts(i,j))*cos(imag(Ts(i,j)));
            bx=real(Ts(i,j))*sin(imag(Ts(i,j)));

```

```

        ts=complex(ax,bx);
        Y(i,j)=-C(i,j)/ts;
        Y(j,i)=-C(i,j)/conj(ts);
        Y(i,i)=Y(i,i)-C(i,j);
        Y(i,i)=Y(i,i)+C(i,j)/(ax^2+bx^2);
    end
end
end
for i=1:N
    if Cap(i)~=0
        re=real(Y(i,i));
        im=imag(Y(i,i))+Cap(i);
        Y(i,i)=complex(re,im);
    end
end

```

```

function [dS]=PowerMismatch(N,Y,Lc,Sg,SL,TypBus,V)
%Fungsi ini untuk menghitung selisih daya
PV=0;
for i=1:N
    if TypBus(i)==2
        PV=PV+1;
    end
end
n=N-1+N-1-PV;
dS=zeros(n,1);
Pc=zeros(N,1);
Qc=zeros(N,1);
sp=0;
sq=0;
for i=1:N
    if TypBus(i)~=1
        sum1=0;
        for j=1:N
            Gij=real(Y(i,j));
            Bij=imag(Y(i,j));
            Ui=real(V(i));
            Uj=real(V(j));
            dij=imag(V(i))-imag(V(j));
            sum1=sum1+Ui*Uj*(Gij*cos(dij)+Bij*sin(dij));
        end
        Pc(i)=sum1;
    end
    if TypBus(i)==3
        sum2=0;
    end
end

```

```

    for j=1:N
        Gij=real(Y(i,j));
        Bij=imag(Y(i,j));
        Ui=real(V(i));
        Uj=real(V(j));
        dij=imag(V(i))-imag(V(j));
        sum2=sum2+Ui*Uj*(Gij*sin(dij)-Bij*cos(dij));
    end
    Qc(i)=sum2;
end
end
sp=0;
sq=N-1;
for i=1:N
    if TypBus(i)~=1
        sp=sp+1;
        dS(sp)=real(Sg(i))-real(SL(i))-Pc(i);
    end
    if TypBus(i)==3
        sq=sq+1;
        dS(sq)=imag(Sg(i))-imag(SL(i))-Qc(i);
    end
end
end

```

```

function [Jq]=Jaobian(N,V,Y,TypBus)

```

```

PV=0;

```

```

for i=1:N

```

```

    if TypBus(i)==2

```

```

        PV=PV+1;

```

```

    end

```

```

end

```

```

NJq=N-1+N-1-PV;

```

```

Jq=zeros(NJq,NJq);

```

```

%Pembentukan Jaobian H

```

```

row=0;

```

```

for i=1:N

```

```

    if TypBus(i)~=1

```

```

        row=row+1;

```

```

        col=0;

```

```

        for j=1:N

```

```

            if TypBus(j)~=1

```

```

                col=col+1;

```

```

                Ui=real(V(i));

```

```

                di=imag(V(i));

```

```

                Uj=real(V(j));

```

```

                dj=imag(V(j));

```



```

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

```

```

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

```

```

sq=N-1;
for i=1:N
    if TypeBus(i)==3
        sq=sq+1;
        dt=dV(sq)*real(V(i));
        V(i)=complex(real(V(i))+dt,imag(V(i)));
    end
end

```

```

function [Cek]=CekKonvergen(N,dS,TypeBus)
Cek=1;
PV=0;
for i=1:N
    if TypeBus(i)==2
        PV=PV+1;
    end
end
n=N-1+N-1-PV;
Tol=0.0001;
for i=1:n
    if abs(dS(i))>Tol
        Cek=0;
    end
end

```

```

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

```

```

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

```

```

        Ls=complex(0,Lc(i,j));
        Al=conj(V(i))*(V(i)-V(j))*Ys+conj(V(i))*V(i)*Ls;
        Alir(i,j)=complex(real(Al)*Pbase,-imag(Al)*Pbase);
    end
end
end
end

```

```
function [Sg]=Daya(N,V,Typ,Sg,SL,Y,Pbase,Alir)
```

```

for i=1:N
    sum=0;
    if Typ(i)==1
        for j=1:N
            Al=imag(Y(i,j));
            if Al~=0
                sum=sum+Alir(i,j);
            end
        end
        Sg(i)=sum+SL(i)*Pbase;
    end
    sum=0;
    if Typ(i)==2
        for j=1:N
            sum=sum+(imag(V(i))*(real(V(j))*real(Y(i,j))+imag(V(j))*-imag(Y(i,j)))-
real(V(i))*(imag(V(j))*real(Y(i,j))-real(V(j))*-imag(Y(i,j))));
        end
        Sg(i)=complex(real(Sg(i))*Pbase,(sum+imag(SL(i)))*Pbase);
    end
    if Typ(i)==3
        Cap=imag(Sg(i));
        if Cap~=0
            Sg(i)=Pbase*Sg(i);
        end
    end
end
end

```

```
function [SumG,SumL,Rr]=RugiRugi(N,Sg,SL)
```

```
Rr=zeros(N,1);
```

```
SumG=0+0i;
```

```
SumL=0+0i;
```

```
for i=1:N
```

```
    SumG=SumG+Sg(i);
```

```
    SumL=SumL+SL(i);
```

```
end
```

```
Rr=SumG-SumL;
```

```

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

```

```

function [f]=ObjFunc(x)
global Nbus Z Lc Ts Cap Pbase Zbase TypSal;
[BebanNew,TrNew]=UpdateBeban(x);
[V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,TrNew,Ts,Ca
P,...
BebanNew,Pbase,Zbase,TypSal);
Ploss=real(Rr);
pinQ=HitungPinQ(Sg);
pinV=HitungPinV(V);
pinS=HitungPinS(Alir);
global cP dP cQ dQ cV dV cS dS;
uP=FuzzyObjFunc(Ploss,cP,dP);
uQ=FuzzyObjFunc(pinQ,cQ,dQ);
uV=FuzzyObjFunc(pinV,cV,dV);
uS=FuzzyObjFunc(pinS,cS,dS);
um=OptMin(uP,uQ,uV,uS);
if um==0
    f=1000;
else
    f=1/um;
end
end

```

```

function [BebanNew,TrNew]=UpdateBeban(x)
global Nbus Beban Tr
X=Beban(1,:);
cols=length(X);
BebanNew=zeros(Nbus,cols);
for i=1:Nbus
    for j=1:cols
        BebanNew(i,j)=Beban(i,j);
    end
end
sa=0;
for i=1:Nbus
    if BebanNew(i,7)~=3

```

```

    sa=sa+1;
    BebanNew(i,1)=x(sa);
end
if BebanNew(i,7)==2
    sa=sa+1;
    BebanNew(i,3)=x(sa);
end
if BebanNew(i,7)==3
    if Beban(i,4)~=0
        sa=sa+1;
        BebanNew(i,4)=x(sa);
    end
end
end
TrNew=zeros(Nbus,Nbus);
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        TrNew(i,j)=Tr(i,j);
    end
end
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        if Tr(i,j)~=0
            sa=sa+1;
            TrNew(i,j)=x(sa);
        end
    end
end
end

```

```

function [pinQ]=HitungPinQ(Sg)
global Nbus Gen Beban
sa=0;
pinQ=0;
for i=1:Nbus
    if Beban(i,7)~=3
        sa=sa+1;
        Qgen=imag(Sg(i));
        if Qgen>Gen(sa,3)
            pinQ=pinQ+(Sg(i)-Gen(sa,3));
        end
        if Qgen<Gen(sa,2)
            pinQ=pinQ+(abs(Gen(sa,2))-abs(Sg(i)));
        end
    end
end
end

```

```

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

```

```

function [pinS]=HitungPinS(Alir)
global Nbus CapSal
pinS=0;
for i=1:Nbus
    for j=1:Nbus
        P=real(Alir(i,j));
        if P>0
            Kap=abs(Alir(i,j));
            if Kap>CapSal(i,j)
                pinS=pinS+(Kap-CapSal(i,j));
            end
        end
    end
end
end
end

```

```

function [um]=OptMin(uP,uQ,uV,uS)
um=uP;
if um>uQ
    um=uQ;
end
if um>uV
    um=uV;
end
if um>uS
    um=uS;
end
end

```

```

function [V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS]=ObjFuncAkhir(x)
global Nbus Z Lc Ts Cap Pbase Zbase TypSal;
[BebanNew,TrNew]=UpdateBeban(x);
[V,ite,Alir,Sg,SL,SumG,SumL,Rr,RugiS]=NewtonPolar(Nbus,Z,Lc,TrNew,Ts,Ca
P,...

```

```
BebanNew,Pbase,Zbase,TypSal);
```

```
function [BebanNew,TrNew]=UpdateBeban(x)
```

```
global Nbus Beban Tr
```

```
X=Beban(1,:);
```

```
cols=length(X);
```

```
BebanNew=zeros(Nbus,cols);
```

```
for i=1:Nbus
```

```
    for j=1:cols
```

```
        BebanNew(i,j)=Beban(i,j);
```

```
    end
```

```
end
```

```
sa=0;
```

```
for i=1:Nbus
```

```
    if BebanNew(i,7)~=3
```

```
        sa=sa+1;
```

```
        BebanNew(i,1)=x(sa);
```

```
    end
```

```
    if BebanNew(i,7)==2
```

```
        sa=sa+1;
```

```
        BebanNew(i,3)=x(sa);
```

```
    end
```

```
    if BebanNew(i,7)==3
```

```
        if Beban(i,4)~=0
```

```
            sa=sa+1;
```

```
            BebanNew(i,4)=x(sa);
```

```
        end
```

```
    end
```

```
end
```

```
TrNew=zeros(Nbus,Nbus);
```

```
for i=1:Nbus
```

```
    for j=1:Nbus
```

```
        TrNew(i,j)=Tr(i,j);
```

```
    end
```

```
end
```

```
for i=1:Nbus
```

```
    for j=1:Nbus
```

```
        if Tr(i,j)~=0
```

```
            sa=sa+1;
```

```
            TrNew(i,j)=x(sa);
```

```
        end
```

```
    end
```

```
end
```

```
%procedure
```

Data1=I1 32;

1 50;
1 60;
1 63;
2 5;
2 7;
3 4;
3 8;
3 15;
3 16;
3 43;
5 6;
5 11;
6 13;
6 14;
7 8;
7 9;
8 10;
10 12;
10 13;
11 13;
12 13;
13 14;
15 16;
15 23;
16 17;
16 18;
16 19;
16 61;
16 62;
18 19;
19 20;
20 22;
20 21;
20 23;
21 24;
25 26;
26 27;
26 28;
27 28;
29 74;
29 75;
30 77;
31 51;
31 32;
31 33;

31 34;
31 35;
31 36;
31 44;
31 47;
31 71;
31 72;
32 63;
36 37;
38 44;
39 40;
39 60;
40 41;
40 42;
41 42;
44 45;
44 46;
44 47;
46 50;
47 48;
47 49;
47 50;
47 59;
50 52;
50 79;
50 51;
52 53;
53 54;
53 56;
53 58;
54 55;
56 57;
61 62;
63 64;
63 65;
65 66;
66 67;
66 68;
68 69;
69 70;
69 78;
71 72;
72 73;
72 76;
74 75;
75 76];

Data2=[32 1;

50 1;
60 1;
63 1;
5 2;
7 2;
4 3;
8 3;
15 3;
16 3;
43 3;
6 5;
11 5;
13 6;
14 6;
8 7;
9 7;
10 8;
12 10;
13 10;
13 11;
13 12;
14 13;
16 15;
23 15;
17 16;
18 16;
19 16;
61 16;
62 16;
19 18;
20 19;
22 20;
21 20;
23 20;
24 21;
26 25;
27 26;
28 26;
28 27;
74 29;
75 29;
77 30;
51 31;
32 31;
33 31;

34
35
36
44
47
71
72
63
37
36
38
40
40
60
41
42
42
41
45
44
44
46
47
50
48
49
50
47
47
52
50
52
54
53
53
53
53
53
54
55
57
62
64
65
66
67
68
69
70
78
72
71
72
73
76
76
74
75
76

```
clc
x=Data1(:,1);
rows=length(x);
for i=1:rows
    x1=Data1(i,1);
    y1=Data1(i,2);
    for j=1:rows
        x2=Data2(j,1);
        y2=Data2(j,2);
        if (x1==x2) && (y1==y2)
            disp(x1);
            disp(y1);
        end
    end
end
end
```