



**OPTIMASI PENEMPATAN DG (*DISTRIBUTED GENERATION*) PADA  
JARINGAN DISTRIBUSI SISTEM RADIAL MENGGUNAKAN GA  
(*GENETIC ALGORITHM*) DI PENYULANG WATU ULO JEMBER**

**SKRIPSI**

Oleh

**Siti Muntowifah  
NIM 101910201088**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO STRATA 1  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**



**OPTIMASI PENEMPATAN DG (*DISTRIBUTED GENERATION*) PADA  
JARINGAN DISTRIBUSI SISTEM RADIAL MENGGUNAKAN GA  
(*GENETIC ALGORITM*) DI PENYULANG WATU ULO JEMBER**

**SKRIPSI**

**Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik**

Oleh

**Siti Muntowifah  
NIM 101910201088**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO STRATA 1  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2014**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT;
2. Ibunda Purwati dan Ayahanda Muhammad Arifin yang tercinta;
3. Kakak Muhammad Mundofir yang tersayang;
4. Teman – temanku yang tersayang;
5. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTO

*Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang di beri ilmu pengetahuan beberapa derajat.*

*(QS. Al-Mujadalah ayat:11)*

*Berdoalah kepada allah dan kalian yakin akan dikabulkan. Ketahuilah bahwa sesungguhnya allah tidak akan menerima satu doa dari hati yang lalai lagi lengah.*

*(HR Bukhori dan Muslim)*

*Bukan pemberian yang mudah yang akan memudahkan hidupmu, tetapi kemampuan yang membuatmu pantas atas semua pemberian besar.*

*(Mario Teguh)*

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Siti Muntowifah

Nim : 101910201088

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “**Optimasi Penempatan DG (*Distributed Generation*) Pada Jaringan Distribusi Sistem Radial Menggunakan GA (*Genetic Algoritm*) Di Penyulang Watu Ulo Jember**” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 November 2014

Yang menyatakan,

Siti Muntowifah  
NIM 101910201088

## **SKRIPSI**

### **OPTIMASI PENEMPATAN DG (*DISTRIBUTED GENERATION*) PADA JARINGAN DISTRIBUSI SISTEM RADIAL MENGGUNAKAN GA (*GENETIC ALGORITHM*) DI PENYULANG WATU ULO JEMBER**

Oleh

Siti Muntowifah  
NIM 101910201088

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Azmi Saleh, S.T, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Triwahju Hardianto, S.T.,M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Optimasi Penempatan DG (*Distributed Generation*) Pada Jaringan Distribusi Sistem Radial Menggunakan GA (*Genetic Algorithm*) Di Penyulang Watu Ulo Jember” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember pada:

Hari, tanggal : Rabu, 05 November 2014

Tempat : Jurusan Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Tim Penguji,

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

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

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.  
NIP 19700826 199702 1 001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 19610414 198902 1 001

Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T.  
NIP 198006102005011003

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 19610414 198902 1 001

*Optimasi Penempatan DG (Distributed Generation) Pada Jaringan Distribusi Sistem Radial Menggunakan GA (Genetic Algorithm) Di Penyulang Watu Ulo Jember.*

**Siti Muntowifah**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

### **ABSTRAK**

Rugi-rugi daya yang terjadi pada saluran distribusi mengakibatkan berbagai dampak yang timbul antara lain turunnya profil tegangan pada saluran distribusi, rendahnya faktor daya yang terjadi dapat menyebabkan kerugian materi karena semakin berkurangnya kekuatan sistem dalam menyalurkan listrik ke konsumen. Untuk mengurangi terjadinya rugi-rugi daya yang timbul pada saluran distribusi dilakukan penempatan DG (*Distributed Generation*), dengan mempertimbangkan lokasi penempatan serta kapasitas yang akan diberikan. Hal ini dilakukan penempatan DG agar dapat mengurangi rugi-rugi daya yang terjadi, metode optimasi yang cukup efektif adalah GA (*Genetic Algorithm*). Pada metode ini, penempatan DG dilakukan dengan mengarah pada pemilihan kromosom, sedangkan kromosom terbaik akan diperoleh dari sebuah populasi yang mempunyai *fitness* rendah dengan run metode *Backward Forward Sweep*, sehingga kondisi penempatan DG yang optimal adalah nilai total rugi-rugi daya terkecil. Studi kasus dilakukan pada PT. PLN. APJ. Jember pada penyulang Watu Ulo dengan menggunakan perangkat lunak matlab.

**Kata Kunci:** Rugi-rugi daya, DG (*Distributed Generation*), GA (*Genetic Algorithm*).



*Optimization of DG (Distributed Generation) Placement In The Radial Distribution System Using GA (Genetic Algorithm).*

*Case Study On Watu Ulo's Feeders at Jember.*

**Siti Muntowifah**

*Electrical Engineering Department, Engineering Faculty, University Jember*

### **ABSTRACT**

Power losses that occur in a variety of distribution channels resulting impacts include the voltage drop in the distribution channel, low power factors occur and cause material loss due to the decreasing power of the system to supply power to the consumer. To reduce the power losses that occur in the distribution channel was installed small plants scattered or commonly referred to as DG (Distributed Generation), the location taking into account of the placement as well as the capacity to be provided. In order to reduce the DG placement power loss that occurs, the optimization method is quite effective is the GA (Genetic Algorithm). In this method, the DG placement performed with leading to the selection of chromosomes, the best chromosome will be obtained from a population that has a low fitness to run Backward Forward Sweep method, so that the conditions for the optimal of DG placement is the total value of the smallest power loss. A case study conducted at PT. PLN. APJ. Watu Ulo's feeders at Jember using matlab software.

**Keywords :** Power losses, DG (*Distributed Generation*), GA (*Genetic Algorithm*).

## RINGKASAN

**Optimasi Penempatan DG (*Distributed Generation*) Pada Jaringan Distribusi Sistem Radial Menggunakan GA (*GeneticAlgorithm*) Di Penyulang Watu Ulo Jember;** Siti Muntowifah, 101910201088, 2014:73 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 aktif yang terdapat pada jaringan akan semakin besar dan kemudian dapat mengakibatkan peningkatan rugi-rugi jaringan dan penurunan tegangan khususnya pada ujung saluran dan regulasi tegangan yang semakin tidak baik. Tegangan yang tidak stabil dapat menimbulkan kerusakan peralatan atau hal yang tidak baik untuk pengguna listrik (konsumen).

Untuk data tegangan yang di dapatkan dari PT. PLN. APJ. Jember, khususnya pada penyulang Watu Ulo mempunyai tegang awal sebesar 20 kV dan pada ujungnya sebesar 18 kV. Apabila dilakukan persentase jatuh tegangan (Drop Voltage) sebesar 10% dari tegangan awal yang dibangkitkan sampai pada ujungnya, sedangkan untuk toleransi jatuh tegangan yang ditetapkan adalah sebesar 5%.

Solusi untuk mengatasi permasalahan ini yaitu dengan memperbaiki daya reaktif dengan cara membakitkan pembangkit kecil tersebar atau yang biassan dengan DG (*Distributed generation*). Degan adanya pemasangan pembangkit kecil tersebar, maka akan diperoleh beberapa keuntungan diantaranya adalah nilai rugi daya yang menurun pada sistem distribusi radial, meningkatkan stabilitas sistem, koreksi faktor daya, dan dapat memperbaiki profil tegangan. Yang menjadi topik permasalahan disini adalah bagaimana menentukan atau mendapatkan lokasi yang tepat untuk penempatan pembangkit kecil tersebar. Untuk mengatasi permaslahn ini, menggunakan Genetic Algoritm (GA) dalam mengoptimasi penempatannya.

## PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Penempatan DG (*Distributed Generation*) Pada Jaringan Distribusi Sistem Radial Menggunakan GA (*Genetic Algorithm*) Di Penyulang Watu Ulo Jember”.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember.

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

1. Allah SWT;
2. Ayah dan Ibu yang telah memberi dorongan dan doanya demi terselesainya skripsi ini;
3. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember;
4. Bapak Sumardi, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jember;
5. Bapak Dr. Azmi Saleh, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Strata-1 Teknik Elektro, Universitas Jember, serta sebagai Dosen Pembimbing Utama, yang senantiasa mencurahkan segenap waktunya dalam penyusunan skripsi ini;
6. Bapak Dr. TriwahjuHardianto, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah senantiasa membantu dalam penyusunan skripsi ini;
7. Seluruh Staf Dosen dan karyawan Fakultas Teknik khususnya Jurusan Teknik Elektro;
8. Rekan kerjaku Singgih Adhiyatmayang telah membantu dalam analisis, serta temanku Parma, Giferi, dan Riska yang telah memberi dorongan/semangat;

9. Teman dan sahabat-sahabatku Yanti, Dinda, Terry, Widi dan Banu Tito R. yang telah memberi motivasi dan dukungan dalam pengerjaan skripsi;
10. Rekan-rekan seperjuanganku, Teknik Elektro 2010 semoga tetap kompak selamanya;
11. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terima kasih, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Saya menyadari akan adanya kekurangan serta ketidak sempurnaan dalam skripsi ini, baik dalam penyusunan maupun pembahasan rumusan masalah karena keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 5 November 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>RINGKASAN</b> .....	x
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>1.4 Tujuan</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat</b> .....	4
<b>1.6 Sistematika Pembahasan</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik</b> .....	6
2.1.1 Pengertian Distribusi Tenaga Listrik.....	6
<b>2.2 Pembangkit Terdistribusi (DG)</b> .....	13
2.2.1 Definisi DG .....	14

2.2.1.1 Perkembangan DG di Indonesia.....	16
<b>2.3 Metode dan Simulasi Aliran Daya .....</b>	<b>16</b>
2.3.1 Studi Aliran Daya.....	16
2.3.1.1 Studi Aliran Daya Menggunakan Metode Backward Forward Swee .....	17
2.3.1.2 Genetic Algorithm (GA) .....	23
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 Tahap Penelitian.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4 Flowchart Sistem .....</b>	<b>39</b>
<b>3.5 Data Hasil Penelitian sebelumnya .....</b>	<b>42</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
<b>4.1 Analisis Data Ada Sistem 6 Bus Sebelum Penempatan DG ....</b>	<b>48</b>
<b>4.2 Optimasi Penempatan DG Pada Sistem 6 Bus .....</b>	<b>51</b>
<b>4.3 Analisis Sistem 6 Bus dengan Penambahan DG</b>	
<b>Secara Acak .....</b>	<b>56</b>
4.3.1 Analisis Sistem 6 Bus dengan Penambahan DG Pada Bus 2 Dan 3 .....	56
4.3.2 Analisis Sistem 6 Bus dengan Penambahan DG Pada Bus 2 Dan 4.....	57
<b>4.4 Optimasi Penempatan DG Pada Sistem 75 Bus .....</b>	<b>59</b>
<b>4.5 Analisis Sistem 75 Bus dengan Penambahan DG</b>	
<b>Secara Acak, Berdasarkan Nilai rugi-rugi Daya</b>	
<b>Terbesar dan Drop Tegangan .....</b>	<b>64</b>
4.5.1 Analisis Sistem 75 Bus dengan Penambahan DG Secara Acak.....	64
4.5.2 Analisis Sistem 75 Bus dengan Penambahan DG Berdasarkan Nilai rugi-rugi Daya .....	65
4.5.3 Analisis Sistem 75 Bus dengan Penambahan DG Drop Tegangan.....	66

<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	70
<b>5.2 Saran</b> .....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	72
<b>LAMPIRAN</b> .....	74

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Jaringan Radial Tipe Pohon .....	8
2.2 Komponen Jaringan Radial .....	8
2.3 Jaringan Radial Dengan Tie dan Switch .....	9
2.4 Jaringan Radial Tipe Pusat Beban .....	10
2.5 Jaringan Radial Tipe Phase Area .....	10
2.6 Jaringan Distribusi Tipe Ring .....	11
2.7 Jaringan Radial Tipe Ring Terbuka .....	11
2.8 Jaringan Radial Tipe Ring Tertutup.....	12
2.9 Komponen Sistem Distribusi .....	12
2.10 Central and Distributed Generation Secara Umum.....	13
2.11 Contoh Single Line Diagram .....	18
2.12 Diagram Alir Algoritma Genetik.....	24
3.1 Flochard Penelitian.....	34
3.2 Flowchard Sistem.....	39
4.1 Single Line Diagram Sistem 6 Bus .....	49



## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Contoh Crossover 1-titik.....	28
2.2 Contoh Crossover 2-titik.....	28
2.3 Contoh Crossover Seragam.....	29
2.4 Contoh Mutasi Pada Pengkodean Biner.....	30
2.5 Contoh Mutasi Pada Pengkodean Permutasi.....	30
3.1 Hasil Running Metode Backward Forward Sweep Sebelum Penempatan DG .....	42
4.1 Daya Beban Trafo Distribusi Penyulang Watu Ulo .....	46
4.2 Data Resistansi Dan Reaktansi enyulang Watu Ulo.....	47
4.3 Data Jarak, Reaktansi dan Resistansi Pada Sistem 6 Bus .....	49
4.4 Data Rugi-Rugi Daya, Tegangan Dan Arus Pada Sistem 6 Bus Sebelum Penempatan DG .....	50
4.5 Total Rugi-Rugi Daya Aktif Dari Setia Iterasi ada Sistem 6 Bus .....	53
4.6 Data Rugi-Rugi Daya, Tegangan Dan Arus Pada Sistem 6 Bus Setelah Adanya Optimasi Penempatan DG .....	55
4.7 Data Rugi-Rugi Daya, Tegangan Dan Arus Pada Sistem 6 Bus Setelah Adanya Penempatan DG Pada Bus 2 dan 4 Secara Acak.....	57
4.8 Nilai Total Rugi-Rugi Daya Aktif dan Reaktif pada Penempatan DG yang Dikombinasikan .....	59
4.9 Total Rugi-Rugi Daya Aktif Dari Setia Iterasi ada Sistem 75 Bus .....	61
4.10 Perbedaan Hasil Nilai Rugi-Rugi Daya Dan Tegangan Antara Sebelum Penempatan DG, Optimasi Penempatan DG, Penempatan DG Secara Acak, Penempatan DG Berdasarkan Nilai Rugi-Rugi Teresar, Dan Penempatan DG Berdasarkan Drop Tegangan .....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Daya Beban Trafo Distribusi Penyulang Watu Ulo .....	72
B. Data Resistansi Dan Reaktansi Penyulang Watu Ulo .....	75
C. Data Rugi-Rugi Daya, Profil Tegangan Dan Arus Pada Sistem 75 Bus Sebelum Penempatan DG.....	80
D. Data Rugi-Rugi Daya, Profil Tegangan Dan Arus Pada Sistem 75 Bus Setelah Optimasi Penempatan DG .....	83
E. Data Rugi-Rugi Daya, Profil Tegangan Dan Arus Pada Sistem 75 Bus Setelah Penempatan DG Secara Acak.....	86
F. Data Rugi-Rugi Daya, Profil Tegangan Dan Arus Pada Sistem 75 Bus Setelah Penempatan DG Berdasarkan Nilai Rugi-Rugi Teresar .....	89
G. Data Rugi-Rugi Daya, Profil Tegangan Dan Arus Pada Sistem 75 Bus Setelah Penempatan DG Berdasarkan Drop Tegangan .....	92
H. Listing Program Aliran Daya Menggunakan Metode Backward Forward Sweep .....	95
I. Listing Program GA (Genetic Algorithm).....	107