



**OPTIMASI PENEMPATAN DAN UKURAN KAPASITOR PADA SISTEM
DISTRIBUSI RADIAL DENGAN MENGGUNAKAN *LOSS SENSITIVITY*
FACTORS DAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION***

SKRIPSI

Oleh

**Benny Andrian F
NIM 071910201018**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**



**OPTIMASI PENEMPATAN DAN UKURAN KAPASITOR PADA SISTEM
DISTRIBUSI RADIAL DENGAN MENGGUNAKAN *LOSS SENSITIVITY*
FACTORS DAN *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata1 Teknik Elektro
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Benny Andrian F
NIM 071910201018**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

Allah SWT

Bapak dan Ibu tercinta.

Teman - temanku yang selalu mendukungku

Orang – orang yang menyayangiku

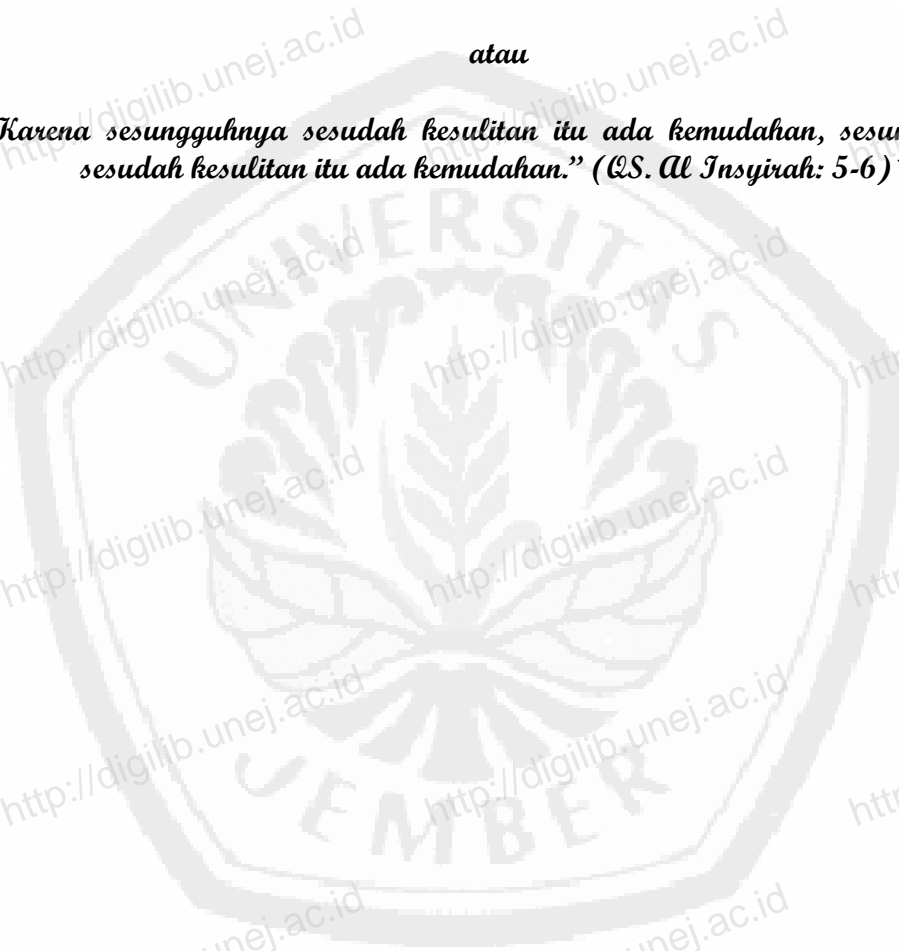


MOTO

*“ Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri “. (QS. Ar Ra’d : 11)**

atau

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (QS. Al Insyirah: 5-6)**



*) Departemen Agama Republik Indonesia, 1998. Al Qur'an dan Terjemahannya. Semarang : PT Kumudasmoro Grafindo

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Benny Andrian F

NIM : 071910201018

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: ***Optimasi Penempatan Dan Ukuran Kapasitor Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Menggunakan Loss Sensitivity Factors Dan Particle Swarm Optimization*** adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Juni 2012

Yang menyatakan,

Benny Andrian F
NIM 071910201018

SKRIPSI

**OPTIMASI PENEMPATAN DAN UKURAN KAPASITOR PADA SISTEM
DISTRIBUSI RADIAL DENGAN MENGGUNAKAN LOSS SENSITIVITY
FACTORS DAN PARTICLE SWARM OPTIMIZATION**

Oleh

Benny Andrian F
NIM 071910201018

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

: Dr. Triwahju Hardijanto ST., MT.

Dosen Pembimbing Anggota

: H. R.B. Moch Gozali ST..MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Optimasi Penempatan Dan Ukuran Kapasitor Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Menggunakan Loss Sensitivity Factors Dan Particle Swarm Optimization*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Selasa, 19 Juni 2012

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Triwahju Hardianto, ST., MT.
NIP 19700826 199702 1 001

H. R.B. Moch Gozali ST., MT.
NIP 19690608 199903 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Azmi Saleh, ST., MT.
NIP 19710614 199702 1 001

Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT.
NIP 19800610 200501 1 003

Mengesahkan,
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, MT
NIP. 19610414 198902 1 001

Optimasi Penempatan Dan Ukuran Kapasitor Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Menggunakan *Loss Sensitivity Factors* Dan *Particle Swarm Optimization* (*Optimization Placement and Size of Capacitors in Radial Distribution Systems Using Loss Sensitivity Factors and Particle Swarm Optimization*)

Benny Andrian F

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya beban yang bersifat induktif, maka daya reaktif yang ada di jaringan akan semakin besar yang selanjutnya dapat mengakibatkan pada penurunan faktor daya, peningkatan rugi-rugi jaringan, penurunan tegangan khususnya pada ujung saluran dan regulasi tegangan yang memburuk. Telah berbagai upaya dilakukan untuk memperkecil jatuh tegangan dan rugi-rugi daya tersebut. Alternatif yang dapat dilakukan untuk memperbaiki profil tegangan tersebut adalah dengan melakukan kompensasi daya reaktif yaitu dengan memasang kapasitor. Pada sistem jaringan distribusi memiliki banyak variasi beban bus sehingga memasang kapasitor perlu mempertimbangkan lokasi dan kapasitas kapasitor. *Loss Sensitivity Factor* adalah sebuah metode untuk menentukan lokasi pemasangan kapasitor. *Particle Swarm Optimization* (PSO) adalah kecerdasan buatan untuk menentukan kapasitas kapasitor. Pada hasil percobaan yang dilakukan di PT. PLN. APJ. Situbondo pada penyulang Besuki didapatkan jumlah kapasitor yang dipasang sebesar 985 kVar yang tersebar pada bus – bus yang membutuhkan kompensasi daya reaktif. Setelah pemasangan kapasitor, tegangan pada ujung penyulang mengalami kenaikan sebesar 2,14% dan faktor daya pada penyulang tersebut naik rata-rata menjadi 0.99.

Kata kunci: tegangan, kapasitor, daya reaktif, *loss sensitivity factor*, *particle swarm optimization* (psa)

Optimasi Penempatan Dan Ukuran Kapasitor Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Menggunakan *Loss Sensitivity Factors* Dan *Particle Swarm Optimization* (*Optimization Placement and Size of Capacitors in Radial Distribution Systems Using Loss Sensitivity Factors and Particle Swarm Optimization*)

Benny Andrian F

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRACT

Along with the increasing load is inductive, the reactive power in the larger network which can then lead to a decrease in power factor, the increase in loss - loss of tissue, especially the voltage drop at the end of the channel and voltage regulation are deteriorating. Have been various attempts were made to minimize voltage drop and loss - the loss of power. Alternatives that can be done to improve the voltage profile is to compensate the reactive power by installing capacitors. On the distribution network system has many variations of the load bus, so installing capacitors need to consider the location and capacity of the capacitor. Sensitivity Loss Factor is a method for determining the location of the installation of capacitors. Particle Swarm Optimization (PSO) is an artificial intelligence to determine the capacity of the capacitor. On the results of experiments conducted at PT. PLN. APJ. Situbondo on feeders Besuki obtained the number of capacitors installed at 985 kvar are tesebar the bus - the bus that require reactive power compensation. After installation of the capacitor, the voltage at the end of the feeders has increased sebebsar 2.14% and power factor at these feeders an average rises to 0.99.

Key words: *voltage, capacitors, reactive power, Loss Sensitivity Factor, Particle Swarm Optimization (PSO)*

RINGKASAN

Optimasi Penempatan Dan Ukuran Kapasitor Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Menggunakan *Loss Sensitivity Factors* Dan *Particle Swarm Optimization (PSO)*; Benny Andrian F, 071910201018; 2012: 43 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

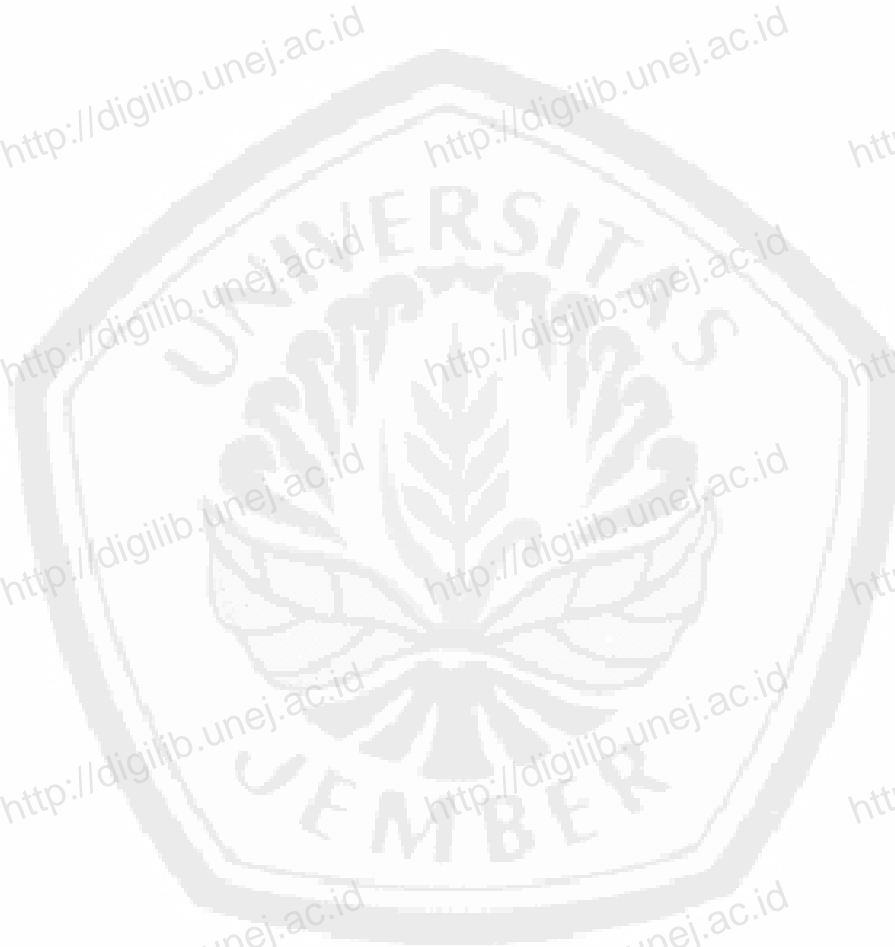
Dalam suatu sistem distribusi tenaga listrik, daya reaktif berpengaruh pada kestabilan sistem. Seiring dengan meningkatnya beban yang bersifat induktif, maka daya reaktif yang ada di jaringan akan semakin besar yang selanjutnya dapat mengakibatkan pada penurunan faktor daya, peningkatan rugi – rugi jaringan, penurunan tegangan khususnya pada ujung saluran dan regulasi tegangan yang memburuk. Tegangan yang tidak stabil dapat berakibat merusak alat-alat yang peka terhadap perubahan tegangan (khususnya alat-alat elektronik).

Data yang didapatkan untuk tegangan dari PT. PLN. APJ. Situbondo, penyulang Besuki mempunyai tegangan pada Gardu Induknya sebesar 20,70kV dan pada ujungnya sebesar 17,61 kV. Apabila dilakukan persentase jatuh tegangan (Drop Voltage) sebesar 14,93% dari tegangan yang dibangkitkan sampai pada ujungnya, sedangkan toleransi ditetapkan adalah sebesar 5%.

Alternatif untuk mengatasi masalah ini dengan memperbaiki daya reaktif dengan cara memasang kapasitor. Dengan pemasangan kapasitor shunt, maka akan diperoleh keuntungan antara lain rugi daya yang menurun pada sistem distribusi radial, meningkatkan stabilitas sistem, koreksi faktor daya, dan memperbaiki profil tegangan. Yang jadi permasalahan adalah menemukan ukuran yang optimal dan lokasi kapasitor. Maka daripada itu, untuk mengatasi masalah ini kita gunakan suatu metode Loss Sensitivity Factor untuk menentukan penempatan kapasitor dan metode PSO (Particle Swarm Optimization) untuk menentukan kapasitas kapasitor.

Dari hasil analisis didapatkan jumlah kapasitor yang dipasang sebesar 985 kVar yang

tesebar pada bus – bus yang membutuhkan kompensasi daya reaktif. Setelah pemasangan kapasitor, tegangan pada ujung penyulang mengalami kenaikan sebesar 2,14% dan faktor daya pada penyulang tersebut naik rata rata menjadi 0.99.



SUMMARY

Optimization Placement and Size of Capacitors in Radial Distribution Systems Using Loss Sensitivity Factors and Particle Swarm Optimization (PSO); Benny Andrian F, 071910201018; 2012: 43 pages, Majors Technique of Elektro Faculty of Technique University of Jember.

In a power distribution system, reactive power effect on the stability of the system. Along with the increasing load is inductive, the reactive power in the larger network which can then lead to a decrease in power factor, the increase in loss - loss of tissue, especially the voltage drop at the end of the channel and voltage regulation are deteriorating. Unstable voltage can result in damage equipment that is sensitive to voltage changes (particularly electrical appliances).

The data obtained for the voltage of the PT. PLN. APJ. Situbondo, Besuki feeder Its mother has a voltage at the relay station at 20.70 kV and at the end of 17.61 kV. When do the percentage voltage drop (Voltage Drop) of 14.93% of the voltage is raised until the end, while the tolerance is set at 5%.

Alternative to overcome this problem by fixing the reactive power by installing a capacitor. With the installation of shunt capacitors, you will get benefits such as reduced power loss in radial distribution system, improve system stability, power factor correction, and improve the voltage profile. That so the problem is to find the optimal size and location of the capacitor. So instead of it, to overcome this problem we use a method of Sensitivity Loss Factor to determine the placement of the capacitor and method of PSO (Particle Swarm Optimization) to determine the capacity of the capacitor.

From the analytical results obtained for the number of capacitors are mounted on a 985 kvar are tesebar bus - the bus that require reactive power compensation. After installation of the capacitor, the voltage at the end of the feeders has increased sebebsar 2.14% and power factor at these feeders an average rises to 0.99.

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *“Optimasi Penempatan Dan Ukuran Kapasitor Pada Sistem Distribusi Radial Dengan Menggunakan Loss Sensitivity Factors Dan Particle Swarm Optimization”*. Skripsi ini mempunyai beban 4 SKS (Satuan Kredit Semester) dan disusun guna memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Dalam terselesaikannya skripsi ini penulis tidak terlepas dari segala bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis sampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga besarnya dan para sahabatnya.
Bapak Ir. Widnyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Bapak Sumadri, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember serta sebagai Dosen Penguji I.

Bapak Dr. Azmi Saleh, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Strata-1 Teknik Elektro, Universitas Jember.

Bapak Dr Triwahju Hardianto, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Utama, yang senantiasa mencurahkan segenap waktunya dalam penyusunan skripsi ini.

Bapak H.R.B. Moch. Ghozali, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Sekretaris, yang senantiasa membantu dalam penyusunan skripsi ini

Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik khususnya Jurusan Teknik Elektro.

Keluargaku yang selama ini selalu memberiku motivasi serta banyak memberikan saya dukungan spiritual maupun material.

Teman-teman seperjuanganku, TELEK (T. Elektro '07) dan, terima kasih untuk kalian semua.

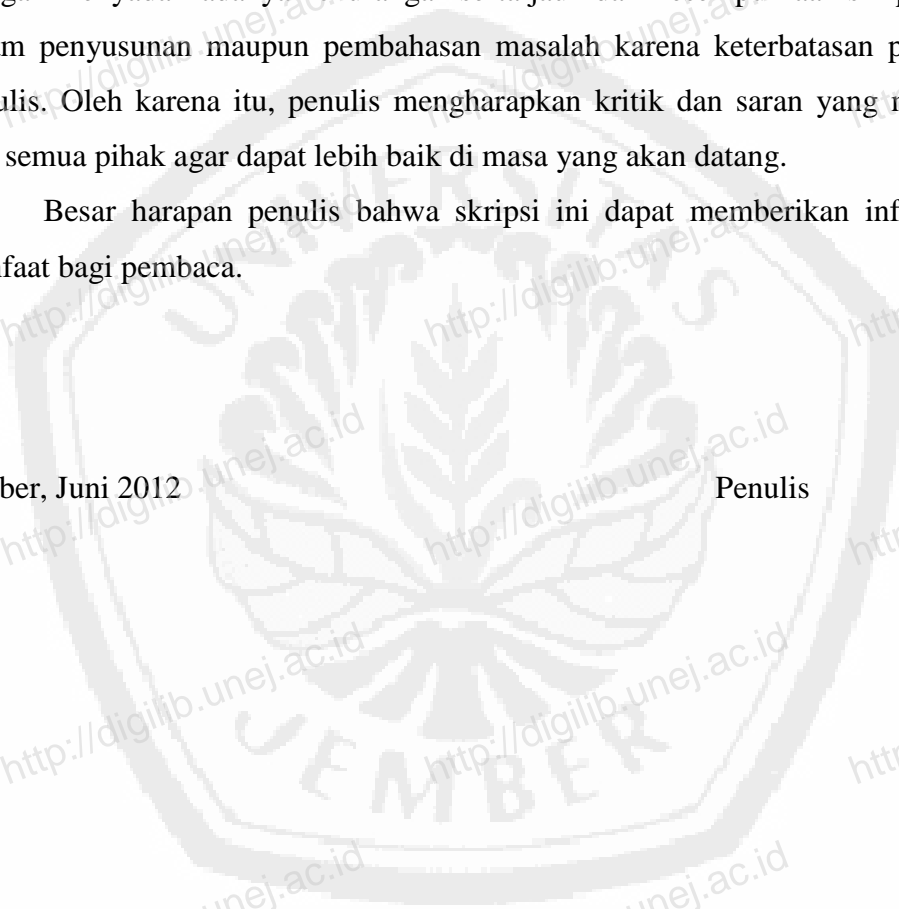
Semua pihak yang telah membantu memberikan bantuan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dengan menyadari adanya kekurangan serta jauh dari kesempurnaan skripsi ini, baik dalam penyusunan maupun pembahasan masalah karena keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak agar dapat lebih baik di masa yang akan datang.

Besar harapan penulis bahwa skripsi ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca.

Jember, Juni 2012

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	xi
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Struktur Jaringan Distribusi	6
2.1.2 Aliran Daya Reaktif	9
2.1.3 Kapasitor Shunt	10

2.1.4	Loss Sensitivity Factor	17
2.1.5	Penempatan Posisi Kapasitor Menggunakan Loss Sensitivity Factor ..	18
2.1.6	Formulasi Masalah	19
2.1.7	Perhitungan Ukuran Kapasitor dengan Metode PSO (<i>Partice Swarm Optimization</i>)	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.2	Alat dan Bahan.....	23
3.3	Algoritma, dan <i>Flowchart</i>.....	23
3.3.1	Algoritma perhitungan ukuran kapasitor menggunakan <i>PSO (Particle Swarm Optimization)</i>	23
3.3.2	Algoritma Untuk Penempatan Kapasitor Dan Ukuran Menggunakan <i>Loss Sensitivity Factors Dan Particle Swarm Optimization</i>)	24
3.3.3	Flowchart	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Umum	27
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN-LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Halaman	
2.1	Jaringan Distribusi Radial 6
2.2	Jaringan Distribusi Ring (<i>Loop</i>) 7
2.3	Jaringan Distribusi Spindel 8
2.4	Rangkaian dengan beban induktif 9
2.5	Rangkaian dengan beban kapasitif 9
2.6	Rangkaian Ekuivalen Dari Saluran Diagram Pada Rangkaian Pada Faktor Daya
	Lagging 12
2.7	Rangkaian Tanpa Kapasitor 12
2.8	Rangkaian Dengan Kapasitor Shunt 12
2.9	Ilustrasi Dari Perubahan Daya Nyata Dan Daya Reaktif Sebagai Fungsi Dari Faktor Daya Beban, Pada Daya Semu Dari Beban Konstan..... 13
2.10	Ilustrasi Dari Koreksi Faktor Daya 14
2.11	Vektor Diagram Pada Jaringan Dengan Pemasangan Kapasitor 15
2.12	Vektor Diagram Pemasangan Kapasitor Shunt Pada Jaringan 17
2.13	Pemutakhiran Kecepatan dan Posisi pada PSO 22
3.1	<i>Flowchart</i> Sistem Kerja 26
4.1	Single Line Diagram Pada Contoh 5 Bus 41
4.2	Single Line Diagram Rekonfigurasi Jaringan 44

DAFTAR TABEL

Halaman

3.1	Jadwal Kegiatan Penelitian	23
4.1	Data Beban Penyulang Besuki	27
4.2	Data Resistansi dan Reaktansi Penyulang Besuki	28
4.3	Data Tegangan Tiap Bus pada Penyulang Besuki	29
4.4	Data Loss Sensitivity Factor Sebelum Pemberian Kapasitor	31
4.5	Data Besar Kapasitor Tiap Bus	35
4.6	Data Perbandingan Tegangan Pemberian Kapasitor	37
4.7	Data Loss Sensitivity Factor Setelah Pemberian Kapasitor	38
4.8	Data Pembebanan Pada Bus 5 Sampai Bus 8	41
4.9	Data Tegangan Pada Bus 5 Sampai Bus 8	41
4.10	Data Loss Sensitivity Factor Pada Bus 5 Sampai Bus 8	42
4.11	Data Besar Kapasitor Pada 5 Bus	42
4.12	Data Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor Pada 5 Bus	43
4.13	Data Besar Kapasitor Pada 5 Bus	43
4.14	Perbandingan Antara Metode LSF Dan PSO Dengan Metode Turan Gonen	43
4.15	Besar Kapasitor Setelah Rekonfigurasi	45
4.16	Perbandingan Tegangan Sebelum dan Sesudah Pemasangan Kapasitor Setelah Rekonfigurasi Jaringan	46

DAFTAR LAMPIRAN

A. Jaringan Distribusi 20 kV penyulang Besuki.....	51
B. Diagram Single Line SUTM 20 kV Penyulang Besuki.....	52
C. Data Pembebanan SUTM 20 kV Penyulang Besuki	53
D. Data Resistansi Dan Reaktansi Penyulang Besuki.....	56
E. Data Perbandingan Tegangan Pemberian Kapasitor	59
F. Tarif Dasar Listrik Untuk Keperluan Industri Tahun 2011	62
G. Listing Program Particle Swarm Optimization	63
H. Katalog Harga Kapasitor Bank	68