

**ANALISIS PENEMPATAN UNIFIED POWER FLOW CONTROLLER (UPFC)
UNTUK KUALITAS DAYA DI SISTEM 70 KV MALANG**

SKRIPSI



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

2014

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PENEMPATAN UNIFIED POWER FLOW CONTROLLER (UPFC)
UNTUK KUALITAS DAYA DI SISTEM 70 KV MALANG**

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan guna mencapai
gelar Sarjana Teknik Energi Listrik Strata satu (S-1)*



Disusun Oleh :

SHAKKA PRAMULANA

11.12.914

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Diperiksa dan Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
NIP.Y. 1018500108

Dosen Pembimbing II

Lauhil Malfudz Hayusman, ST, MT
NIP.Y.1031400472

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Shakka Pramulana

NIM : 11.12.914

Program Studi : T.Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 29 April 2014

Yang membuat Pernyataan



Shakka Pramulana
NIM : 1112914

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Seiring berkembangnya zaman dan semakin pesatnya lahan industri sekarang ini, terutama pada kebutuhan industri yang menggunakan tenaga listrik yang berteknologi canggih pasti berharap agar kebutuhan listrik yang diberikan harus handal dan optimal dalam pengoperasiannya.

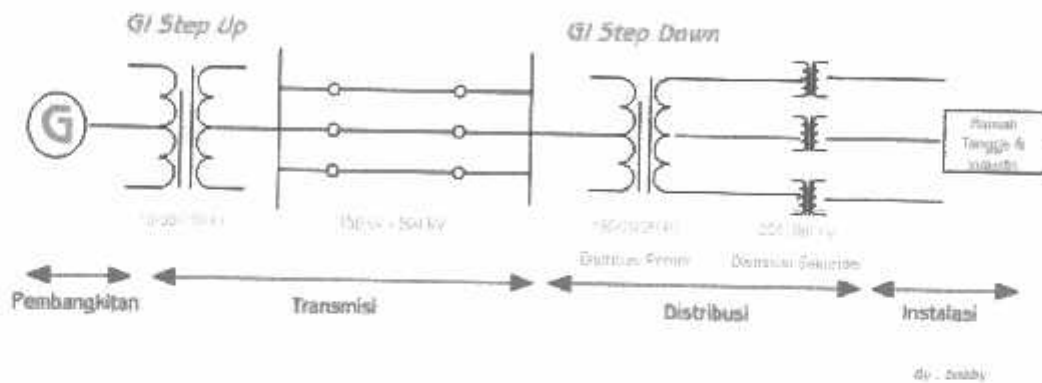
UPFC yaitu adalah suatu alat pengembangan dari suatu alat kompensator konvensional yang dapat melakukan pengontrolan aliran daya aktif dan reaktif secara fleksibel dalam saluran dan dapat memberikan pengaruh baik terhadap pengaruh untuk kerja sistem sehingga diperoleh kondisi aliran daya yang optimal dilihat dari rugi - rugi daya yang minimum. UPFC juga merupakan alat pengendali daya yang sangat fleksibel karena dapat menggunakan salah satu ataupun kombinasi parameter dasar dari sistim aliran daya yaitu voltase transmisi, impedansi transmisi, dan selisih sudut fasa transmisi.

Hal ini merupakan suatu keuntungan karena dengan pemasangan satu UPFC yang dapat mengendalikan ketiga parameter tersebut, maka tidak hanya sistim jaringan transmisi akan menjadi lebih baik, tetapi juga akan menjadi lebih murah dan mudah dalam pemeliharaan dan pengoperasiannya. Salah satu bagian sistem tenaga listrik yang sangat dipengaruhi daya reaktif adalah saluran transmisi. Hal ini mengakibatkan mengalirnya daya reaktif pada saluran transmisi tenaga listrik. Aliran daya reaktif erat kaitannya dengan daya aktif dan akan mempengaruhi profil tegangan disetiap bus yang ada pada sistem transmisi, sehingga apabila beban dan faktor daya berubah maka profil tegangan di beberapa bus yang berkaitan akan berubah, serta amplitudo tegangan di sisi beban akan berubah pula. Sebagian besar perubahan profil tegangan ini tidak dapat ditolerir oleh beban. Tegangan yang rendah (turun) menyebabkan turunnya efektifitas kerja peralatan pada beban, seperti motor induksi, peralatan yang menggunakan elemen pemanas dan sebagainya. Sehingga perlu adanya penginjeksian daya aktif dan daya reaktif untuk mengurangi rugi - rugi daya pada saluran transmisi dan memperbaiki profil tegangan di beberapa bus pada sistem. Permasalahan profil tegangan dialami pada

BAB II DASAR TEORI

2.1. Sistem Saluran Transmisi Tenaga Listrik

Sistem transmisi tenaga listrik adalah penyaluran tenaga listrik dari suatu sumber pembangkitan ke suatu sistem distribusi atau konsumen atau penyaluran listrik antar sistem.



Gambar 2.1.

Sistem saluran transmisi tenaga listrik

Sistem tenaga listrik merupakan suatu sistem yang terpadu yang terbentuk oleh hubungan-hubungan peralatan dari komponen-komponen listrik. Sistem tenaga listrik ini yang utama untuk menyalurkan energi listrik yang di bangkitkan oleh generator ke konsumen yang membutuhkan energi listrik tersebut.

Secara garis besar suatu sistem tenaga listrik dapat di kelompokkan menjadi tiga bagian sub sistem yaitu :

1. Sistem Pembangkitan : Berperan sebagai sumber daya tenaga listrik dan disebut juga sebagai prodaktor energi.
2. Sistem Transmisi dan Penyalur : Berfungsi sebagai penyalur daya listrik dalam skala besar dari pembangkit kebagian sistem distribusi.
3. Sistem Distribusi dan Beban : Berfungsi sebagai distributor energi ke konsumen yang memerlukan energi tersebut.

- Penurunan tegangan dari tingkat tegangan transmisi (tegangan ekstra tinggi) 500 KV pertama-tama terjadi pada gardu induk pusat beban, dimana tegangan diturunkan ke daerah antara 150 KV dan 70 KV sesuai dengan saluran tegangan transmisinya.
- Penurunan tegangan berikutnya terjadi pada stasiun-pembantu distribusi, dimana tegangan diturunkan lagi menjadi 6 KV sampai 20 KV. Kebanyakan beban-beban untuk industri dicatu dari sistem primer yang juga mencatu transformator-transformator distribusi, transformator-transformator ini menyediakan tegangan sekunder pada rangkaian-rangkaian tiga kawat berfasa tunggal untuk pemakaian di rumah-rumah tempat tinggal.

Saluran transmisi mempunyai 4 parameter yang mempengaruhi kemampuannya untuk berfungsi sebagai bagian dari suatu sistem tenaga yaitu :

- Resistansi
- Induktansi
- Konduktansi
- Kapasitansi

Konduktansi antar penghantar-penghantar atau antar penghantar dan tanah menyebabkan terjadinya arus bocor pada isolator-isolator dari saluran atas tiang (over lines) dan yang melalui isolasi dari kabel-kabel karena kebocoran penghantar pada saluran atas tiang sangat kecil sehingga dapat diabaikan, konduktansi antar penghantar pada saluran diatas tiang dianggap sama dengan nol.

Induktansi adalah sifat rangkaian yang menghubungkan tegangan yang diimbaskan oleh perubahan fluks dengan kecepatan perubahan arus.

2.1.3. Penggolongan Sistem Transmisi.

Tenaga listrik dibangkitkan oleh pusat-pusat pembangkit listrik disalurkan melalui kawat-kawat (saluran) transmisi yang selanjutnya diterima oleh pusat beban baik secara langsung maupun melalui saluran penghubung dan gardu-gardu induk.

pandaidan bijaksana mengenai persoalan seperti *interupsi*, *sags*, dan peralihantransien dan merasa berkepentingan untuk meningkatkan kualitas distribusidaya listriknya.

4. Sistem tenaga listrik yang saling berhubungan dalam suatu jaringaninterkoneksi, di mana sistem tersebut memberikan suatu konsekuensi bahwakegagalan dari setiap komponen dapat mengakibatkan kegagalan padakomponen lainnya.

Terdapat beberapa definisi yang berbeda terhadap pengertian tentangkualitas daya listrik, tergantung kerangka acuan yang digunakan dalammengartikan istilah tersebut. Sebagai contoh suatu pengguna utilitas kelistrikan

dapat mengartikan kualitas daya listrik sebagai keandalan, di mana denganmenggunakan angka statistik 99,98 persen, sistem tenaga listriknya mempunyai

kualitas yang dapat diandalkan. Suatu industri manufaktur dapat mengartikan kualitas daya listrik adalah karakteristik dari suatu catu daya listrik yangmemungkinkan peralatan-peralatan yang dimiliki industri tersebut dapat bekerja

dengan baik. Karakteristik yang dimaksud tersebut dapat menjadi sangat berbeda untuk berbagai kriteria.

Kualitas daya listrik adalah setiap masalah daya listrik yang bcrbentukpenyimpangan tegangan, arus atau frekuensi yang mengakibatkan kegagalanataupun kesalahan operasi pada peralatan-peralatan yang terjadi pada konsumen

energi listrik (Roger C. Dugan, 1996). Daya adalah suatu nilai dari energi listrik yang dikirimkan dan didistribusikan, di mana besarnya daya listrik tersebutsebanding dengan perkalian besarnya tegangan dan arus listriknya. Sistem suplai

daya listrik dapat dikendalikan oleh kualitas dari tegangan, dan tidak dapatdikendalikan oleh arus listrik karena arus listrik berada pada sisi beban

yang bersifat individual, sehingga pada dasarnya kualitas daya adalah kualitas dari tegangan itu sendiri.

2.3. Rugi – Rugi Daya

Dalam proses transmisi dan distribusi tenaga listrik seringkali dialami rugi – rugi daya yang cukup besar yang diakibatkan oleh rugi – rugi pada saluran dan juga rugi – rugi pada trafo yang digunakan. Kedua jenis rugi – rugi daya tersebut memberikan pengaruh yang besar terhadap kualitas daya serta tegangan yang dikirimkan ke sisi pelanggan. Nilai tegangan yang melebihi batas toleransi akan dapat menyebabkan tidak optimalnya kerja peralatan listrik di sisi konsumen. Selain itu rugi – rugi daya yang besar akan menimbulkan kerugian finansial di sisi perusahaan pengelola listrik. Berikut adalah penjelasan mengenai rugi – rugi yang terjadi pada jaringan distribusi.

2.3.1. Rugi – Rugi Saluran

Pemilihan jenis kabel yang akan digunakan pada jaringan distribusi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan dari suatu sistem tenaga listrik. Jenis kabel dengan nilai resistansi yang kecil akan dapat memperkecil rugi – rugi daya. Besar rugi – rugi daya pada jaringan distribusi dapat ditulis sebagai berikut :

$$Loss = 3 \times I^2 R \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

Loss = Rugi – rugi pada saluran (Watt)

R = Resistansi saluran per fasa (Ohm)

I = Arus yang mengalir per fasa (Ampere)

Nilai resistansi dari suatu penghantar merupakan penyebab utama rugi – rugi daya yang terjadi pada jaringan distribusi. Nilai resistansi dari suatu penghantar dipengaruhi oleh beberapa parameter. Panjang dari suatu penghantar tergantung dari jarak distribusi ke pelanggan sehingga nilai tersebut tidak dapat diubah secara bebas. Sedangkan resistivitas bahan tergantung dari bahan

penghantar yang digunakan. Parameter ini dapat diubah – ubah tergantung dari pemilihan bahan penghantar yang digunakan. Parameter ini dapat diubah – ubah tergantung dari pemilihan bahan penghantar yang digunakan. Selain itu parameter yang dapat diubah – ubah secara bebas adalah luas penampang dari penghantar. Dimana semakin besar penampang dari suatu penghantar akan mengurangi nilai resistansi saluran. Akan tetapi dalam pengubahan luas penampang penghantar harus memperhatikan faktor efisiensinya.

Dengan demikian untuk mengurangi resistansi saluran pada jaringan distribusi, kita dapat mengganti jenis bahan penghantar yang digunakan dengan bahan yang nilai resistivitasnya rendah serta memperbesar luas permukaan penghantar.

2.4. Rugi – rugi tegangan

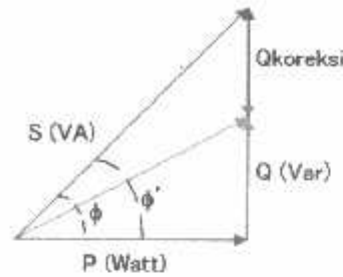
Rugi tegangan adalah selisih antara tegangan yang dikirim pada sebuah bus generator dengan tegangan yang diterima bus beban. Rugi tegangan bisa disebut voltage drop. Perumusannya sebagai berikut :

$$\Delta V = V_s - V_r \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\Delta V = I \times Z \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

- ΔV = Rugi tegangan (volt)
- V_s = Tegangan kirim (volt)
- V_r = Tegangan terima (volt)
- I = Arus yang mengalir pada saluran (A)
- Z = Impedansi saluran (ohm)



Gambar 2.4.

Q (daya reaktif) koreksi pada segitiga daya

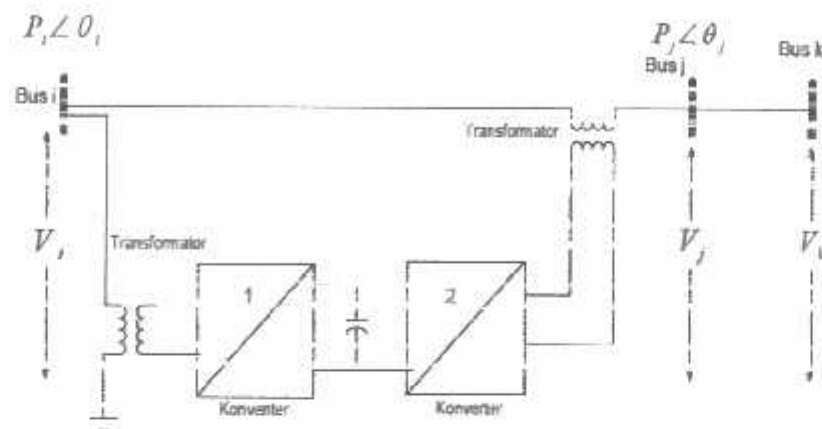
2.6. Unified Power Flow Control(UPFC).

Peralatan yang dapat digunakan dalam mengatur aliran daya listrik pada saluran transmisi adalah peralatan *Flexibel Automatic Current Transmission System* (FACTS), UPFC adalah salah satu peralatan FACTS yang paling kompleks. konsep dari UPFC pertama kali diusulkan oleh Gyugi pada tahun 1991. Dalam konsep aliran daya, UPFC mampu mengontrol secara bersamaan atau secara selektif semua parameter-parameter yang mempengaruhi aliran daya pada saluran transmisi yaitu; tegangan, impedansi, dan sudut fasa. Sebanding dengan kelebihan tersebut, UPFC merupakan alat pengendali yang paling mahal. Sama halnya dengan perangkat FACTS yang lainnya, efektivitas UPFC juga tergantung dengan letak pemasangannya pada sistem tenaga listrik. Secara keseluruhan UPFC memiliki lima kelebihan dibanding perangkat lainnya.

1. Meningkatkan kapasitas saluran.
2. Dapat mengalirkan daya secara langsung pada saluran transmisi.
3. Kemampuan meredam osilasi.
4. Kemudahan mengatur tegangan.
5. Dapat mengontrol daya aktif dan reaktif.

UPFC terdiri dari dua konverter sumber tegangan dengan menggunakan GTO (*Gate Turn-Off thyristor*) dengan rangkaian DC yang terdiri dari kapasitor penyimpan tegangan. UPFC dapat digambarkan sebagai alat yang terdiri dari rangkaian seri dan rangkaian paralel. Setiap konverter secara independen menghasilkan atau menyerap daya reaktif. Pengaturan ini dapat menghasilkan

aliran bebas dari daya aktif pada masing – masing arah antara terminal AC dari 2 konverter.



Gambar 2.5.

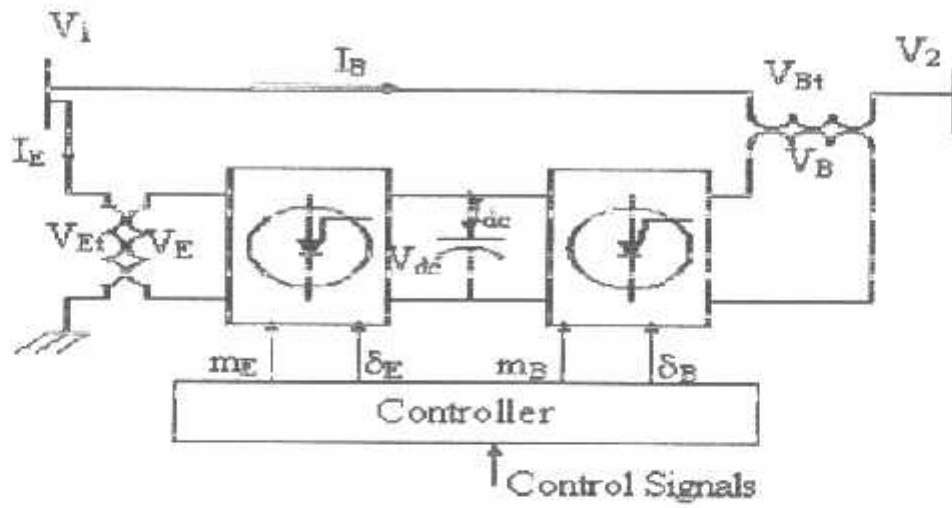
Skema Dasar UPFC

Fungsi dari konverter paralel adalah untuk menyuplai daya aktif yang dibutuhkan oleh rangkaian seri konverter tersebut yang terhubung dengan terminal AC melalui transformator yang terhubung paralel. Konverter paralel juga dapat menghasilkan atau menyerap daya reaktif, sehingga dapat menyediakan kompensasi paralel reaktif pada jaringan.

Konverter yang terhubung seri berfungsi untuk menginjeksikan tegangan AC dengan magnitud dan sudut fasa yang terkontrol. Bentuk dari kontrol dasar menandakan suatu sistem kontrol yang memungkinkan peralatan itu untuk menyesuaikan perubahan pada nilai referensi dari suplay daya aktif dan reaktif dari kontrol loop luar pada sistem transmisi.

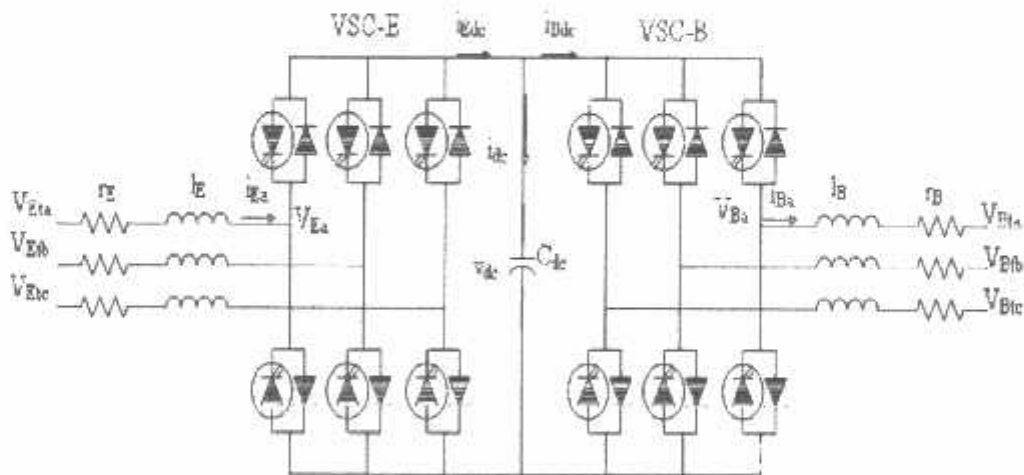
2.6.1. Prinsip Kerja UPFC

UPFC memakai dua converter sumber tegangan yang dioperasikan bersama-sama dengan kapasitor DC seperti Gambar 2.6.



Gambar 2.6.

Diagram UPFC



Gambar 2.7.

Model Converter UPFC

Susunan ini sebenarnya merupakan bentuk praktis dari sebuah konverter AC ke AC dengan parameter masukan dan keluaran yang berdiri sendiri (terpisah). Konverter 2 yang dipakai pada skema diatas menunjukkan

pembentukan tegangan, yang kemudian ditambahkan ke terminal tegangan dari sistem AC melalui transformator yang terkopling (diinjeksikan) seri. Dengan ketentuan ini, keluaran konverter yaitu tegangan yang diinjeksikan secara seri dengan jaringan transmisi dapat digunakan untuk mengontrol tegangan secara langsung, kompensasi seri, dan penggeser fasa. Tegangan keluaran konverter yang seri dengan jaringan transmisi bersifat seperti sebuah sumber tegangan AC. Arus yang mengalir melewati sumber tegangan AC adalah arus jaringan transmisi daya listrik terkirim dan impedansi jaringan transmisi. Rating VA dari sumber tegangan yang diinjeksikan diperoleh dengan mengalikan antara tegangan injeksi maksimum dan arus jaringan maksimum pada daerah yang kontrol aliran dayanya tetap terjaga. Total VA ini terdiri dari dua komponen, pertama adalah daya aktif maksimum yang ditentukan oleh arus jaringan maksimum dan komponen dari tegangan injeksi maksimum yang sefasa dengan arus ini, dan yang kedua adalah daya reaktif maksimum yang ditentukan oleh arus jaringan maksimum dan komponen tegangan injeksi maksimum yang kuadratur dengan arus jaringan. Konverter sumber tegangan yang dipakai pada implementasi diatas dapat secara internal menghasilkan atau menyerap daya reaktif pada terminal AC yang dibutuhkan dengan aplikasi kontrol terhadap tegangan, impedansi, dan sudut-fasa, kebutuhan daya nyata hanya disediakan pada terminal masukan DC.

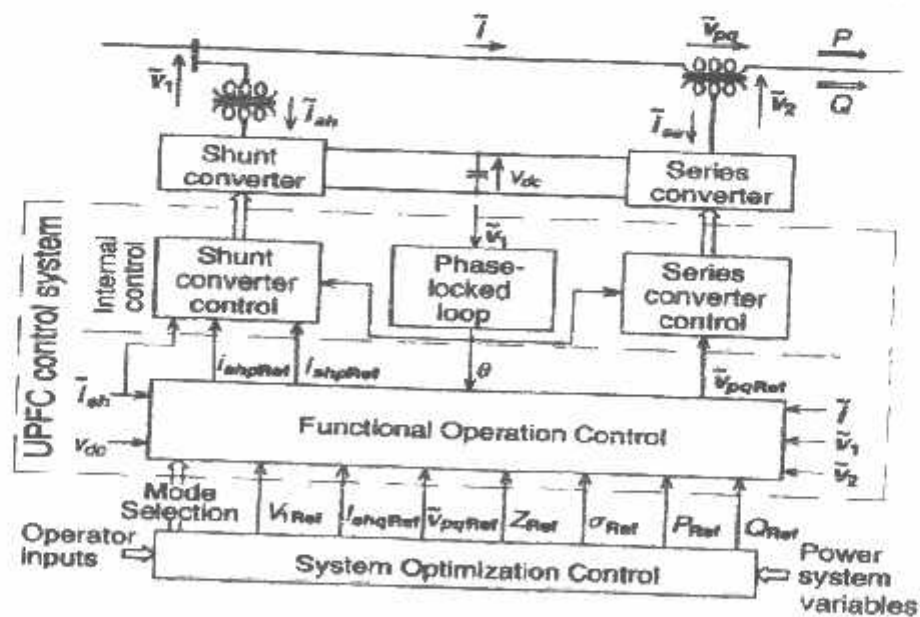
Konverter 1 (terhubung secara *shunt*/paralel) digunakan terutama untuk menyediakan daya nyata yang dibutuhkan oleh konverter 2 bersama dengan terminal DC link dari sistem tenaga. Konverter 1 juga dapat menghasilkan atau menyerap daya reaktif pada terminal AC, secara independen dari transfer daya nyata dari atau ke terminal DC, hal ini menunjukkan bahwa dengan kontrol yang lebih baik, ini dapat memenuhi fungsi dari sebuah kompensator Var statik, yang memberikan kompensasi daya reaktif untuk jaringan transmisi dan kemudian melakukan sebuah regulasi tegangan secara tak langsung pada terminal masukan dari UPFC.

Konverter 1 menyediakan daya nyata ke kapasitor DC link (yang dibutuhkan oleh inverter 2) dan menyediakan kompensasi reaktif shunt pada jaringan transmisi. Aliran daya nyata yang keluar atau masuk ke kapasitor DC link dikontrol oleh pertukaran daya nyata antara konverter dan sistem tenaga AC. Pertukaran daya

nyata ini dihasilkan oleh beda fasa antara konverter dan sistem tenaga AC. Sebaliknya, pertukaran daya reaktif, merupakan hasil dari kompensasi jaringan, yang ditentukan oleh perbedaan amplitudo antara konverter dan sistem tenaga AC. Jika perbedaan ini nol (tegangan konverter dan tegangan sistem AC mempunyai amplitudo yang sama), perpindahan daya reaktifnya juga nol, jika positif, konverter menghasilkan daya reaktif untuk sistem AC, dan jika negatif, konverter menyerap daya reaktif dari sistem AC. Perbedaan tegangan yang diperlukan untuk memenuhi keluaran Var ditentukan secara dominan oleh *leakage-impedance* dari transformator kopling, yang tidak boleh melebihi $\pm 15\%$ dari tegangan nominal sistem. Kemudian, untuk mengontrol daya nyata dan daya reaktif secara 25 independen, tegangan nominal DC link harus cukup tinggi untuk menghasilkan tegangan keluaran AC dari konverter 1 dengan maksimum amplitudo 15% lebih tinggi dari yang ada di sistem tenaga AC pada bagian sekunder dari transformator kopling.

2.7. Operasi Kontrol UPFC.

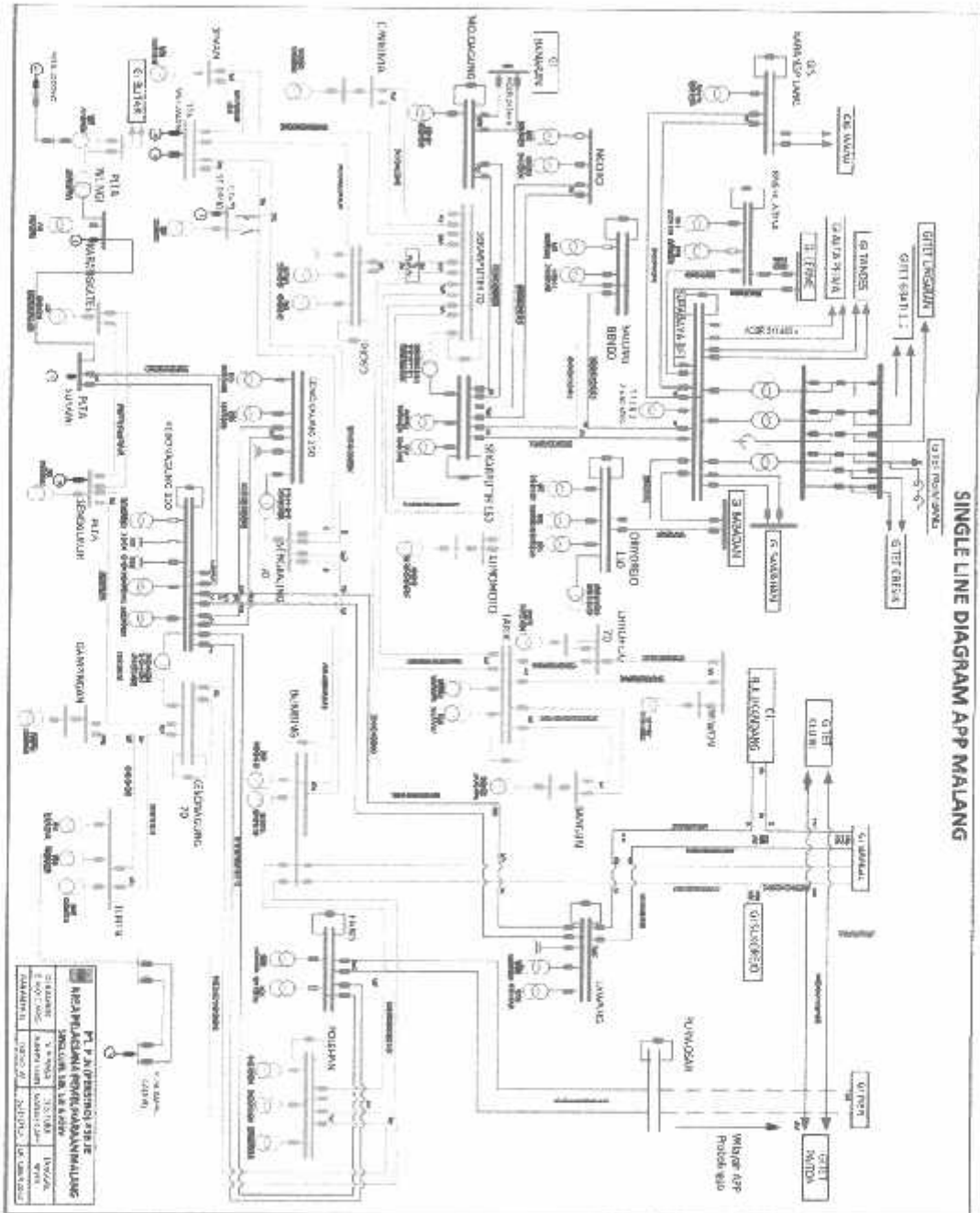
UPFC memiliki beberapa modus operasi kontrol, baik pada konverter *shunt* maupun konverter seri. Pada konverter *shunt* mirip dengan kontrol yang terdapat pada *Static Synchronous Compensator* (STATCOM), sedangkan konverter seri mirip dengan *Static Synchronous Series Compensator* (SSSC).



Gambar 2.8.

BAB III
DATA APP MALANG 70 KV

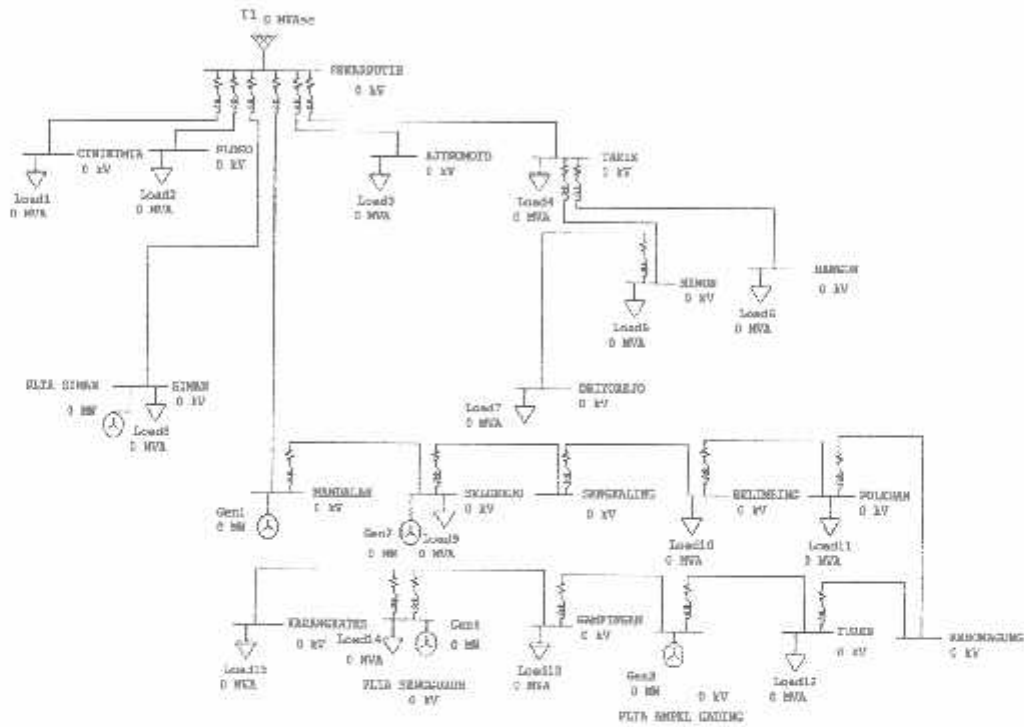
3.1. Single Line Diagram APP Malang.



Gambar 3.1.
Single Line Diagram APP Malang.

3.2. Single Line Diagram APP Malang 70 KV Setelah Penyederhanaan.

Terlihat pada gambar 3.1. bahwa single line diagram asli sistem APP MALANG mulai dari GITET 500 KV, GI 150 KV, GI 70 KV, Jaringan Tegangan Menengah 20 KV dan pada akhirnya sampai ke beban 220/380 volt. Karena saya di sini hanya menggunakan sistem 70 KV maka di sini saya menyederhanakan gambar single line diagram dan hanya mengambil sistem 70 KV APP Malang. Single line diagram setelah penyederhanaan dapat di lihat di Gambar 3.2.



Gambar 3.2.

Single Line Diagram APP Malang 70 KV Setelah Penyederhanaan.

Gambar 3.2. menunjukkan single line diagram sistem APP Malang. Pusat beban dengan kapasitas tinggi berada pada bus yang berfungsi sebagai bus beban, sehingga terjadilah penurunan tegangan di beberapa bus. Hal ini menunjukkan tidak maksimalnya supply energi listrik pada sistem APP Malang.

Dalam penyelesaian masalah ini maka diperlukan bantuan program komputer untuk perhitungan yang dibutuhkan ketelitian dan keakuratan.

Program komputer dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan bahasa pemograman MATLAB 2008 dan diaplikasikan pada pemasangan UPFC di sistem APP malang.

3.3. Data Pembangkitan dan Beban Wilayah APP Malang.

Tabel 3.1
Pengkodcan Bus Pada Sistem APP Malang

Nomer Bus	Nama Bus
1	SEKARPUTIH
2	CIWIKIMIA
3	PLOSO
4	AJINOMOTO
5	TARIK
6	MIWON
7	BANGUN
8	DRIYOREJO
9	SIMAN
10	MANDALAN
11	SELOREJO
12	SENGKALING
13	BELIMBING
14	POLEHAN
15	KEBONAGUNG
16	TUREN
17	PLTA AMPEL GADING
18	GAMPINGAN
19	PLTA SENGGURUH
20	KARANGKATES

Tabel 3.2
Data Generator Di Sistem APP Malang

No	Generator Bus	Tegangan	Kapasitas		Faktor
		Kv	MW	Mvar	Daya
1	SEKARPUTIH	150	74,103	2,62	85
2	SENGKALING	150	29,474	16,42	85
3	DRIYOREJO	150	32,578	21,12	85
4	PLTA SIMAN	20	10,8	6,693	85
5	PLTA MANDALAN	20	18	11,155	85
6	SELOREJO	6	4,48	2,776	85
7	KEBONAGUNG	150	65,453	35,272	85
8	PLTA AMPEL	20	10	6,197	85
9	PLTA SENGGURUH	11	28	17,535	85

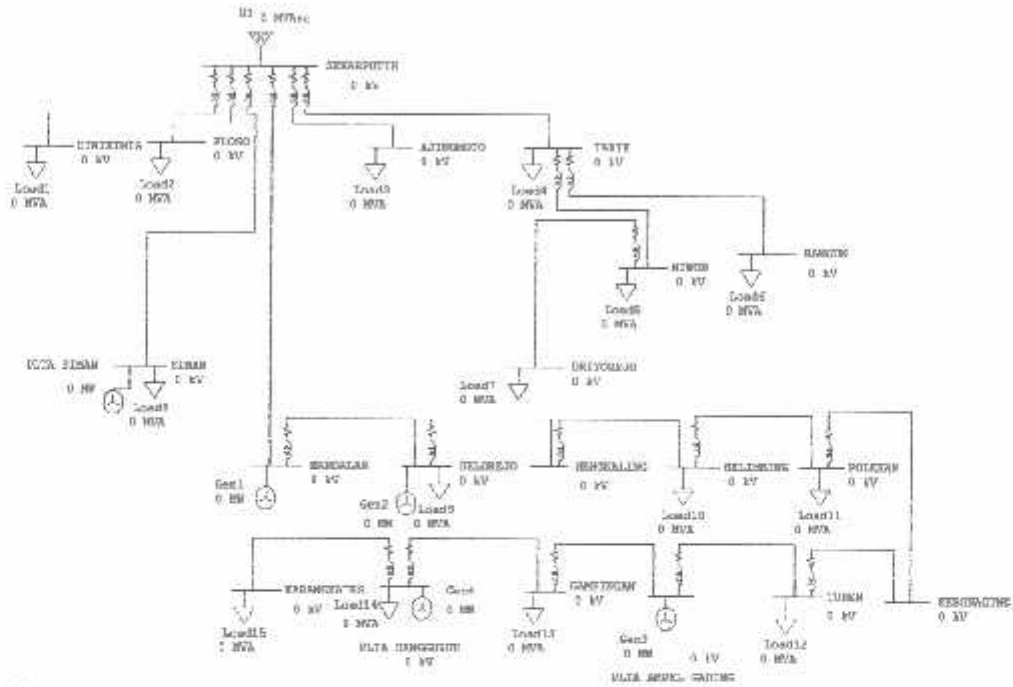
Tabel 3.3
Data Pembebanan Di Sistem APP Malang

No	Nama Bus	P (MW)	Q (MVAR)	PF (%)
1	CIWIKIMLA	10,000	4,000	85
2	PLOSO	24,001	22,995	98,42
3	AJINOMOTO	10,000	3,999	97,19
4	TARIK	24,399	11,003	86,27
5	MIWON	15,001	9,999	95,68
6	BANGUN	20,000	15,000	98,72
7	DRIYOREJO	6,600	1,900	100
8	SIMAN	11,600	4,199	75,08
9	SELOREJO	39,901	7,893	72,6
10	BELIMBING	46,101	18,695	100
11	POLEHAN	1,902	0,956	96,58
12	TUREN	36,801	7,492	98,64
13	GAMPINGAN	5,000	3,000	38,46

14	PLTA SENGGURUH	18,351	5,201	98,
15	KARANGKATES	12,300	7,600	85

BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA

4.1 Single Line Diagram APP 70 KV Malang.



Gambar 4.1.

Single line APP 70 KV Malang Setelah Penyederhanaan.

Gambar 4.1 menunjukkan single line diagram sistem APP MALANG setelah penyederhanaan, dari gambar tersebut dapat dilihat saluran transmisi 70 kV. Pusat beban dengan kapasitas tinggi berada pada bus yang berfungsi sebagai bus beban, sehingga terjadilah penurunan tegangan di beberapa bus. Hal ini menunjukkan tidak maksimalnya supply energi listrik pada sistem APP MALANG.

Dalam penyelesaian masalah ini maka diperlukan bantuan program komputer untuk perhitungan yang membutuhkan ketelitian dan keakuratan.

Program komputer dalam skripsi ini dijalankan dengan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB 2008 dan diaplikasikan

pada pemasangan *UPFC (Unified Power Flow Controller)* untuk menginjeksikan daya aktif dan daya reaktif di sistem APP MALANG 70KV.

Tabel 4.1
Pengkodcan Bus Pada Sistem APP Malang

Nomer Bus	Nama Bus
1	SEKARPUTIH
2	CIWIKIMIA
3	PLOSO
4	AJINOMOTO
5	TARIK
6	MIWON
7	BANGUN
8	DRIYOREJO
9	SIMAN
10	MANDALAN
11	SELOREJO
12	SENGKALING
13	BELIMBING
14	POLEHAN
15	KEBONAGUNG
16	TUREN
17	PLTA AMPEL GADING
18	GAMPINGAN
19	PLTA SENGGURUH
20	KARANGKATES

Pengkodean bus-bus tersebut bertujuan untuk memudahkan pembacaan program pada saat melakukan load flow pada program MATLAB. Sehingga setiap nomer dikodekan untuk mewakili tiap-tiap

bus. Proses pengkodean tiap-tiap bus harus berurutan, hal ini dikarenakan proses pembacaan program pada MATLAB 2008 dilakukan secara sistematis dan berurutan pula.

Setiap bus juga dikodekan menurut fungsi masing-masing bus, seperti berikut :

1. Bus Swing (bus dimana terdapat pembangkit / generator yang berfungsi sebagai Swing) dikodekan dengan angka "1".
2. Bus Generator (bus dimana terdapat pembangkit / generator yang berfungsi sebagai Voltage Control) dikodekan dengan angka "2".
3. Bus Beban (bus dimana hanya terdapat beban).

4.2 Data Pembangkitan dan Beban di Sistem APP Malang

Tabel 4.2

Data Generator Di Sistem APP Malang

No	Generator Bus	Tegangan	Kapasitas		Faktor Daya
		Kv	MW	Mvar	
1	SEKARPUTIH	150	74,103	2,62	85
2	SENGKALING	150	29,474	16,42	85
3	DRIYOREJO	150	32,578	21,12	85
4	PLTA SIMAN	20	10,8	6,693	85
5	PLTA MANDALAN	20	18	11,155	85
6	SELOREJO	6	4,48	2,776	85
7	KEBONAGUNG	150	65,453	35,272	85
8	PLTA AMPEL	20	10	6,197	85
9	PLTA SENGGURUH	11	28	17,535	85

Tabel 4.3

Data Pembebanan Di Sistem APP Malang

No	Nama Bus	P (MW)	Q (MVAR)	PF (%)
1	CIWIKIMIA	10,000	4,000	85
2	PLOSO	24,001	22,995	98,42
3	AJINOMOTO	10,000	3,999	97,19
4	TARIK	24,399	11,003	86,27
5	MIWON	15,001	9,999	95,68
6	BANGUN	20,000	15,000	98,72
7	DRIYOREJO	6,600	1,900	100
8	SIMAN	11,600	4,199	75,08
9	SELOREJO	39,901	7,893	72,6
10	BELIMBING	46,101	18,695	100
11	POLEHAN	1,902	0,956	96,58
12	TUREN	36,801	7,492	98,64
13	GAMPINGAN	5,000	3,000	38,46
14	PLTA SENGGURUH	18,351	5,201	98,
15	KARANGKATES	12,300	7,600	85

4.3 Hasil Load Flow dengan Menggunakan Metode Newton Rhapson di Matlab 2008

1. Tampilan input data pada program matlab 2008.

Bus	Bus code	Voltage Mag.	Angle	Load MW	Load MVar	Generator MW	Generator MVar	Static VAR Qmin	Static VAR Qmax	Qc/Ql	Bus Name
1	1	1.00	0.0	0	0	212.146	131.313	0	0	0	1 BEKASIPATAN
2	2	1.00	0.0	10.000	4.400	0.0	0.0	0	0	0	1 CENDAMPIN
3	3	1.00	0.0	24.000	22.990	0	0	0	0	0	1 HAGO
4	4	1.00	0.0	10.000	3.990	0	0	0	0	0	1 BUKITMAYU
5	5	1.00	0.0	14.349	11.009	0	0	0	0	0	1 TIRAI
6	6	1.00	0.0	15.011	9.999	0	0	0	0	0	1 WIRU
7	7	1.00	0.0	20.200	15.200	0	0	0	0	0	1 BANGUN
8	8	1.00	0.0	6.600	1.600	0	0	0	0	0	1 BUKITKUNCI
9	9	1.00	0.0	11.000	4.150	10.000	5.000	0	0.000	0	1 TIRAI
10	10	1.00	0.0	0	0	10.000	11.335	0	11.150	0	1 PETA MARDALAN
11	11	1.00	0.0	39.900	1.840	4.000	2.700	0	2.700	0	1 BUKITDURI
12	12	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0	0	1 BUKITKALIN
13	13	1.00	0.0	95.100	10.000	0	0	0	0	0	1 BUKITMAYU
14	14	1.00	0.0	1.000	0.300	0	0	0	0	0	1 PUKUAS
15	15	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0	0	1 BUKIT ACEH
16	16	1.00	0.0	30.000	1.400	0	0	0	0	0	1 TIRAI
17	17	1.00	0.0	0	0	100.000	36.150	0	0.000	0	1 PETA MARDALAN
18	18	1.00	0.0	5.000	2.000	0	0	0	0	0	1 BUKITKALIN
19	19	1.00	0.0	10.300	5.200	20.000	17.500	0	17.500	0	1 PETA MARDALAN
20	20	1.00	0.0	12.300	1.000	0	0	0	0	0	1 BUKITMAYU

```

File Edit Text GUI Tools Debug Desktop Window Help
Stack Base
Line code
1/2 n = 1 for 1 loop
> 1 or < 1 tr. top of bus n1
34 ~ generator 11 2 0.071148 0.143967 0.00000055 1
35 1 3 0.011221 0.144521 0.00000055 1
36 1 4 0.071324 0.144213 0.00000055 1
37 1 5 0.071321 0.144521 0.00000055 1
38 5 6 0.011221 0.044521 0.00000055 1
39 5 7 0.071221 0.144521 0.00000055 1
40 5 8 0.071221 0.144521 0.00000055 1
41 6 8 0.071321 0.144521 0.00000055 1
42 1 9 0.071221 0.144521 0.00000055 1
43 1 10 0.143266 0.155864 0.00000055 1
44 9 11 0.143266 0.155864 0.00000055 1
45 10 11 0.143266 0.155864 0.00000055 1
46 11 12 0.143266 0.155864 0.00000055 1
47 12 13 0.143550 0.156311 0.00000055 1
48 13 14 0.147550 0.156311 0.00000055 1
49 14 15 0.071221 0.144521 0.00000055 1
50 15 16 0.072550 0.135174 0.00000055 1
51 16 17 0.143266 0.155864 0.00000055 1
52 16 18 0.143266 0.155864 0.00000055 1
53 18 19 0.143266 0.155864 0.00000055 1
54 19 20 0.043266 0.155864 0.00000055 1
55
56 % bus admittance matrix
57 % load flow solution by Gauss-Seidel method

```

Gambar 4.2.

Tampilan Proses Input Data Pada Matlab 2008

Pada proses input data, data – data yang dimasukkan adalah seperti data pembangkitan { Pgen, Qgen, Qmax, Qmin }, data beban { V mag, sudut fasa tegangan, daya aktif (P), daya reaktif (Q) }, number of bus (N bus), injeksi UPFC dan data impedansi saluran.

2. Tampilan hasil load flow sistem APP malang di program matlab 2008.

Bus No.	Voltage Mag.	Angle Degree	P (MW)	Q (MVar)	Generation MW	MVar	Injected P (MW)	Q (MVar)
1	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	148.777	57.955	0.0000	0.0000
2	0.987	-0.871	10.000	4.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
3	0.997	-1.100	24.000	22.955	0.000	0.000	0.0000	0.0000
4	0.987	-0.877	0.000	3.955	0.000	0.000	0.0000	0.0000
5	0.993	-1.389	14.355	11.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
6	0.863	-4.410	15.000	5.955	0.000	0.000	0.0000	0.0000
7	0.834	-4.878	20.000	15.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
8	0.875	-4.248	0.000	1.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
9	1.0000	-1.701	11.600	4.155	10.000	5.000	0.0000	0.0000
10	0.990	-3.723	0.000	0.000	18.000	3.102	0.0000	0.0000
11	0.950	11.254	19.400	7.853	0.480	67.808	0.0000	0.0000
12	0.874	-10.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
13	0.798	-8.556	46.101	10.855	0.000	0.000	0.0000	0.0000
14	0.846	-3.150	5.000	0.544	0.000	0.000	0.0000	0.0000
15	0.872	1.281	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
16	0.904	5.202	36.001	7.652	0.000	0.000	0.0000	0.0000
17	1.000	14.284	0.000	0.000	100.000	0.000	0.0000	0.0000
18	0.928	7.566	5.000	3.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
19	0.950	0.160	18.051	5.000	20.000	34.786	0.0000	0.0000
20	0.918	0.375	12.000	7.000	0.000	0.000	0.0000	0.0000
Total			371.957	123.872	110.550	174.070	0.000	0.000

Gambar 4.3.

Tampilan Hasil Load Flow Pada Program Pembangkitan

Line No.	Power at Bus (MW)	Power at Bus (MVar)	Line Flow (MW)	Line Flow (MVar)	Losses (MW)	Losses (MVar)
1	140.253	57.465	10.952	1.385	0.172	0.172
2	10.000	4.171	10.942	1.375	1.100	1.100
3	24.000	24.777	35.112	1.310	1.100	1.100
4	0.000	3.971	10.913	1.385	0.172	0.172
5	14.355	11.000	28.257	4.351	0.447	0.447
6	15.000	5.955	18.402	3.242	0.491	0.491
7	20.000	15.000	30.936	1.375	1.495	1.495
8	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	11.600	4.155	10.515	0.203	0.213	0.213
10	18.000	3.102	3.942	0.015	0.329	0.329
11	19.400	7.853	1.115	0.000	0.451	0.451
12	0.000	0.000	30.568	0.202	0.463	0.463
13	46.101	10.855	37.568	0.320	0.463	0.463
14	5.000	0.544	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	36.001	7.652	20.000	1.375	1.496	1.496
17	0.000	0.000	100.000	0.000	0.460	0.460
18	5.000	3.000	62.056	0.051	0.193	0.193
19	18.051	5.000	69.430	5.051	0.191	0.191
20	12.000	7.000	35.237	1.011	0.180	0.180

File Edit Debug Parallel Desktop Window Help							File Edit Debug Parallel Desktop Window Help						
E:\KORPZONIC\LoadFlowProgram\coba - Copy							E:\KORPZONIC\LoadFlowProgram\coba - Copy						
Shortcuts How to Add What's New							Shortcuts How to Add What's New						
New to MATLAB? Watch this video, see Demos, or read Getting Started							New to MATLAB? Watch this video, see Demos, or read Getting Started						
12	0.000	0.000	0.000				15	31.596	4.450	37.050	1.428	2.897	
11	-14.557	28.787	32.459	1.577	2.150		14	1.000	0.000	0.000			
13	14.557	28.787	32.459	1.581	2.157		16	-29.024	1.600	35.157	1.055	2.710	
13	-45.101	-18.695	48.741				16	35.890	-1.952	31.256			
12	-37.016	-26.631	25.642	1.981	2.157		15	40.479	1.112	46.494	1.855	2.710	
14	-21.009	1.931	34.037	2.610	2.841		17	-96.786	0.402	81.117	11.264	14.092	
14	1.402	-0.596	1.991				18	8.427	-17.024	15.486	0.665	0.623	
13	35.094	-5.094	26.056	2.610	2.841		17	100.100	6.610	100.100			
15	-27.596	4.498	37.664	2.920	2.897		16	101.300	6.610	100.100	13.294	14.462	
15	0.000	0.000	0.000				15	-1.000	-3.000	5.021			
14	29.024	-1.600	39.057	1.428	2.897		16	-1.761	17.777	19.825	0.665	0.723	
16	-25.024	1.600	39.057	1.455	2.710		19	1.761	-22.777	21.125	0.723	3.021	
16	-36.001	-1.452	37.558				19	5.645	25.505	21.125			
15	47.479	1.713	40.454	1.455	2.710		18	-3.007	21.586	21.807	0.705	0.871	
17	-86.786	8.462	87.117	12.254	14.462		20	12.654	-7.987	14.965	0.356	0.761	
18	8.427	-17.024	15.486	0.665	0.723		20	-12.304	-7.000	14.459			
17	100.100	6.610	100.100				19	12.300	-7.000	14.458	0.356	0.797	
16	100.100	6.610	100.100	13.294	14.462		Total loss				23.598	50.662	
14	-5.000	-1.000	5.021										
16	-0.761	17.777	19.819	0.665	0.723								

Gambar 4.4.

Tampilan Line Losses Pada Proses Load Flow

Dari hasil load flow di atas menunjukkan bahwa pada bus 3,5,6,7,8,12,13,14,15,16,18, 20 terjadi under voltage yaitu sebesar 0,947 pu, 0,888 pu, 0,865 pu, 0,845 pu, 0,872 pu, 0,874 pu, 0,798 pu, 0,846 pu, 0,872 pu, 0,904 pu, 0,920 pu dan 0,918 pu. Selain nilai rating antar saluran maupun rugi-rugi total pada saluran transmisi di sistem APP MALANG.

Tabel 4.4.

Hasil Perhitungan Tegangan, Sudut Tegangan, Pembangkitan dan Pembebanan
Sebelum Optimasi.

No Bus	Tegangan (pu)	Status	Pembangkitan		Pembebanan	
			Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)
1	1.000	Normal	149.273	57.469	0.000	0.000
2	0.987	Normal	0.000	0.000	10.000	4.000
3	0.947	Critical	0.000	0.000	24.001	22.995
4	0.987	Normal	0.000	0.000	10.000	3.999
5	0.888	Critical	0.000	0.000	14.399	11.003
6	0.865	Critical	0.000	0.000	15.001	9.999
7	0.845	Critical	0.000	0.000	20.000	19.000
8	0.872	Critical	0.000	0.000	6.600	1.900
9	1.000	Normal	10.800	5.060	11.600	4.199
10	0.990	Normal	18.000	3.102	0.000	0.000
11	0.950	Normal	4.480	67.806	39.901	7.893
12	0.874	Critical	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.798	Critical	0.000	0.000	46.101	18.695
14	0.864	Critical	0.000	0.000	1.902	0.596
15	0.872	Critical	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.904	Critical	0.000	0.000	36.801	7.492
17	1.040	Normal	100.000	6.010	0.000	0.000
18	0.920	Critical	0.000	0.000	5.000	3.000
19	0.950	Normal	28.000	34.786	18.351	5.201
20	0.918	Critical	0.000	0.000	12.300	7.600
TOTAL			310.553	174.233	271.957	123.572

Tabel 4.5.
 Hasil Perhitungan Losses Saluran Sebelum Optimasi.

Saluran		Rugi – rugi Saluran	
Dari	Ke	P (MW)	Q(MVAR)
1	2	0,085	0,171
1	3	0,878	1,782
1	4	0,085	0,172
1	5	4,361	8,849
1	9	0,242	0,491
1	10	1,375	1,496
2	1	0,085	0,171
3	1	0,878	1,782
4	1	0,085	0,172
5	1	4,361	8,849
5	6	0,192	0,389
5	7	0,624	1,265
5	8	0,103	0,210
6	5	0,192	0,389
6	8	0,015	0,029
7	5	0,624	1,265
8	5	0,103	0,210
8	6	0,015	0,029
9	1	0,242	0,491
9	10	0,430	0,468
10	1	1,375	1,496
10	9	0,430	0,468
10	11	5,691	6,191
11	10	5,691	6,191
11	12	1,977	2,150
12	11	1,977	2,150

12	13	1,981	2,157
13	12	1,981	2,157
12	14	2,610	2,841
14	13	2,610	2,841
14	15	1,428	2,897
15	14	1,428	2,897
15	16	1,455	2,710
16	15	1,455	2,710
16	17	13,294	14,462
16	18	0,665	0,723
17	16	13,294	14,462
18	16	0,665	0,723
18	19	0,755	0,821
19	18	0,755	0,821
19	20	0,356	0,387
20	19	0,356	0,387
Total Losses		38,598	50,662

Dari tabel tersebut diperoleh bahwa ada beberapa bus yang nilai rating tegangannya diluar dari batasan $\leq 0,95$ - $\leq 1,05$ (batasan yang diharapkan). Dapat dilihat pada tabel bahwa masih banyak bus yang mengalami penurunan tegangan (Under Voltage). Selain rating tegangan permasalahan yang timbul adalah losses pada saluran. Proses load flow tersebut menunjukkan adanya beberapa bus yang mengalami critical sehingga diperlukan proses pengaturan daya aktif dan reaktif guna mengurangi losses di saluran transmisi dan meningkatkan rating tegangan di setiap bus.

4.4 Menentukan Nilai Kapasitas Daya Aktif dan Daya Reaktif di Sistem 70 KV APP MALANG.

4.4.1. Hasil Load Flow dengan Menggunakan Metode Newton Rhapson di Matlab 2008 Setelah Optimasi.

1. Tampilan Hasil Load Flow Setelah Optimasi.

Bus	Bus Name	Type	Voltage (kV)	Angle (deg)	MW	MVar	Generator	Static Var	Qc (MVar)	Qd (MVar)
1	loaddata-1	L	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0
2	2	L	1.00	0.0	30.000	4.000	0	0	0	0
3	3	L	1.00	0.0	20.000	2.000	0	0	0	0
4	4	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
5	5	L	1.00	0.0	30.000	1.000	0	0	0	0
6	6	L	1.00	0.0	20.000	1.000	0	0	0	0
7	7	L	1.00	0.0	20.000	1.000	0	0	0	0
8	8	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
9	9	L	1.00	0.0	30.000	1.000	0	0	0	0
10	10	L	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0
11	11	L	1.00	0.0	30.000	7.000	0	0	0	0
12	12	L	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0
13	13	L	1.00	0.0	40.000	10.000	0	0	0	0
14	14	L	1.00	0.0	1.000	0.000	0	0	0	0
15	15	L	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0
16	16	L	1.00	0.0	30.000	7.000	0	0	0	0
17	17	L	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0
18	18	L	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0
19	19	L	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0
20	20	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
21	21	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
22	22	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
23	23	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
24	24	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
25	25	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
26	26	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
27	27	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
28	28	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
29	29	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0
30	30	L	1.00	0.0	10.000	1.000	0	0	0	0

Gambar 4.5.

Line No.	Bus 1	Bus 2	R (ohm)	X (ohm)	L/2 B (ohm)	Series Capacitance (ohm)	Shunt Capacitance (ohm)
1	1	2	0.071140	0.143967	0.00000000	0.00000000	1
2	1	3	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
3	1	4	0.071140	0.144739	0.00000000	0.00000000	1
4	1	5	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
5	1	6	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
6	1	7	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
7	1	8	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
8	1	9	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
9	1	10	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
10	1	11	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
11	1	12	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
12	1	13	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
13	1	14	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
14	1	15	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
15	1	16	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
16	1	17	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
17	1	18	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
18	1	19	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
19	1	20	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
20	1	21	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
21	1	22	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
22	1	23	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
23	1	24	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
24	1	25	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
25	1	26	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
26	1	27	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
27	1	28	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
28	1	29	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1
29	1	30	0.071140	0.144521	0.00000000	0.00000000	1

Gambar 4.6.

Tampilan Hasil Load Flow Pada Matlab Setelah Optimasi.

2. Tampilan Hasil Load Flow Pada Proses Pembangkitan Dan Pembebanan Setelah Optimasi.

BUS NO.	VOLTAGE MAG.	ANGLE DEGREES	LOAD		GENERATION		TOTAL REAL	TOTAL REACT
			MW	MVAR	MW	MVAR		
1	1.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	0.000
2	0.987	-1.4773	10.000	4.000	0.0000	0.0000	0.000	0.000
3	0.982	-1.912	20.000	22.995	0.0000	0.0000	0.000	0.000
4	0.987	-1.4773	10.000	3.000	0.0000	0.0000	0.000	0.000
5	0.965	6.375	10.000	11.003	0.0000	0.0000	0.000	0.000
6	0.958	8.809	15.001	9.999	0.0000	0.0000	0.000	0.000
7	1.000	10.494	20.000	15.000	0.0000	0.0000	0.000	0.000
8	0.958	2.438	6.000	3.900	0.0000	0.0000	0.000	0.000
9	1.000	0.000	11.000	6.199	0.0000	0.0000	0.000	0.000
10	0.991	1.477	0.000	0.000	10.000	10.000	10.000	0.000
11	0.958	2.438	14.000	7.897	0.0000	0.0000	0.000	0.000
12	0.973	6.756	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	0.000
13	1.000	10.677	66.000	10.000	0.0000	0.0000	0.000	0.000
14	1.000	15.000	1.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	0.000
15	1.000	18.953	0.000	0.000	0.0000	0.0000	0.000	0.000
16	1.000	22.854	20.000	7.492	0.0000	0.0000	0.000	0.000
17	1.000	15.000	0.000	0.000	100.000	0.000	100.000	0.000
18	0.984	22.325	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.980	23.137	10.000	6.000	0.0000	0.0000	0.000	0.000
20	0.962	22.171	10.000	1.000	0.0000	0.0000	0.000	0.000
TOTAL			271.957	323.072	303.233	-1330.744	1505.877	

Gambar 4.7.

Tampilan Hasil Load Flow Setelah Optimasi

Line	From	To	Power at bus & flow flow		line loss		Transform tap
			MW	MVAR	MW	MVAR	
1			0.000	0.000	0.000	0.000	
2	1	2	10.000	4.000	0.000	0.000	
3	1	3	20.000	22.995	0.000	0.000	
4	1	4	10.000	3.000	0.000	0.000	
5	1	5	10.000	11.003	0.000	0.000	
6	1	6	15.001	9.999	0.000	0.000	
7	1	7	20.000	15.000	0.000	0.000	
8	1	8	6.000	3.900	0.000	0.000	
9	1	9	11.000	6.199	0.000	0.000	
10	1	10	0.000	0.000	100.000	0.000	
11	1	11	14.000	7.897	0.000	0.000	
12	1	12	0.000	0.000	0.000	0.000	
13	1	13	66.000	10.000	0.000	0.000	
14	1	14	1.000	0.000	0.000	0.000	
15	1	15	0.000	0.000	0.000	0.000	
16	1	16	20.000	7.492	0.000	0.000	
17	1	17	0.000	0.000	100.000	0.000	
18	1	18	0.000	0.000	0.000	0.000	
19	1	19	10.000	6.000	0.000	0.000	
20	1	20	10.000	1.000	0.000	0.000	

File Edit Format Window Help

File Edit Format Window Help | F:\S00020000\New Table (2)

Status: | Home | Add | What's New

New to MATLAB? Watch the Video, see Demos or read Getting Started.

6	-15.001	0.000	18.000		
7	-15.001	18.000	18.715	0.001	0.170
8	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
9	70.100	-0.319	70.400		
10	70.100	0.319	70.400	0.534	0.172
11	-6.000	-1.000	8.000		
12	-5.000	-1.000	8.000	0.020	0.000
13	-6.000	-0.000	0.000	0.000	0.001
14	-0.000	0.001	8.000		
15	7.000	-1.000	2.000	0.011	0.002
16	-4.000	10.000	11.000	0.100	0.201
17	10.000	-1.000	10.000		
18	6.000	10.000	11.000	0.200	0.100
19	4.000	10.000	11.000	0.100	0.201
20	6.001	10.000	10.000	0.007	0.001
21	-35.001	-1.000	25.000		
22	-6.000	-1.000	10.000	0.000	0.001
23	-20.000	10.000	10.000	1.000	1.000
24	0.000	0.000	0.000		
25	10.000	-10.000	10.000	1.000	1.000

File Edit Format Window Help

File Edit Format Window Help | F:\S00020000\New Table (2)

Status: | Home | Add | What's New

New to MATLAB? Watch the Video, see Demos or read Getting Started.

26	0.000	10.000	10.000		
27	20.000	-10.000	10.000	1.000	1.000
28	20.000	10.000	10.000	0.000	0.000
29	-1.000	-0.000	1.000		
30	2.000	10.000	10.000	0.000	0.000
31	-2.000	10.000	10.000	1.000	0.000
32	0.000	0.000	0.000		
33	10.000	-10.000	10.000	1.000	0.000
34	-10.000	10.000	10.000	1.000	0.000
35	-1.000	-0.000	1.000		
36	2.000	10.000	10.000	0.000	0.000
37	-2.000	10.000	10.000	1.000	0.000
38	0.000	0.000	0.000		
39	10.000	-10.000	10.000	1.000	0.000
40	-10.000	10.000	10.000	1.000	0.000
41	5.000	-1.000	5.000		
42	-5.000	-1.000	5.000	0.000	0.000
43	5.000	-0.000	5.000	0.000	0.000
44	0.000	0.000	0.000		
45	10.000	-10.000	10.000	1.000	0.000
46	-10.000	10.000	10.000	1.000	0.000

	15	-37.884	24.948	-44.613	1.399	2.680
15	0.000	0.000	0.000			
16	30.451	-22.009	44.387	1.399	2.680	
16	-30.451	22.009	-44.387	1.406	2.658	
16	-36.801	-44.870	37.833			
17	39.480	-19.192	99.323	1.400	2.656	
17	-44.544	60.740	-107.660	15.150	16.813	
18	7.667	2.402	8.440	0.102	0.111	
19	109.000	-43.525	109.000			
19	-109.000	43.525	-109.000	15.456	16.813	
19	5.000	1.000	-2.000			
19	-1.760	-2.371	0.339	0.102	0.112	
19	2.760	0.025	0.760	0.011	0.012	
19	9.849	1.993	12.338			
20	-2.745	0.011	2.729	0.011	0.012	
20	12.399	3.952	15.729	0.098	0.352	
20	-12.399	-3.904	-16.459			
20	-12.400	-3.900	-14.400	0.098	0.352	
Total	3000			31.270	92.581	

Gambar 4.8.

Tampilan Line Losses Pada Proses Load Flow Setelah Optimasi

Gambar 4.7 dan 4.8 menunjukkan bahwa rating tegangan pada setiap bus menjadi Normal yaitu berada pada batasan $0,95 \text{ pu} \leq v \leq 1,05 \text{ pu}$ dan nilai rugi rugi total saluran berkurang.

4.5. Hasil dan Analisa Hasil Perhitungan Pemasangan Nilai Daya Aktif dan Daya Reaktif Pada Sistem 70 KV APP MALANG.

4.5.1. Hasil Perhitungan Setelah Optimasi.

Tabel 4.6.

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

No Bus	Tegangan(pu)	Status	Pembangkitan		Pembebanan	
			Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)	Aktif (MW)	Reaktif (MVAR)
1	1.000	Normal	5,633	87,498	0.000	0.000
2	0.987	Normal	0.000	0.000	10.000	4.000
3	0.962	Normal	0.000	0.000	24.001	22.995
4	0.987	Normal	0.000	0.000	10.000	3.999
5	0.965	Normal	0.000	0.000	14.399	11.003
6	0.958	Normal	0.000	0.000	15.001	9.999
7	1.000	Normal	90,160	8,284	20.000	19.000
8	0.958	Normal	0.000	0.000	6.600	1.900
9	1.000	Normal	10.800	13.002	11.600	4.199
10	0.990	Normal	18.000	-3.340	0.000	0.000
11	0.950	Normal	4,480	3,929	39.901	7.893
12	0.973	Normal	0.000	0.000	0.000	0.000
13	1.000	Normal	46,160	-1469,3	46.101	18.695
14	1.006	Normal	0.000	0.000	1.902	0.596
15	1.000	Normal	0.000	0.000	0.000	0.000
16	1.000	Normal	0.000	51,562	36.801	7.492
17	1.050	Normal	100.000	-43,525	0.000	0.000
18	0.984	Normal	0.000	0.000	5.000	3.000
19	0.980	Normal	28.000	13,194	18.351	5.201

20	0.962	Normal	0.000	0.000	12.300	7.600
TOTAL			303,233	-1338,74	271.957	123.572

Setelah menentukan kapasitas nilai daya aktif dan daya reaktif terlihat bahwa rating tegangan di setiap bus menjadi normal.

Tabel 4.7.

Hasil Perhitungan Losses Saluran Sesudah Optimasi

Saluran		Rugi – rugi Saluran	
Dari	Ke	P (MW)	Q(MVAR)
1	2	0,085	0,171
1	3	0,134	1,725
1	4	0,085	0,172
1	5	1,741	3,532
1	9	0,011	0,022
1	10	0,284	0,308
2	1	0,085	0,171
3	1	0,134	1,725
4	1	0,085	0,172
5	1	1,741	3,532
5	6	0,043	0,170
5	7	3,534	7,172
5	8	0,029	0,050
6	5	0,043	0,170
6	8	0,000	0,001
7	5	3,534	7,172
8	5	0,029	0,058
8	6	0,000	0,001
9	1	0,011	0,022
9	10	0,184	0,201
10	1	0,284	0,308
10	9	0,184	0,201

10	11	0,284	0,308
11	10	0,184	0,201
11	12	0,607	0,661
12	11	0,607	0,661
12	13	1,687	1,836
13	12	1,687	1,836
12	14	1,691	1,841
14	13	1,691	1,841
14	15	2,669	2,906
15	14	2,669	2,906
15	16	1,399	2,840
16	15	1,399	2,840
16	17	1,426	2,656
16	18	1,426	2,656
17	16	15,456	16,815
18	16	0,102	0,111
18	19	0,011	0,012
19	18	0,011	0,012
19	20	0,098	0,352
20	19	0,098	0,352
Total Losses		31,276	43,561

Begitu halnya dengan nilai losses antar saluran. Penambahan daya aktif dan daya reaktif pada rating bus yang paling kritis dan memakai perhitungan untuk menentukan nilai kapasitas daya aktif dan daya reaktif dapat menyebabkan nilai losses pada saluran berkurang.

4.6. Perbandingan Hasil Perhitungan Sebelum dan Setelah Penentuan Kapasitas nilai Daya Aktif dan Daya Reaktif.

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

4.6.1. Perbandingan Rating Tegangan Pada Tiap Bus.

Tabel 4.8.

Perbandingan Rating Tegangan Pada Tiap Bus Sebelum Dan Setelah Optimasi.

No	Sebelum Optimasi		Setelah Optimasi	
	Tegangan(pu)	Status	Tegangan(pu)	Status
1	1.000	Normal	1.000	Normal
2	0.987	Normal	0.987	Normal
3	0.947	Critical	0.962	Normal
4	0.987	Normal	0.987	Normal
5	0.888	Critical	0.965	Normal
6	0.865	Critical	0.958	Normal
7	0.845	Critical	1.000	Normal
8	0.872	Critical	0.958	Normal
9	1.000	Normal	1.000	Normal
10	0.990	Normal	0.990	Normal
11	0.950	Normal	0.950	Normal
12	0.874	Critical	0.973	Normal
13	0.798	Critical	1.000	Normal
14	0.864	Critical	1.006	Normal
15	0.872	Critical	1.000	Normal
16	0.904	Critical	1.000	Normal
17	1.040	Normal	1.050	Normal
18	0.920	Critical	0.984	Normal
19	0.950	Normal	0.980	Normal
20	0.918	Critical	0.962	Normal

Tabel 4.8. menunjukkan bahwa rating tegangan khususnya pada bus – bus yang mengalami “ critical “ menjadi normal yaitu dalam batasan $0,95 \leq v \leq 1,05$. Dapat di lihat yang sebelumnya tegangan yang critical pada bus no 7 dan 13 adalah 0,845 pu dan 0,798 pu, menjadi ,1,000 pu.

4.7.1. Perbandingan Hasil Losses Sebelum Dan Sesudah Penginjeksian Daya aktif dan Daya Reaktif.

Tabel 4.9. Perbandingan Hasil Losses Saluran.

Rugi – rugi Daya Sebelum Penginjeksian		Rugi – rugi Daya Sesudah Penginjeksian	
P (MW)	Q(MVAR)	P (MW)	Q(MVAR)
0,085	0,171	0,085	0,171
0,878	1,782	0,134	1,725
0,085	0,172	0,085	0,172
4,361	8,849	1,741	3,532
0,242	0,491	0,011	0,022
1,375	1,496	0,284	0,308
0,085	0,171	0,085	0,171
0,878	1,782	0,134	1,725
0,085	0,172	0,085	0,172
4,361	8,849	1,741	3,532
0,192	0,389	0,043	0,170
0,624	1,265	3,534	7,172
0,103	0,210	0,029	0,050
0,192	0,389	0,043	0,170
0,015	0,029	0,000	0,001
0,624	1,265	3,534	7,172
0,103	0,210	0,029	0,058
0,015	0,029	0,000	0,001
0,242	0,491	0,011	0,022
0,430	0,468	0,184	0,201
1,375	1,496	0,284	0,308
0,430	0,468	0,184	0,201
5,691	6,191	0,284	0,308

5,691	6,191	0,184	0,201
1,977	2,150	0,607	0,661
1,977	2,150	0,607	0,661
1,981	2,157	1,687	1,836
1,981	2,157	1,687	1,836
2,610	2,841	1,691	1,841
2,610	2,841	1,691	1,841
1,428	2,897	2,669	2,906
1,428	2,897	2,669	2,906
1,455	2,710	1,399	2,840
1,455	2,710	1,399	2,840
13,294	14,462	1,426	2,656
0,665	0,723	1,426	2,656
13,294	14,462	15,456	16,815
0,665	0,723	0,102	0,111
0,755	0,821	0,011	0,012
0,755	0,821	0,011	0,012
0,356	0,387	0,098	0,352
0,356	0,387	0,098	0,352
38,598	50,662	31,276	43,561
TOTAL LOSSES			

Tabel 4.9. Menunjukkan bahwa losses saluran dapat dikurangi dapat di lihat di tabel perbandingan hasil losses dimana losses sebelumnya adalah 38,598 MW dan 50,662 MVAR , menjadi 31,276 MW dan 43,561 MVAR.

BAB V

PENUTUP

5.1. KESIMPULAN

Setelah melakukan simulasi dan menganalisa dapat diperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan utama dari pembuatan skripsi ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Dengan adanya penginjeksian dan penentuan kapasitas daya aktif dan daya reaktif di sistem 70 KV APP MALANG dapat meningkatkan rating tegangan dan dapat mengurangi rugi – rugi daya pada sistem.
2. Rating tegangan di beberapa bus yang kritis dapat ditingkatkan, dari rating tegangan yang sebelumnya 0,845 pu menjadi 1,000 pu. Dan mengurangi rugi – rugi daya (Losses), dari Losses yang sebelumnya adalah 38,598 MW dan 50,662 MVAR menjadi 31,276 MW dan 43,561 MVAR.

5.2. SARAN

Aplikasi penempatan UPFC ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut, sehingga permasalahan yang dapat terselesaikan lebih luas. Adapun saran yang dapat dikemukakan agar aplikasi ini bisa berfungsi lebih maksimal adalah :

1. Analisis ini hanya berfokus pada penginjeksian daya aktif dan reaktif. Pada penelitian selanjutnya dapat dikombinasikan dengan perhitungan biaya pembangkitan setelah mendapatkan hasil analisa ini.
2. Analisis ini hanya berfokus pada peningkatan rating tegangan pada tiap bus dan meminimalisir rugi daya (losses) pada saluran transmisi.

DAFTAR PUSTAKA

Enrique Acha, Claudio R. Fuerte-Esquivel, Hugo Ambriz-Perez, Cesar Angeles-Camacho. FACTS “ Modelling and Simulation in Power Networks “ , University of Glasgow, UK , Universidad Michoacana, MEXICO, Comision Federal de Electricidad, MEXICO, University of Glasgow, UK.

Hadi Saadat, 2004 “ Power System Analysis “ , Singapore, Mc. Graw Hill.

Wiley John & Sons, LTD, 2004, “ Modelling and Simulation in Power Networks “, Chichester, Brithish Library Catalouging in Publication Data.

Krisda R.U, Suprijanto Adi, and Suryuatmojo Heri, 2009, “ Optimasi Pengaturan Daya Reaktif dan Tegangan Pada Sistem Interkoneksi jawa-bali 500 kv menggunakan quantum behaved particle swarm Optimization “ , Surabaya, IIS Press.



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
Kampus II : Jl. Raya Karanglo Km. 2 Telp. (0341) 417636 Malang

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak/Ibu **Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE**
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama : **SHAKKA PRAMULANA HERSANTO**
Nim : **1112914**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

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

"ANALISIS OPTIMASI PENEMPATAN UNIFIED POWER FLOW CONTROLLER (UPFC) MENGGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAYA SISTEM 70 KV MALANG"

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P. 1030100358

Hormat Kami

SHAKKA PRAMULANA
HERSANTO
NIM. 1112914



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : **SHAKKA PRAMULANA HERSANTO**
Nim : **1112914**
Semester : **VIII (Delapan)**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Dengan ini menyatakan bersedia/~~tidak bersedia~~*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

" ANALISIS OPTIMASI PENEMPATAN UNIFIED POWER FLOW CONTROLLER (UPFC) MENGGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAYA SISTEM 70 KV MALANG"

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Respectfully,
Yours faithfully,
Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE

NIP. Y. 1013500108

*) Coret yang tidak perlu



ampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

kepada : Yth. Bapak/Ibu **Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT**
Dosen Teknik Elektro S-1
IITN Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama : **SHAKKA PRAMULANA HERSANTO**
Nim : **1112914**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

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

"ANALISIS OPTIMASI PENEMPATAN UNIFIED POWER FLOW CONTROLLER (UPFC) MENGGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAYA SISTEM 70 KV MALANG"

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

M. Ibrahim Ashari, ST, MT

NIP.P. 1030100358

Hormat Kami

**SHAKKA PRAMULANA
HERSANTO**

NIM. 1112914



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : **SHAKKA PRAMULANA HERSANTO**
Nim : **1112914**
Semester : **VIII (Delapan)**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**

Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

" ANALISIS OPTIMASI PENEMPATAN UNIFIED POWER FLOW CONTROLLER (UPFC) MENGGUNAKAN METODE GENETIC ALGORITHM UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAYA SISTEM 70 KV MALANG"

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Hormat Kami

Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut

*) Ceres yang tidak perlu



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

NAMA : SHAKKA PRAMULANA HERSANTO
NIM : 11.12.914
JURUSAN : TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI : TEKNIK ENERGI LISTRIK
MASA BIMBINGAN : SEMESTER GANJIL 2013/2014
JUDUL : ANALISIS PENEMPATAN UNIFIED POWER FLOW
CONTROLLER (UPFC) UNTUK KUALITAS DAYA DI
SISTEM 70 KV APP MALANG

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)
pada :

Hari : Selasa
Tanggal : 18 Februari 2014
Dengan Nilai : 78,75 (B+) *rr*

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua Jurusan Prodi

Sekretaris Jurusan Prodi

M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP. Y. 1030100358

Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST, MT
NIP. Y. 1030800417

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP. Y. 1028400082



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Energi Listrik, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama : **ShakkaPramulanaHersanto**
Nim : **11.12.914**
Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi : **Teknik Energi Listrik**
Masa Bimbingan : **Semester Ganjil 2013-2014**
Judul Skripsi : **ANALISIS PENEMPATAN UNIFIED POWER FLOW CONTROLLER (UPFC) UNTUK KUALITAS DAYA DI SISTEM 70 KV APP MALANG.**

No	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Penguji I	17Februari 2014	<ul style="list-style-type: none">• Penambahan Tujuan Skripsi• Penambahan Kesimpulan	
2	Penguji II	17Februari 2014	<ul style="list-style-type: none">• Penambahan Single Line Diagram APP Malang Secara Keseluruhan• Penambahan Kesimpulan• Penjelasan Tabel 4.8	

Disetujui:

Penguji I

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y.1038900209

Penguji II

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y. 1028400082

Mengetahui:

Dosen Pembimbing I

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE
NIP.Y.1018500108

Dosen Pembimbing II

Lauhil Mahfudz Hayusman, ST, MT.

c:car/cic/

baseva = 100; accuracy = 0.001; accel = 1.8; maxiter = 100;

!

% APP MALANG 70 KV

Bus		Voltage		Angle		Load		Generator		Static Mvar		+Qc/-Ql	
busdata=	no	code	Mag.	Degree	MW	Mvar	MW	Mvar	Qmin	Qmax			
1	1		1.00	0.0	0	0	213.141	131.813	0	0	0	0	
2	2		1.00	0.0	10.000	4.000	0.0	0.0	0	0	0	0	
3	3		1.00	0.0	24.001	23.996	0	0	0	0	0	0	
4	4		1.00	0.0	10.000	3.999	0	0	0	0	0	0	
5	5		1.00	0.0	14.399	11.003	0	0	0	0	0	0	
6	6		1.00	0.0	15.001	9.999	0	0	0	0	0	0	
7	7		1.00	0.0	20.000	15.000	0	0	0	0	0	0	
8	8		1.00	0.0	6.600	1.933	0	0	0	0	0	0	
9	9	2	1.00	0.0	11.600	4.199	10.800	6.693	0	6.696	0	0	
10	10	2	1.00	0.0	0	0	18.000	11.155	0	11.159	0	0	
11	11	2	1.00	0.0	39.900	7.893	4.460	2.776	0	2.778	0	0	
12	12	0	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	13	0	1.00	0.0	46.100	18.695	0	0	0	0	0	0	
14	14	0	1.00	0.0	1.902	0.596	0	0	0	0	0	0	
15	15	0	1.00	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	16	0	1.00	0.0	36.800	7.492	0	0	0	0	0	0	
17	17	2	1.00	0.0	0	0	100.000	36.197	0	6.199	0	0	
18	18	0	1.00	0.0	5.000	2.000	0	0	0	0	0	0	
19	19	2	1.00	0.0	18.350	5.200	23.000	17.535	0	17.357	0	0	
20	20	0	1.00	0.0	12.500	1.500	0	0	0	0	0	0	

GAJING

17

%

Bus bus 2 X 1/2 B - 1 for line

nl nr p.c. p.c. p.c. > 1 or < 1 tr. tap at bus nl

libedera=[2 0.071148 0.143967 0.00000055 1


```

3 0.071221 0.144521 0.00000355 1
4 0.071524 0.144219 0.00000355 1
5 0.071221 0.144521 0.00000355 1
6 0.071221 0.144521 0.00000355 1
7 0.071221 0.144521 0.00000355 1
8 0.071221 0.144521 0.00000355 1
9 0.071221 0.144521 0.00000355 1
10 0.143256 0.155864 0.0000035 1
11 0.143256 0.155864 0.0000035 1
12 0.143256 0.155864 0.0000035 1
13 0.143550 0.156311 0.0000035 1
14 0.143550 0.156311 0.0000035 1
15 0.071221 0.144521 0.00000355 1
16 0.072553 0.135174 0.00000355 1
17 0.143256 0.155864 0.0000035 1
18 0.143256 0.155864 0.0000035 1
19 0.143256 0.155864 0.0000035 1
20 0.143256 0.155864 0.0000035 1
!!

FRLinebus      % Form the bus admittance matrix
$IFGauss       % Load flow solution by Gauss-Seidel method
IFNewton      % Load flow solution by Newton-Raphson method
$IFDecouple   % Load flow solution by Fast-Decouple method
FRbusout      % Prints the power flow solution on the screen
FRLineFlow    % Computes and displays the line flow and losses
$xxxxx       % guguuguguni
!!

```

Power Flow Solution by Newton-Raphson Method
 Maximum Power Mismatch = 8.23082e-006
 No. of Iterations = 10

Bus No.	Voltage		Load		Generator		Injected Mvar
	Mag.	Angle Degree	MW	Mvar	MW	Mvar	
1	1.000	0.000	0.000	0.000	149.273	57.469	0.000
2	0.987	-0.671	10.000	4.000	0.000	0.000	0.000
3	0.947	-1.708	26.001	22.995	0.000	0.000	0.000
4	0.987	-0.672	10.000	3.999	0.000	0.000	0.000
5	0.888	-3.484	22.399	-1.003	0.000	0.000	0.000
6	0.863	-4.410	15.001	9.999	0.000	0.000	0.000
7	0.845	-4.876	20.000	15.000	0.000	0.000	0.000
8	0.872	-4.246	6.000	1.900	0.000	0.000	0.000
9	1.000	-1.701	11.600	4.199	10.800	0.000	0.000
10	0.990	-3.733	0.000	0.000	16.000	5.060	0.000
11	0.950	-11.259	39.901	7.993	4.480	3.192	0.000
12	0.874	-10.026	0.000	0.000	0.000	67.806	0.000
13	0.798	-8.556	46.101	13.695	0.000	0.000	0.000
14	0.876	-3.190	1.902	0.595	0.000	0.000	0.000
15	0.872	1.283	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.904	5.202	36.801	7.492	6.000	0.000	0.000
17	1.040	14.209	0.000	0.000	100.000	0.000	0.000
18	0.920	2.506	5.000	3.690	6.000	6.010	0.000
19	0.950	0.169	10.351	5.201	28.000	0.000	0.000
20	0.918	-0.375	12.300	7.600	0.000	34.786	0.000
Total			271.957	123.572	310.553	174.233	0.000

Line Flow and Losses

Line from to	Cover at bus Mvar	Line flow MVA	Line loss MW	Transformer tap
--------------	-------------------	---------------	--------------	-----------------

BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Provinsi Kalimantan Timur Kota Balikpapan pada tanggal 27 April 1990 dari ayah Drs. Agus Santoso dan ibu Dra. Hernowo Rini. Penulis merupakan putra pertama dari tiga bersaudara. Penulis memulai pendidikan di SD Negeri 053 Kota Balikpapan. Pertengahan tahun 2003 penulis menempuh pendidikan di SMP Negeri 12 Balikpapan sampai tahun 2006. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 1 Balikpapan. Penulis memilih jurusan listrik pemaknaan.

Mulai tahun 2006 dan lulus tahun 2008, kemudian pada tahun yang sama penulis melanjutkan studi di perguruan tinggi Politeknik Negeri Malang. Penulis memilih Program Studi Teknik Elektro D3, Konsentrasi Teknik Listrik, dan diwisuda pada tahun 2011, kemudian pada tahun 2012 penulis melanjutkan kembali studi di perguruan tinggi Institut Teknologi Nasional Malang. Penulis memilih Program Studi Teknik Elektro S1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik, dan diwisuda pada tahun 2014 dengan judul Skripsi “ Analisis Penempatan *Unified Power Flow Controller (UPFC)* Untuk Kualitas Daya Di Sistem 70 KV APP Malang”. Selama menjadi mahasiswa, Penulis pernah ikut membantu dalam mendirikan kembali UKM khususnya UKM Bola Institute Teknologi Nasional Malang.