



**OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI
LISTRIK DENGAN METODE *CLONAL SELECTION*
(STUDI KASUS DI PENYULANG WATU ULO JEMBER)**

SKRIPSI

Oleh

**NiraWidyaPangestika
NIM 091910201029**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI
LISTRIK DENGAN METODE *CLONAL SELECTION*
(STUDI KASUS DI PENYULANG WATU ULO JEMBER)**

SKRIPSI

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

Oleh

**NiraWidyaPangestika
NIM 091910201029**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT
2. Bapak dan Ibu tercinta.
3. Teman - temanku yang selalu mendukungku
4. Almamater Fakultas Teknik Elektro Universitas Jember

MOTTO

*“Bukan pemberian yang mudah yang akan memudahkan hidup mu, tetapi kemampuan yang menjadikan mu pantas bagi semua pemberian besar”
(Mario Teguh)*

atau

“Bersikaplah kukuh seperti batu karang yang tidak putus-putus-nya dipukul ombak. Ia tidak saja tetap berdiri kukuh, bahkan ia menenteramkan amarah ombak dan gelombang itu” (Marcus Aurelius)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nira Widya Pangestika

NIM : 091910201029

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Sistem Distribusi Listrik Dengan Metode Clonal Selection (Studi Kasus Di Penyulang Watu Ulo Jember)* 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, September 2013

Yang menyatakan,

Nira Widya P

NIM 091910201029

SKRIPSI

OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR PADA SISTEM DISTRIBUSI LISTRIK DENGAN METODE *CLONAL SELECTION* (STUDI KASUS DI PENYULANG WATU ULO JEMBER)

Oleh

Nira Widya Pangestika

NIM 091910201029

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Bambang Sujanarko M.M.

Dosen Pembimbing Anggota : Samsul Bachri Masmachofari S.T., M.MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Sistem Distribusi Listrik Dengan Metode Clonal Slection (Studi Kasus Di Penyulang Watu Ulo Jember)*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Jumat, 27 September 2013

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Bambang Sujanarko M.M
NIP 19631201 199402 1 002

Samsul Bachri Masmachofari S.T., M.MT
NIP 19640317 199802 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Andi Setiawan S.T., M.T
NIP 19691010 199702 1 001

Dr. Azmi Saleh S.T., M.T
NIP 19710614 199702 1 001

Mengesahkan,
Dekan,

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

Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Sistem Distribusi Listrik Dengan Metode Clonal Selection (Studi Kasus Di Penyulang Watu Ulo Jember)

Optimization Placement of Capacitors in Electrical Distribution Systems Using Clonal Selection Method (Case Study in Watu Ulo Feeder Jember)

Nira Widya P

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, kondisi tersebut mengakibatkan penurunan tegangan pada ujung saluran dan meningkatnya rugi-rugi jaringan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk memperkecil jatuh tegangan dan rugi – rugi jaringan tersebut. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan melakukan kompensasi daya reaktif yaitu dengan memasang kapasitor. Lokasi penempatan kapasitor pada sistem jaringan distribusi yang memiliki banyak variasi beban bus perlu dioptimalkan. Pada penambahan kapasitor *clonal selection* digunakan sebagai metode untuk menentukan lokasi pemasangan kapasitor. Hasil metode *clonal selection* yang dilakukan pada penyulang Watu Ulo di PT. PLN APJ Jember didapatkan letak penempatan kapasitor yang terpasang ada dipada bus trafo GE197 dan GE138 sebesar 400 kVar. Setelah pemasangan kapasitor, tegangan pada ujung penyulang mengalami kenaikan sebesar 1,16% dan dapat mengurangi rugi-rugi jaringan sebesar Rp. 279.936.000,00/tahun.

Kata kunci: *clonal selection*, kapasitor, tegangan

Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Sistem Distribusi Listrik Dengan Metode Clonal Selection (Studi Kasus Di Penyulang Watu Ulo Jember)
Optimization Placement of Capacitors in Electrical Distribution Systems Using Clonal Selection Method (Case Study in Watu Ulo Feeder Jember)

Nira Widya P

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University

ABSTRACT

Like the inductive load increase, reactive power which is put inside the network will be bigger and it will cause voltage drop at the end of line also increase network losses. Various attempts have been made to lessen the voltage drop and network losses. One way to do is installing capacitor for reactive power compensation. The location of capacitors on distribution network system that has various bus loads that need to be optimized. The addition of capacitors Clonal Selection used as method to determine the location of capacitors. The results of Clonal Selection Method that used at Watu Ulo feeders in PT. PLN APJ Jember are the location of capacitors that has installed are at Trafo Bus GE197 and GE 138, approximately 400 kVar. After the installment of capacitors, voltage around the end of feeders increase into 1.16% and also decrease the network losses for Rp. 279.936.000,00/year.

Key words: capacitors, Clonal Selection, voltage

RINGKASAN

Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Sistem Distribusi Listrik Dengan Metode *Clonal Selection* (Studi Kasus Di Penyulang Watu Ulo Jember); Nira Widya Pangestika, 091910201029; 2013: 50 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 peningkatan rugi – rugi jaringan dan 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. Jember, penyulang Watu Ulo mempunyai tegangan pada Gardu Induknya sebesar 20 kV dan pada ujungnya sebesar 18 kV. Apabila dilakukan persentase jatuh tegangan (Drop Voltage) sebesar 10% 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 lokasi yang cocok penempatan kapasitor . Maka daripada itu, untuk mengatasi masalah ini, menggunakan *artificial immune system* dengan metode *clonal selection* untuk optimasi penempatan kapasitor.

Dari hasil analisis didapatkan letak penempatan kapasitor yang dipasang pada bus trafo GE197 dan GE138 sebesar 400 kVar. Setelah pemasangan

kapasitor, tegangan pada ujung penyulang mengalami kenaikan sebesar 1,16% dan menghemat biaya sebesar Rp. 279.936.000,00.

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Sistem Distribusi Listrik Dengan Metode Clonal Selection (Studi Kasus Di Penyulang Watu Ulo Jember)*”. 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:

1. Allah SWT.
2. Kedua orang tua saya yang telah membesarkan, mendoakan, memberi kasih sayang, dan perhatian serta dorongan, serta *support* dari kakakku tercinta Rangga dan shelvy yang selalu menjadi penyemangat dan inspirasi untuk selalu melakukan yang terbaik.
3. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember.
4. Bapak Sumardi, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember.
5. Bapak Dr. Azmi Saleh, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Strata-1 Teknik Elektro, Universitas Jember dan dosen pembimbing akademik.
6. Bapak Dr. Ir. Bambang Sujanarko, MM selaku Dosen Pembimbing Utama, yang senantiasa mencurahkan segenap waktunya dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak H.Samsul Bachri M, ST., M.MT selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA), yang senantiasa membantu dalam penyusunan skripsi ini

8. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Fakultas Teknik khususnya Jurusan Teknik Elektro.
9. Teman terbaikku Happy Febrian Rizaldy beserta keluarga yang tak henti-hentinya memberikan semangat, motivasi, dan doa dalam pengerjaan skripsi ini.
10. Teman-teman kos di Halmahera 3/11 Dini, Vinda, Tanti, Oky, Dara, Icu, Mbik Indra, Pepita, Dewi, Astrid, Elmi, tentu atas dukungan moral dalam pengerjaan skripsi ini.
11. Teman dan sahabat-sahabatku Tyara, Diana, Neny, Devita, firman yang telah memberikan motivasi dan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini.
12. Rekan-rekan seperjuanganku, Teknik Elektro '09 semoga kompak selamanya SAK LAWASE TETEP DULUR
13. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terima kasih, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya.

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, September 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Pembahasan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jenis Jaringan Sistem Distribusi.....	5
2.1.1 Jaringan Distribusi Radial	5
2.1.2 Jaringan Distribusi Ring (<i>Loop</i>)	6
2.1.1 Jaringan Distribusi Jaring Jaring	7

2.1.2 Jaringan Distribusi Spindel	8
2.2 Penyulang Watu Ulo	8
2.3 Daya Aktif, Reaktif dan Faktor Daya	11
2.4 Kapasitor Shunt	11
2.4.1 Pengertian Kapasitor Shunt	11
2.4.2 Pengaruh Kapasitor Shunt	12
2.4.3 Koreksi Faktor Daya	14
2.4.4 Perbaikan Tegangan	17
2.5 Artificial Immune System	17
2.6 Metode Seleksi Klonal	22
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2 Alat dan Bahan	24
3.3 Tahap Penelitian	25
3.3.1 Perumusan Masalah	26
3.3.2 Studi Literatur	26
3.3.3 Identifikasi Data Yang Dibutuhkan	26
3.3.4 Analisis Aliran Daya Menggunakan ETAP	26
3.3.5 Penerapan Konsep AIS Dengan Metode Clonal Selection ...	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Data Penyulang Watu Ulo	31
4.2 Analisis Aliran Daya Penyulang Watu Ulo	34
4.3 Optimasi Penempatan Kapasitor Menggunakan Metode <i>Clonal Selection</i>	36
4.4 Analisis Aliran Daya Penempatan Kapasitor	47
4.4.1 Menggunakan Kapasitor Dengan Metode <i>Clonal Selection</i>	48
4.4.2 Menggunakan Kapasitor Dengan ETAP Powerstation 7.0 ..	51
4.5 Analisa Optimasi Biaya	53
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60

DAFTAR PUSTAKA..... 61
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.	Single Line Area Penyulang Watu Ulo	9
2.5.	Rangkaian dengan beban induktif.....	10
2.6.	Rangkaian dengan beban kapasitif.....	10
2.7.	Rangkaian Kapasitor Shunt	11
2.8.	Rangkaian Ekuivalen Dari Saluran Diagram.....	13
2.9.	Rangkaian Tanpa Kapasitor.....	13
2.10.	Rangkaian Dengan Kapasitor Shunt	13
2.11.	Ilustrasi Dari Perubahan Daya Nyata Dan Daya Reaktif Sebagai Fungsi Dari Faktor Daya Beban, Pada Daya Semu Dari Beban Konstan	14
2.12.	Ilustrasi Dari Koreksi Faktor Daya	15
2.13.	Vektor Diagram Pada Jaringan Dengan Pemasangan Kapasitor	16
2.14.	Vektor Diagram Sebelum Pemasangan Kapasitor Shunt Pada Jaringan (a) dan Sesudah Pemasangan Kapasitor Shunt Pada Jaringan (b)	17
2.15.	Proses terjadinya kekebalan tubuh manusia	18
2.16.	Perpustakaan antibodi untuk 3 pekerjaan pada 5 mesin.....	20
2.17.	Proses membangun antibodi dari perpustakaan antibody	20
2.18.	Mutasi gen pada sebuah komponen	21
2.19.	Prinsip seleksi klonal pada AIS	23
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2.	Sub proses <i>clonal selection</i> dalam pelaksanaan rutin optimasi system ..	29
4.1.	Tampilan Program Metode Clonal Selection	45
4.2.	Tampilan Hasil Program Clonal Selction.....	46
4.3.	Single Line Diagram Pada Contoh 5 Bus	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	24
4.1 Daya Beban Trafo Distribusi Penyulang Watuulo.....	31
4.2 Data Resistansi dan Reaktansi Penyulang Watuulo.....	32
4.3 Data Daya Aktif dan Daya Reaktif Penyulang Watuulo.....	33
4.4 Data Tegangan Tiap Bus pada Penyulang Watuulo.....	34
4.5 Data Besar Kapasitor Tiap Bus.....	46
4.6 Data Perbandingan Tegangan Pemberian Kapasitor.....	48
4.7 Data Perbandingan Tegangan Pemberian Kapasitor Menggunakan ETAP Powerstation 7.0	51
4.8 Parameter Optimasi yang Digunakan Untuk Menghitung Biaya	55
4.9 Data Pembebanan Pada Contoh 5 Bus	56
4.10 Data Pembebanan Pada Contoh 5 Bus	57
4.11 Data Besar Kapasitor Pada Contoh 5 Bus	57
4.12 Data Tegangan Setelah Pemasangan Kapasitor Pada Contoh 5 Bus	58

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Daya Beban Trafo Distribusi Penyulang Watuulo
- B. Data Resistansi Dan Reaktansi Penyulang Watuulo
- C. Data Daya Aktif Dan Daya Reaktif Penyulang Watuulo
- D. Data Perbandingan Tegangan Pemberian Kapasitor Dengan Metode Clonal Selection
- E. Data Tegangan Pemberian Kapasitor Menggunakan Etap Powerstation 7.0
- F. Rincian Biaya Pemasangan Kapasitor
- G. List Program Metode Clonal Selection