

**OPTIMASI PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION* UNTUK
MENGURANGI RUGI DAYA DENGAN METODE *PARTICLE SWARM*
*OPTIMIZATION (PSO)***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Program Studi Teknik Elektro S1

Disusun oleh:

MOHAMMAD GIRI FIRMANSYAH

1504794



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2019**

**OPTIMASI PENEMPATAN *DISTRIBUTED GENERATION* UNTUK
MENGURANGI RUGI DAYA DENGAN METODE *PARTICLE SWARM*
*OPTIMIZATION (PSO)***

Oleh
Mohammad Giri Firmansyah

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Mohammad Giri Firmansyah 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

Mohammad Giri Firmansyah

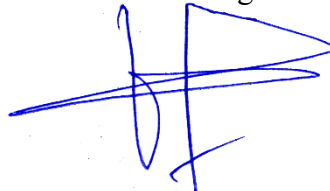
NIM. E.5051.1504794

**OPTIMASI PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION* UNTUK
MENGURANGI RUGI DAYA DENGAN METODE *PARTICLE SWARM*
*OPTIMIZATION (PSO)***

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I

rw
4/2019
g



Dr. Yadi Mulyadi, M.T.

NIP. 19630727 199302 1 001

Pembimbing II

ae Firmansyah
4/2019



Dr. Hasbullah, M.T.

NIP. 19740716 200112 1 003

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si.

NIP. 19630109 199402 2 001

**OPTIMASI PEMASANGAN *DISTRIBUTED GENERATION* UNTUK
MENGURANGI RUGI DAYA DENGAN METODE *PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION* (PSO)**

ABSTRAK

Oleh

Mohammad Giri Firmansyah

1504794

Pada sistem tenaga listrik, jaringan distribusi bagian yang memiliki rugi-rugi daya yang cukup besar dibandingkan bagian sistem tenaga listrik yang lainnya. hal tersebut diakibatkan karena jauhnya jarak dari pembangkit listrik menuju pusat beban. Nilai rugi daya yang tinggi mengakibatkan kerugian bagi perusahaan penyedia energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi nilai rugi daya pada jaringan distribusi penyulang MLBC dengan cara pemasangan *distributed generation*. Lokasi optimal untuk pemasangan *distributed generation* ini dicari dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Dari hasil simulasi aliran daya, didapatkan nilai rugi daya pada jaringan distribusi penyulang MLBC sebelum dilakukan pemasangan *distributed generation* bernilai 128,1 kW. Lokasi paling optimal untuk pemasangan *distributed generation* ditemukan dengan menggunakan metode *particle swarm optimization*, didapatkan bus 13 pada jaringan distribusi penyulang MLBC sebagai lokasi pemasangan *distributed generation*. Oleh karena itu, setelah pemasangan *distributed generation* pada bus 13, didapatkan nilai rugi dari simulasi aliran daya yang bernilai 67,5 kW atau didapatkan penurunan rugi daya sebesar 60,6 kW.

Kata Kunci: Rugi Daya, *Distributed Generation*, *Particle Swarm Optimization*.

***OPTIMASI PEMASANGAN DISTRIBUTED GENERATION UNTUK
MENGURANGI RUGI DAYA DENGAN METODE PARTICLE SWARM
OPTIMIZATION (PSO)***

ABSTRACT

By

Mohammad Giri Firmansyah

1504794

In electrical power systems, distribution networks has considerable power losses compared with the other parts of electrical power systems. This caused by the distance of power plant to the load center. The high value of power losses causing disadvantage for the electricity provider company. This study aims to reduce power losses in the MLBC feeder distribution network by erecting the distributed generation. The optimal location for erecting distributed generation sought by using the Particle Swarm Optimization (PSO) method. Before distributed generation erected in MLBC feeder distribution network, the power losses's value is 128.1 kW. Locating the most optimum location for erecting the distributed generation is using the particle swarm optimization method, bus 13 on the MLBC feeder distribution network was the optimum location for distributed generation erection. Hence, the loss value from load flow simulation is 67.5 kW or 60.6 kW for power loss reduction after distributed generation installed on bus 13.

Keywords: *Power Loss, Distributed Generation, Particle Swarm Optimization.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
UCAPAN TERIMA KASIH	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat	3
1.5.1 Manfaat Teoritis	3
1.5.2 Manfaat Praktis	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Sistem Tenaga Listrik	6
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	7
2.2.1 Jaringan Distribusi Radial	7
2.2.2 Jaringan Distribusi Loop	8
2.2.3 Jaringan Distribusi Spindle	9
2.3 Impedansi Pada Saluran Distribusi	10

2.3.1 Resistansi	10
2.3.2 Induktansi.....	11
2.3.3 Kapasitansi	11
2.4 Daya Listrik.....	12
2.4.1 Daya Aktif.....	12
2.4.2 Daya Reaktif	13
2.4.3 Daya Semu	13
2.4.4 Segitiga Daya	14
2.4.5 Faktor Daya.....	14
2.5 Aliran Daya	15
2.5.1 Persamaan Aliran Daya.....	16
2.6 Rugi Daya Pada Jaringan.....	19
2.6.1 Rugi Daya Pada Peralatan.....	19
2.6.2 Rugi Daya Pada Saluran	19
2.7 <i>Distributed Generation</i>	20
2.7.1 Pengertian <i>Distributed Generation</i>	21
2.7.2 Dampak Pemasangan <i>Distributed Generation</i>	22
2.8 <i>Particle Swarm Optimization</i>	24
2.8.1 <i>Global Best PSO</i>	24
2.8.2 Tahapan Algoritma PSO	25
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian	28
3.3 Metode Pengumpulan Data	28
3.4 Data-Data Lapangan.....	29
3.4.1 Data <i>One-Line Diagram</i> Penyulang.....	29

3.4.2 Data Transformator Distribusi	29
3.4.3 Data Penghantar	30
3.5 Tahap Simulasi	30
3.6 Penentuan Variabel Simulasi.....	36
3.7 Perangkat Penunjang Penelitian	36
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Temuan Data Penelitian	37
4.2 <i>One-Line Diagram</i> Penyulang MLBC PT. PLN (Persero)	39
4.3 Aliran Daya Sebelum Pemasangan DG.....	41
4.4 Penentuan Kapasitas <i>Distributed Generation</i>	45
4.5 Pencarian Lokasi Optimal Pemasangan <i>Distributed Generation</i> ..	46
4.6 Simulasi Penentuan Lokasi Pemasangan <i>Distributed Generation</i>	48
4.7 Aliran Daya Setelah Pemasangan DG	50
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Implikasi	52
5.3 Rekomendasi	52
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengelompokan <i>Distributed Generation</i> berdasarkan kapasitasnya.....	22
Tabel 3.1 Data Transformator Distribusi dan Kapasitasnya.	29
Tabel 3.2 Data Spesifikasi Penghantar	30
Tabel 3.3 Data Panjang dan Impedansi Penghantar.....	30
Tabel 4.1 Nomor Bus dan Nilai Beban dan Nilai Daya yang Disuplai Pada Tiap Bus di Penyulang MLBC PT. PLN (Persero).....	37
Tabel 4.2 Nomor Bus, Nama Transformator Distribusi, dan Beban Tiap Transformator pada Penyulang MLBC PT. PLN (Persero).	38
Tabel 4.3 Data Penghantar Pada Jaringan Distribusi Penyulang MLBC.....	39
Tabel 4.4 Aliran Daya Sebelum Pemasangan DG	45
Tabel 4.5 Nilai Rugi Daya Pada Tiap Saluran Sebelum Terpasang DG.....	45
Tabel 4.6 Tabel Aliran Daya Setelah Pemasangan DG	50
Tabel 4.7 Nilai Rugi Daya Pada Tiap Saluran Sebelum Terpasang DG.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sistem Penyaluran Tenaga Listrik (Pansini, 2007)	6
Gambar 2.2 Konfigurasi Jaringan Distribusi Radial (Suhadi, 2008).	8
Gambar 2.3 Konfigurasi Jaringan Loop (Suhadi, 2008).	8
Gambar 2.4 Konfigurasi Jaringan Distribusi Spindle (Suhadi, 2008)	9
Gambar 2.5 Segitiga Daya	14
Gambar 2.6 Diagram Fasor Faktor Daya <i>Leading</i>	15
Gambar 2.7 Diagram Fasor Faktor Daya Terbelakang	15
Gambar 2.8 Diagram Satu Garis untuk Sistem Dengan Tiga Bus (Natarajan, 2002).	16
Gambar 2.9 Sistem Rangkaian Jaringan Distribusi (Erviana, 2012).	20
Gambar 2.10 Pemasangan <i>Distributed Generation</i> (Jenkins et al., 2009)	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.2 Tampilan <i>one-line diagram</i> penyulang MLBC pada ETAP 16.0	31
Gambar 3.3 Tampilan jendela <i>Power Grid Editor</i>	32
Gambar 3.4 Tampilan jendela <i>Cable Editor</i>	33
Gambar 3.5 Tampilan <i>Library Quick Pick</i> Untuk Komponen <i>Cable</i>	33
Gambar 3.6 Tampilan menu <i>2-Winding Transformer Editor</i>	34
Gambar 3.7 Tampilan pada menu <i>Lumped Load Editor</i>	35
Gambar 3.8 Tampilan menu <i>editor</i> pada aplikasi MATLAB.	35
Gambar 4.1 <i>One-Line Diagram</i> Penyulang MLBC.	40
Gambar 4.2 Data Bus Yang Dimasukan Pada Program MATLAB.	41
Gambar 4.3 Data Penghantar yang Dimasukan Pada Aplikasi MATLAB.	42
Gambar 4.4 <i>Coding</i> Untuk Simulasi Aliran Daya Pada Aplikasi MATLAB	43
Gambar 4.5 Tampilan Awal Program Pengurangan Rugi Daya	44
Gambar 4.6 Nilai Aliran Daya, Rugi Tiap Saluran, dan Rugi Daya Sebelum Pemasangan DG.	44
Gambar 4.7 Tampilan Awal Program Penentu Lokasi Pemasangan DG.	46
Gambar 4.8 <i>Coding</i> Untuk Menentukan Posisi DG Pada Program MATLAB. ...	47
Gambar 4.9 Grafik Fungsi Tujuan Terhadap Iterasi Pada Simulasi Penentuan Lokasi DG.	48

Gambar 4.10 <i>One-Line Diagram</i> Penyulang MLBC Setelah Pemasangan DG....	49
Gambar 4.11 Aliran Daya Setelah Pemasangan DG.....	50
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Rugi Daya Sebelum dan Sesudah Terpasang DG	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>One-Line Diagram</i> Jaringan Distribusi Penyulang MLBC	58
Lampiran 2. Data Transformator Distribusi dan Kapasitasnya.....	59
Lampiran 3. Data Panjang dan Impedansi Penghantar.	60
Lampiran 4. Nomor Bus dan Nilai Beban dan Nilai Daya yang Disuplai Pada Tiap Bus di Penyulang MLBC PT. PLN (Persero).	62
Lampiran 5. Nomor Bus, Nama Transformator Distribusi, dan Beban Tiap Transformator pada Penyulang MLBC PT. PLN (Persero).	63
Lampiran 6. <i>Coding</i> Aliran Daya Pada Aplikasi MATLAB.....	65
Lampiran 7. Aliran Daya Sebelum Pemasangan DG.....	68
Lampiran 8. Nilai Rugi Daya Pada Tiap Saluran Sebelum Terpasang DG.	70
Lampiran 9. <i>Coding</i> Untuk Menentukan Posisi DG Pada Program MATLAB....	72
Lampiran 10. Aliran Daya Setelah Pemasangan DG.	91
Lampiran 11. Nilai Rugi Daya Pada Tiap Saluran Sebelum Terpasang DG.	93

DAFTAR PUSTAKA

- Abugri, J. B., & Karam, M. (2015). Particle Swarm Optimization for the Minimization of Power Losses in Distribution Network. *12th International Conference on Information Technology - New Generations*, 73-78.
- Ackermann, T., dkk. (2001). *Distributed Generation: a definition*. Electric Power System Research. 57. 195-204.
- Anggara, D. H. (2016). Evaluasi Dan Perencanaan Jaringan Distribusi Pln Rayon Bantul Dengan Integrasi Pembangkit Tersebar Energi Terbarukan. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta: Yogyakarta.
- Daza, S. A. (2016). *Electric Power System Fundamentals*. Norwood: Artech House.
- EATON. (2017). *Generator sizing guide* di eaton.com (diakses pada 24 Juli).
- Eberhart, R. & Kennedy, J. (1995). A New Optimizer Using Particle Swarm Theory. In MHS'95. *Proceedings of the Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science* (pp. 39-43). Nagoya: IEEE.
- Erviana, M., & Yuningtyastuti, I. (2012). *Optimasi Penempatan Dan Kapasitas Kapasitor Bank Pada Sistem Distribusi Untuk Mereduksi Rugi Daya Menggunakan Particle Swarm Optimization*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- ETAP. (2005). ETAP Load Flow V&V Documents, Case Number TCS-LF-006. California.
- Fehr, R. E. (2015). *Industrial Power Distribution*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Glover, J. D. & dkk. (2008). *Power System Analysis and Design*. Toronto: Thomson.
- Gönen, T. (2007). *Electric Power Distribution System Engineering*. Boca Raton: CRC Press.
- Grainger, J. J. & Stevenson, W. D. (1994). *Power System Analysis*. Singapore: McGraw-Hill.
- IEEE. (2003). IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems. (Standards No. 1537).

Mohammad Giri Firmansyah, 2019

OPTIMASI PEMASANGAN DISTRIBUTED GENERATION UNTUK MENGURANGI RUGI DAYA DENGAN METODE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Ioan, L., Abrudean, M., & Bic, D. (2016). Optimal Location of a Distributed Generator for Power Losses Improvement, 22(October 2015), 734–739. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.01.032>
- Jaganathan, R. K., & Saha, T. K. (2004). Voltage Stability Analysis of Grid Connected Embedded Generators. In *Proceedings of the Australasian Universities Power Engineering Conference–AUPEC*.
- Kadir, A. (2006). *Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta: UI Press.
- Kennedy, J. (2010). Particle Swarm Optimization. *Encyclopedia of machine learning*, 760-766.
- Lawrence, R., & Middlekauff, S. (2003). Distributed generation: the new guy on the block. In *IEEE Industry Applications Society 50th Annual Petroleum and Chemical Industry Conference, 2003. Record of Conference Papers*. (pp. 223-228). IEEE.
- Margeritha, R. F., dkk. (2017). Analisis Penyambungan *Distributed Generation* Guna Meminimalkan Rugi-Rugi Daya Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO). *Teknologi Elektro*, III, 121-127. doi: <https://doi.org/10.24843/MITE.2017.v16i03p19>
- Natarajan, R. (2002). *Computer-Aided Power System Analysis*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Nugraha, R. T., Suyono, H., & Hasanah, R. N. (2014). Analisis Rugi-Rugi Daya Sistem Distribusi Dengan Peningkatan Injeksi Jumlah Pembangkit Tersebar (Skripsi). Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Malang.
- Ogunjuyigbe, A. S. O., Ayodele, T. R., & Akinola, O. O. (2016). Impact of distributed generators on the power loss and voltage profile of sub-transmission network. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 3(1), 94-107.
- Pansini, A. J. (2007). *Electrical Distribution Engineering*. Edisi 3. Lilburn: The Fairmont Press, Inc.
- Sahana, M. (2015). Presiden Jokowi Luncurkan Program '35 Ribu MW Listrik untuk Indonesia' di voaindonesia.com (diakses pada 23 Juli)

- Satria, D. A. (2015). Optimasi Penempatan DG Menggunakan Metode PSO pada Jaringan Distribusi Mikrogrid untuk Meminimalisasi Rugi Daya (Tugas Akhir). Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Sawai, W. S. (2008). Studi Aliran Daya Sistem Jawa-Bali 500 KV Tahun 2007-2011 (Thesis). Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Short, T. A. (2006). *Electric Power Distribution Equipment and System*. Boca Raton: CRC Press.
- Short, T. A. (2003). *Electric Power Distribution Handbook*. Boca Raton: CRC Press.
- Stagg, G. W. & El-Abiad, A. H. (1968). *Computer Methods in Power System Analysis*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Stevenson, W. D. (1982). *Elements of Power System Analysis*. 4th Edition, New York: McGraw-Hill Book Company.
- Suhadi, dkk. (2008). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Sulasno. (1993). *Analisis Sistem Tenaga*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Viawan F. A. (2008). Voltage Control and Voltage Stability of Power Distribution Systems in the Presence of *Distributed Generation* (Thesis). Department of Energy and Environment, Chalmers University Of Technology, Göteborg.