

Hosting Capacity Distributed Generation di Sistem Distribusi Bantul dengan Metode Antlion Optimization Algorithm

**DR. RAMADONI SYAHPUTRA, S.T.,M.T. 1¹, ANNA NUR NAZILAH CHAMIM, S.T.,
M.ENG 2², RIKI KHOMARUDIN 3³**

¹Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

²Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

³ Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Email: ramadoni@umy.ac.id

ABSTRAK

Pekembangan penggunaan energi listrik semakin tahun semakin meningkat. Hal ini ditandai pada tahun 2014 pengguna di wilayah Yogyakarta 972.327 pengguna sampai pada tahun 2016 sebesar 1.083.074. Dalam penyaluran energi listrik, PT.PLN banyak menggunakan sistem distribusi radial dengan keuntungan mudah digunakan, namun kekurangannya gejolak pada tegangan disisi pelanggan akhir. Penelitian ini menganalisis penambahan *Distributed Generation* (DG) di sistem distribusi radial untuk meningkatkan profil tegangan. Sistem uji studi ini pada standar IEEE dan sistem riil dari Gardu Induk Bantul.

Metode yang digunakan yakni dengan Metode *Antlion Algorithm*(ALO) pada komputasi Matlab. Metode *Antlion Algorithm*(ALO) memiliki tahapan seperti: Berjalan secara random, Membangun perangkap, menjebak pada lubang *antlion*, *Ants* tergelincir dalam lubang, dan membangun kembali perangkap. Jumlah populasi *Antlions* diimplementasikan sebagai data bus dan jaringan, sedangkan populasi *Antlions* diimplementasikan sebagai lokasi dan kapasitas *Distributed Generation*(DG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode algoritma *Antlion Opmization* bisa digunakan untuk menentukan kapasitas dan lokasi *Distributed Generation*(DG) ditandai dengan kenaikan profil tegangan. Selain itu ALO bisa digunakan untuk kasus banyak tujuan.

Kata kunci: *ants, antslion, DG, Sistem Distribusi Radial*

ABSTRACT

The development of the use of electrical energy is increasing every year. This was indicated in 2014 users in the Yogyakarta region 972,327 users up to 2016 amounted to 1,083,074. In the distribution of electrical energy, PT. PLN uses a lot of radial distribution systems with the advantage of being easy to use, but the lack of fluctuation in the voltage at the end customer side. This study analyzes the addition

of Distributed Generation (DG) to the radial distribution system to improve the voltage profile. The study test system is based on the IEEE standard and the real system of the Bantul substation.

The method used is the Antlion Algorithm (ALO) method in Matlab computation. The Antlion Algorithm(ALO) method has stages such as: Walk randomly, Build traps, trap in antlion holes, Ants slip in holes, and rebuild traps. Antlions population are implemented as data bus and network, while Antlions population are implemented as Distributed Generation (DG) location and capacity. The results showed that the Antlion Optimization algorithm method can be used to determine Distributed Generation (DG) capacity and location marked by an increase in voltage profile. Beside of that ALO can be applied in case of multiobjective purpose.

Keywords: *ants, antslion, DG, Radial Distribution System*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik setiap tahun mengalami kenaikan yang signifikan. Menurut data statistik pengguna listrik di Yogyakarta tahun 2014 sebesar 972.327 pengguna, sedangkan pada tahun 2016 meningkat sebesar 1.033.966 penggunaan. Dalam sistem suplai tenaga listrik PT.PLN menggunakan sistem distribusi tipe radial. Sistem Distribusi radial memiliki keuntungan dalam penggunaannya, namun gejala tegangan di sisi pelanggan akhir yang mengalami jatuh tegangan. Untuk itulah penelitian ini memperkenalkan *Distributed Generation*(DG).

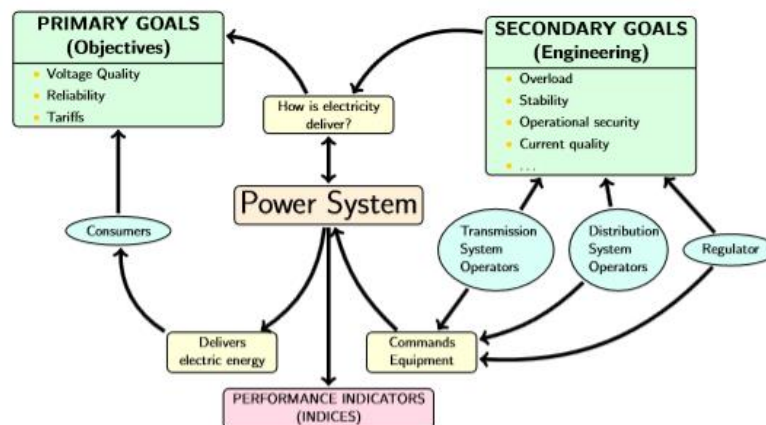
Distributed Generation(DG) merupakan penetrasi pembangkit tersebar dalam sistem distribusi. Metode yang digunakan adalah *Hosting capacity*. Tujuan *hosting capacity* adalah untuk memperbaiki profil tegangan[6]. Pembangkit tersebar yang digunakan adalah *Distributed Energy Resource*(DER) dari *photovoltaic* atau sinar matahari. Data ini didapatkan dari *Quensland university of photovoltaic*[21]

Penelitian ini menggunakan metode *Antlion Optimization*(ALO) sebagai analisis metode optimasi. Algoritma *Antlion Optimization*(ALO) terinspirasi dari mekanisme *Antlion* dalam berburu mangsanya. Ada 5 mekanisme berburu seperti: Berjalan secara random, Membangun perangkap, menjebak pada lubang *antlion*, *Ants* tergelincir dalam lubang, dan membangun kembali perangkap.

2. DASAR TEORI

2.2 *Distrbuted Generation Hosting Capacity* (DG HC)

Distribution Generation Hosting Capacity atau penambahan kapasitas pada pembangkit tersebar. Hal ini merupakan Teknik Optimasi di dalam sistem distribusi tenaga listrik untuk melakukan penambahan kapasitas pembangkit tersebar untuk terhubung ke sistem distribusi yang sudah ada. Teknik optimisasi *hosting capacity* ini tujuannya adalah untuk mengurangi tingkat beban lebih, meningkatkan kestabilan atau keandalan, pengamanan sistem distribusi, dan juga kualitas arus[8]. Penelitian focus pada perbaikan profil tegangan, hal ini seperti pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2.1 *Hosting Capacity*[6]

Berdasarkan kapasitas DG dapat diklasifikasikan sebagai berikut[18]:

- Micro distributed generation*: 1 Watt – 200 Watt
- Small distributed generation*: 5kW – 10 kW
- Medium distributed generation*: 100 kW – 500 kW
- Large distributed generation*: 50 kW – 15 MW

2.3 *Backward/Forward Sweep*

1. *Backward/Forward Sweep*(BFS)

Pada penyelesaian aliran daya di sistem distribusi matriks admintans tidak digunakan, hal ini berbeda dengan metode aliran daya pada sistem transmisi[11].

2. *Backward Sweep*

Prosedur penyelesaian aliran daya dimulai dengan *backward sweep*. Pada iterasi pertama, tegangan dari semua titik diasumsikan sama dengan tegangan pada sumber utama. Jika ada beberapa sumber pada jaringan, arus injeksi kompensasi pada sumber tersebut bernilai nol pada iterasi pertama. bus beban dapat dicari dengan persamaan 2.1 berikut[11].

$$I_{ldi} = \left[\frac{P_i + jQ_i}{V_i} \right] \tag{2.1}$$

Dimana, I_{ldi} : Arus beban pada titik i (A), P_i : Kebutuhan daya aktif pada titik i (W), Q_i : Kebutuhan daya reaktif pada titik i (Var), V_i : Tegangan pada titik i (Volt).

3. *Forward Sweep*

Pada analisa *forward sweep*, dimulai dari titik sumber utama dimana nilai tegangannya diketahui, impedansi dan arus yang mengalir pada masing-masing saluran sudah diketahui, semua tegangan titik diperbarui mengabaikan sumber lainnya jika ada. Hal ini dirumuskan pada persamaan 2.2 berikut[11],

$$V_i = V_{vi} - (Z_i \times I_{Li}) \tag{2.2}$$

Dimana, $i = 1, \dots, N$, V_i : Tegangan pada titik i (V), V_{vi} : Tegangan pada atas dari titik i (V), Z_i : Impedansi saluran i , I_{Li} : Arus yang mengalir pada saluran i (A)

4. *Matriks Bus Injection to Branch Current* (BBIC)

Pada sistem distribusi, bus ke- i beban kompleks dapat diekspresikan dengan persamaan (2.3) dan nilai ekuivalen arus injeksi yang bersangkutan dapat diekspresikan dengan persamaan (2.4).

$$S_i = (P_i + jQ_i) \quad i = 1, 2, \dots, N \tag{2.3}$$

$$I_i = (S_i / V_i) \tag{2.4}$$

Vektor injeksi arus dari contoh sistem diatas dapat dibuat pada **Tabel 2.1** sebagai berikut :

Tabel 2.1 keterangan vektor arus injeksi

Bus No.	2	3	4	5	6
Arus Injeksi	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6

5. *Matrik Branch Current to Bus Voltage* (BCBV)

Dengan DLF adalah matriks *Distribution Load Flow* (DLF) yang ditunjukkan dengan matriks 2.5 berikut[11].

$$\begin{bmatrix} Z_{12} & Z_{12} & Z_{12} & Z_{12} & Z_{12} \\ Z_{12} & Z_{12} + Z_{23} & Z_{12} + Z_{23} & Z_{12} + Z_{23} & Z_{12} + Z_{23} \\ Z_{12} & Z_{12} + Z_{23} & Z_{12} + Z_{23} + Z_{34} & Z_{12} + Z_{23} + Z_{34} & Z_{12} + Z_{23} \\ Z_{12} & Z_{12} + Z_{23} & Z_{12} + Z_{23} + Z_{34} & Z_{12} + Z_{23} + Z_{34} + Z_{45} & Z_{12} + Z_{23} \\ Z_{12} & Z_{12} + Z_{23} & Z_{12} + Z_{23} & Z_{12} + Z_{23} & Z_{12} + Z_{23} + Z_{36} \end{bmatrix} \tag{2.5}$$

2.4 Ant Lion Optimization Algorithm

Antlion Optimizer(ALO) adalah metode optimasi yang terinspirasi dari alam dengan algoritma yang dibuat oleh Seyedali Mirjalili tahun 2015. Algoritma ALO meniru dari mekanisme berburu dari *antlion* (semut singa) di alam. Ada 5 babak utama untuk berburu membunuh mangsanya seperti kemampuan membangun jebakan dari jalan semut agar semut terperangkap, terjadi penangkapan, dan membangun kembali jebakan untuk diimplementasikan [13].

2.5 fungsi kekangan

1. kekangan keseimbangan daya

Keseimbangan daya sebagai fungsi pembatas dapat dirumuskan dengan persamaan 2.6 berikut:

$$P + \sum_{k=1}^N P_{DG} = P_d + P_{loss} \quad (2.6)$$

Dimana, P: daya aktif, $\sum_{k=1}^N$ = nilai panjang bus, P_{DG} = besarnya kapasitas DG yang dihasilkan, P_d = daya distribusi, P_{loss} = rugi daya.

2. kekangan kapasitas DG

Hasil optimasi juga harus memenuhi ketersediaan batas kapasitas DG sesuai dengan kapasitas standar yang digunakan. Penelitian ini menggunakan batasan kapasitas DG sebagai berikut :

$$40 < P_{DG} < 168000$$

2.6 Penentuan Kapasitas DG

Tujuan adanya penerapan DG baru adalah salah satunya untuk meminimalkan rugi daya. Cara yang digunakan untuk meminimalkan rugi daya aktif pada saluran dapat dirumuskan seperti persamaan 2.7 berikut[3].

$$f(x) = \min \sum_{i=1}^N P_{Li} \quad (2.7)$$

Dimana, $\sum_{i=1}^N P_{Li}$ =nilai daya bus dari i sampai n bus. Total rugi daya aktif pada sistem tenaga listrik direpresentasikan dengan persamaan 2.8 berikut[3].

$$P_L = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N [\alpha_{ij}(P_i P_j + Q_i Q_j) + \beta_{ij}(Q_i P_j - P_i Q_j)] \quad (2.8)$$

Dimana, $\alpha_{ij} = \frac{r_{ij}}{v_i v_j} \cos(\delta_i - \delta_j)$, $\beta_{ij} = \frac{r_{ij}}{v_i v_j} \sin(\delta_i - \delta_j)$, $V_i < \delta_i$: Tegangan kompleks pada bus ke-*i*, $r_{ij} + j_{ij} = Z_{ij}$: Elemen ke-*ij* dari matrik impedans [Zbus], P_i dan P_j : Injeksi daya aktif masing-masing pada bus ke-*i* dan ke-*j*, Q_i dan Q_j : Injeksi daya reaktif masing – masing pada bus ke-*i* dan ke-*j*, N : jumlah bus.

2.7 Fungsi Tujuan

1. Meminimalkan rugi daya

Dalam meminimalkan rugi daya akibat jatuh tegangan, maka dapat dirumuskan seperti persamaan 2.9 berikut:

$$P_{loss} = \sum_i^n I_i^2 R^2 \quad (2.9)$$

Dimana, I : Arus penambahan DG, R : resistansi saluran(Ohm)

2. Energy Not Supply (ENS)

Distributed Generation(DG) dapat digunakan untuk mengembalikan daya ke bagian distribusi cabang gangguan dan meningkatkan keandalan dari sistem distribusi. Jadi sistem pembangkit tersebar secara optimal diterapkan untuk mengurangi biaya dari sistem distribusi dalam kerusakan pelanggan. Dalam studi ini keandalan dimodelkan dalam CENS dari sistem distribusi. *Cost of Energy not supply* (CENS)[4] didefinisikan seperti pada persamaan 2.10 berikut:

$$C_{DG}^{ENS} = \sum_{i=1}^{Nbrach} x \sum_{j=1}^{N1} x \lambda_i x L_i x \rho_0^{int} x \left(\frac{1+InfR}{1+IntR} \right)^{i-1} x t_i x D_j \quad (2.10)$$

Dimana, C_{DG}^{ENS} : biaya energi yang tidak tersuplai/tahun, N_1 : nomer dari cabang grid, L_i : panjang cabang sistem distribusi, t_i : waktu yang dipakai untuk pergantian gangguan, ρ_0^{int} : biaya energi yang tidak disuplai di tahun pertama, λ_i : tingkat atau pesat kegagalan cabang , dimana λ_i : $\frac{\text{jumlah gangguan selama selang waktu tertentu}}{\text{jumlah selang waktu pengamatan}}$, D_j : Permintaan beban pada titik j

3. Mengurangi biaya penggunaan DG (DGAC)

Biaya penggunaan DG masuk dalam investasi (C_{DG}^{Invs}), operasi (C_{DG}^{Oper}) dan biaya-biaya perawatan (C_{DG}^{Main}). Biaya penggunaan DG dapat didefinisikan sebagai berikut[14]: C_{DG}^{Invs} (\$/MWh) akan di bayar di awal dan itu terkait ke pembelian dan pemasangan masing-masing DG. Dapat dihitung dengan persamaan 2.11 berikut:

$$C_{DG}^{Invs} = \sum_{i=1}^{Ndg} C_i^{investment} \quad (2.11)$$

Dimana, $C_i^{investment}$: biaya pembelian dan pemasangan dari i-th unit-unit DG. C_{DG}^{Main} (\$/MWh) adalah biaya tahunan yang menampilkan suku bunga dan suku kenaikan dan dapat dimodelkan seperti persamaan 2.12 berikut:

$$C_{DG}^{Main} = \sum_{i=1}^{Ndg} C_i^{maintenance} \quad (2.12)$$

Dimana, $C_i^{maintenance}$: biaya perawatan dari i-th DG dan dapat dihitung seperti persamaan 2.13 berikut:

$$C_i^{maintenance} = C_0^{maintenance} x \left(\frac{1+InfR}{1+IntR} \right)^{i-1} \quad (2.13)$$

Dimana, $C_0^{maintenance}$: biaya perawatan awal (nilai = 0)

4. Loads line index(LLI)

Load Line Index(LLI) merupakan indek kemungkinan penambahan beban di masa yang akan datang. Menurut[14] pertumbuhan jumlah beban bus setiap tahun sekitar 1%. Sehingga pada penelitian ini dengan pengujian sistem Distribusi tipe Radial Standar IEEE bisa mengetahui perkembangan beban bus untuk 20 tahun yang akan datang. *Load Line Index*(LLI) bisa dirumuskan seperti pada persamaan 2.14 berikut:

$$L_i = L_o x (1 + L_{growth})^{i-1} \quad (2.14)$$

Dimana, L_i (*Load Increment*) : Besar kenaikan beban bus, L_o : Beban pada saat tahun pertama, L_{growth} : pertumbuhan beban setiap tahun(1%).

3. ANTLION OPTIMIZER

Program *Antlion Optimizer*(ALO) secara sederhana dapat dijelaskan sebagai berikut : membaca semua data saluran dan beban dalam sistem distribusi tujuan. Kemudian menemukan lokasi terbaik DG dengan metode secara acak pada roda roulette. Inisialisasi posisi/solusi dan maksimum perulangan=100, dengan kapasitas DG minimal = 40 dan kapasitas maksimal = 16800. Langkah-langkah mekanisme berburu *Antlion Optimizer* sebagai berikut:

a. Berjalan secara Random

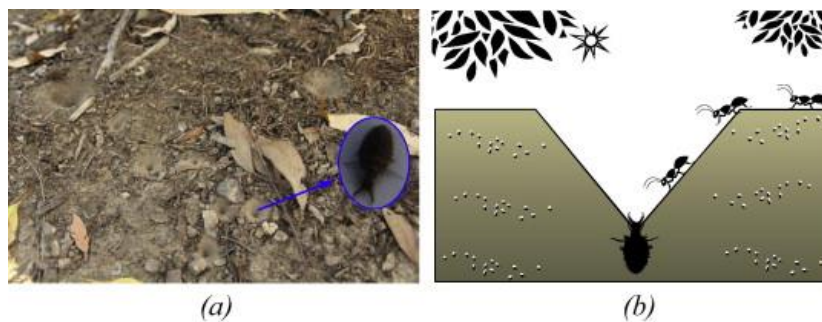
Semut – semut yang berjalan secara acak dapat dirumuskan seperti persamaan 3.1 sebagai berikut
Membuat perangkap :

$$X(t) = [0, \text{cumsum}(2r(t_1) - 1), \text{cumsum}(2r(t_2) - 1), \dots, \text{cumsum}(2r(t_n) - 1)] \quad (3.1)$$

Dimana, cumsum : perhitungan kumulatif sum, n : nomer maksimum dari jumlah iterasi, t : langkah-langkah dari perjalanan acak seperti pada **Gambar 3.1**.

$$r(t) = \begin{cases} 1 & \text{if } rand > 0.5 \\ 0 & \text{if } rand < 0.5 \end{cases} \quad (3.2)$$

Dimana, rand : nomer generator diantara [0,1]



Gambar 3.1 Berjalan secara acak

b. Membangun Perangkap

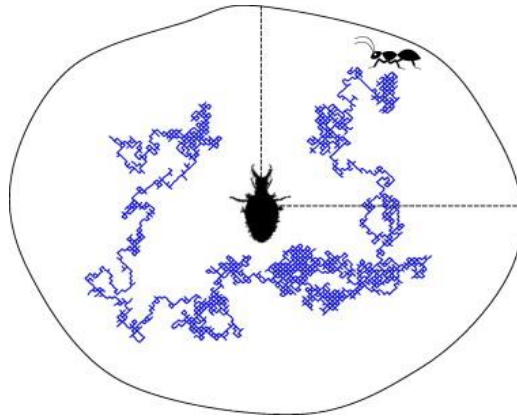
Untuk mendapatkan probabilitas yang lebih tinggi untuk menangkap semut digunakan roda roulette (*roulette wheel*). Mekanisme ini mengidentifikasi singa semut yang paling cocok.

c. Membangun Perangkap

Persamaan matematika untuk menjebak semut-semut diberikan sesuai persamaan 3.3 berikut.
Bentuk lubang perangkap digambarkan seperti **Gambar 3.2**.

$$\begin{aligned} c_i^t &= Antlions_i^t + c^t \\ d_i^t &= Antlions_i^t + d^t \end{aligned} \quad (3.3)$$

Dimana, c_i^t : nilai minimum dari semua variabel pada *ith* iterasi, d_i^t : nilai maksimum dari semua variabel pada *ith* iterasi, c^t : nilai minimum dari semua variabel untuk *ith* semut, d^t : nilai maksimum dari semua variabel untuk *ith* semut.



Gambar 3.2 Antlion Membangun perangkap

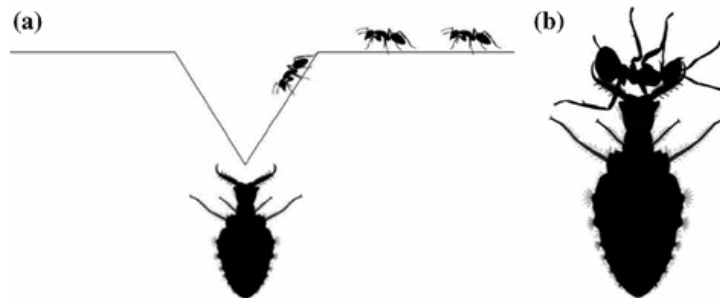
d. Teperangkap dalam lubang Antlion

Untuk menggeser semut – semut ke arah semut singa, semut singa menembakkan pasir ke luar. Secara matematik dapat dimodelkan seperti pada persamaan 3.4, proses penangkapan seperti pada **Gambar 3.3**.

$$C^t = \frac{c^t}{I} \quad (3.4)$$

$$D^t = \frac{d^t}{I}$$

Dimana, $I : 10^{\omega \frac{t}{T}}$, t : Current iteration, T : maksimal dari nomer iterasi



Gambar 3.3 Pengkapan Ant oleh Antlion

e. Menangkap mangsa dan membangun kembali lubang

Tahap terakhir dari perilaku berburu dari semut singa adalah menangkap seekor semut yang mencapai batas dasar lubang dan kemudian kembali untuk memperbarui posisi dari posisi paling akhir dengan mengikuti persamaan 3.5.

$$Antlion_j^t = Ant_i^t \quad \text{if} \quad f(Ant_i^t) > f(Antlion_j^t) \quad (3.5)$$

f. Kekangan Terpenuhi

Fungsi kekangan ini digunakan sebagai parameter pembatas ketika penetrasi DG akan masuk pada Sistem Distribusi. Kekangan yang digunakan pada penelitian ini yakni dengan kapasitas DG minimal 40 dan maksimal sebesar 16800. Selain itu juga fungsi kekangan untuk menentukan level tegangan perbaikan minimal 0.96 p.u dan maksimal 1.05 p.u.

g. Fungsi Objektif

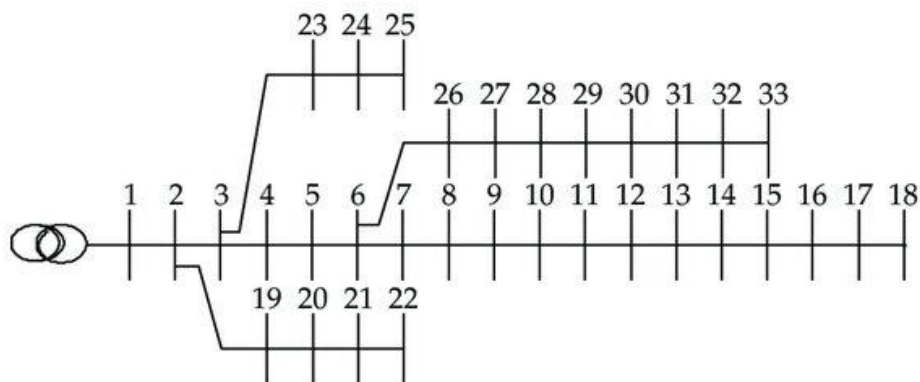
Fungsi objektif atau fungsi tujuan ini berfungsi untuk menentukan arah dari hasil simulasi yang dituju. Fungsi ini yakni untuk menentukan rugi daya yang dihasilkan akibat adanya penambahan DG baru.

4. HASIL PEMBAHASAN

Algoritma ALO dapat diaplikasi sebagai teknik optimasi penetrasi DG dengan teori *Hosting Capacity*. Dalam penelitian ini menggunakan sistem distribusi radial standar IEEE dan Sistem Distribusi riil dari Gardu Induk Bantul. Penelitian ini melakukan 4 studi kasus sebagai berikut :

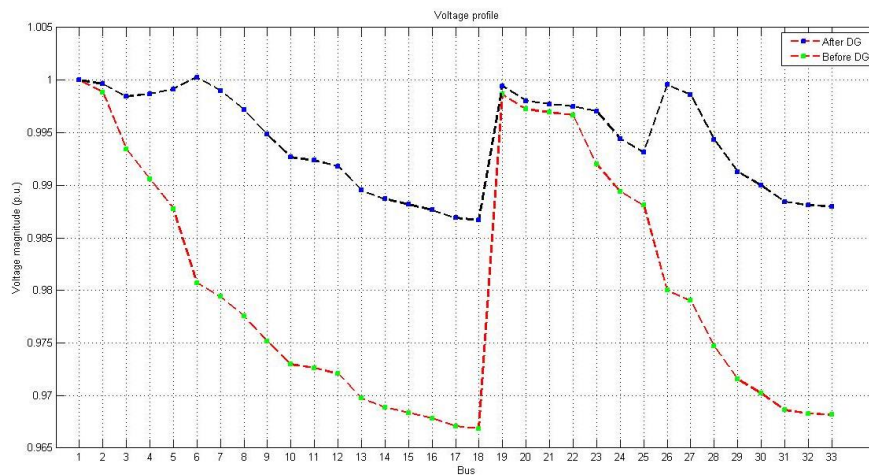
1. Studi Kasus 1

Studi kasus 1 menggunakan sistem uji standar IEEE 33-bus, **Gambar 4.1** pemodelan jaringan tipe radial sesuai standar IEEE.



Gambar 4.1 Struktur Jaringan 33-Bus

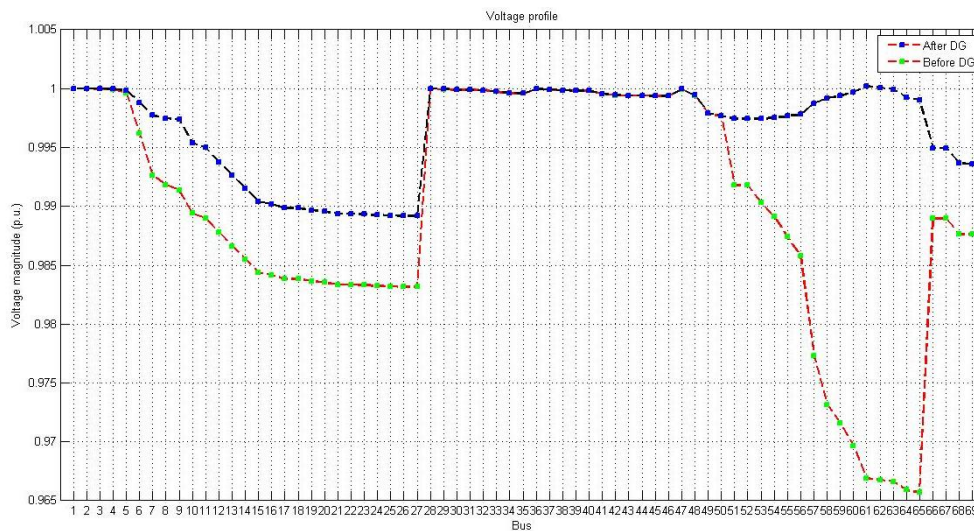
Hasil Profil tegangan sebelum adanya penambahan DG dan Setelah adanya DG ditampilkan pada **Gambar 4.2**.



Gambar 4.2 Profil Tegangan 33-bus

2. Studi Kasus 2

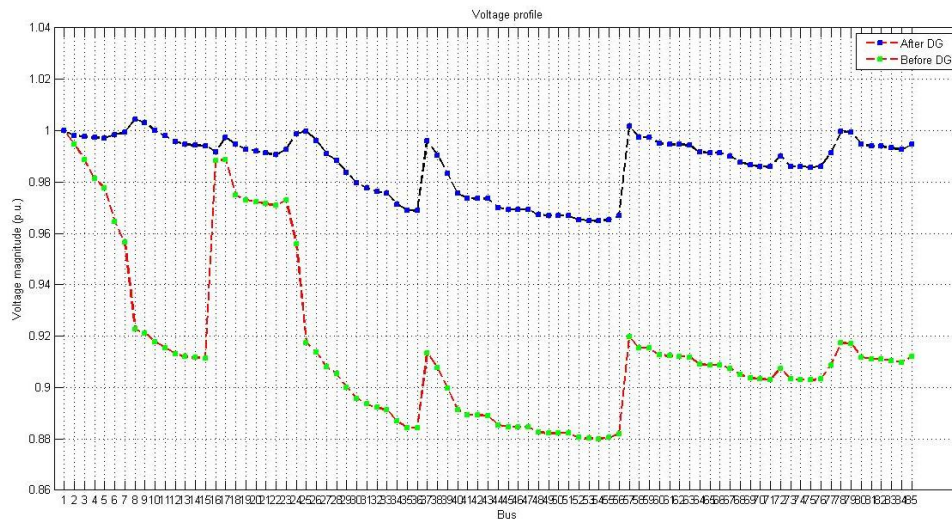
Studi kasus 2 ini adalah untuk pengujian sistem distribusi radial standar IEEE 69-bus. Bentuk profil tegangan akibat adanya DG dan tanpa DG seperti pada **Gambar 4.3**



Gambar 4.3 Profil Tegangan Sistem Distribusi 69-bus

3. Studi Kasus 3

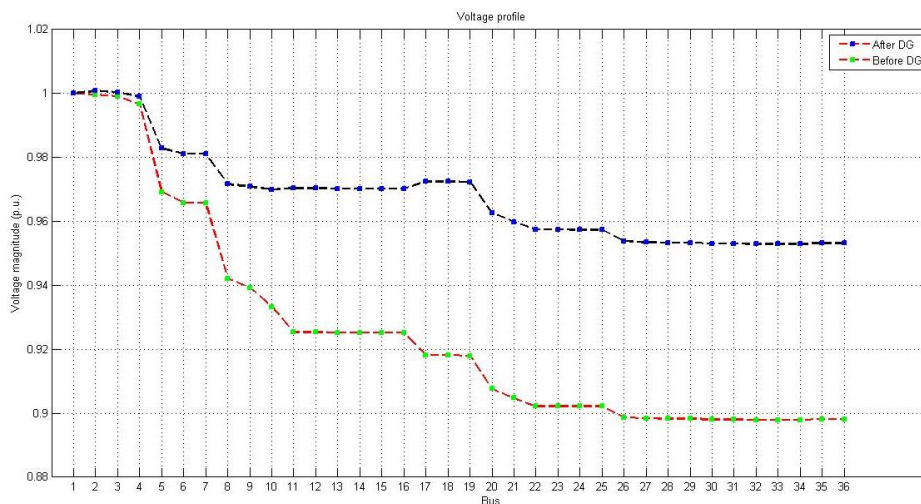
Studi kasus 3 merupakan sistem uji sistem distribusi standar 85-bus. Profil tegangan sistem 85-bus tanpa DG dan dengan penambahan DG seperti pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 Profil Tegangan Sistem 85-bus

4. Studi Kasus 4

Studi kasus 4 ini digunakan sebagai implementasi sistem distribusi riil. Data yang diambil dari PT.PLN Unit Penyedia Pelayanan Pelanggan (UP3) di Gardu Induk Bantul. Hasil perbaikan profil tegangan seperti pada **Gambar 4.5** berikut



Gambar 4.5 Profil Tegangan sistem riil

Hasil dari pengujian studi kasus didapatkan hasil seperti pada tabel 4.1. Fungsi tujuan yang digunakan salah satunya adalah perkembangan beban bus untuk 20 tahun mendatang.

Tabel 4.1 Hasil pengujian sistem IEEE standar

Parameter yang diukur	33 Bus	69 Bus	85 Bus
Faktor Daya	1	1	1
Bus Optimal	6	61	8
Kapasitas DG (kWp)	2554.23 kwp	1898.65 kwp	13760.87 kwp

Tabel 4.1 (Lanjutan)

Δ Rugi Daya	0.05 kW	1.4 kW	0.6 kW
V_{min} P.U dengan DG	0.986	0.989	0.97
V_{min} P.U tanpa DG	0.968	0.965	0.88
V_{max} P.U dengan DG	1	1	1.01
<i>Load Line Index</i> (LLI)	39-bus	83-bus	95-bus

5. KESIMPULAN

1. Dari pengujian sistem 33-bus didapatkan kapasitas DG yang optimal sebesar 2554.23 kwp dengan lokasi pada bus 6. Pada pengujian sistem 69-bus didapatkan kapasitas DG yang optimal sebesar 1898.65 kwp dengan lokasi pada bus 61. Pada pengujian sistem 85-bus didapatkan kapasitas DG yang optimal sebesar 13760.87 kwp dengan lokasi pada bus 8. Pada pengujian sistem riil pada penyulang 5 Gardu Induk bantul didapatkan kapasitas DG yang optimal sebesar 3110.63 dengan lokasi bus 17.
2. Penambahan DG pada sistem 33-bus dapat menaikkan profi tegangan dari tegangan minimal 0.968 p.u menjadi 0.986 p.u. Penambahan DG pada sistem 69-bus dapat menaikkan dari Tegangan minimal 0.965 p.u menjadi 0.989 p.u. Pada Sistem 85-bus dapat menaikkan profil tegangan setelah penambahan DG dari tegangan minimal 0.88 p.u menjadi 0.97 p.u. Pada pengujian penyulang 5 Gardu Induk Bantul setelah penambahan DG dapat menaikkan profil tegangan dari 0.92 p.u menjadi 0.97 p.u.

DAFTAR RUJUKAN

Rujukan Buku:

- [1] Santosa, B dan Willy,P. (2011). *Metoda Metaheuristik konsep dan implementasi*. Surabaya : Guna Widya
- [2] Purnomo D H. 2014. *Cara Mudah Belajar Metode Optimisasi Metaheuristik Menggunakan Matlab*. Yogyakarta : Gava Media.

Rujukan Jurnal:

- [3]M. R. Ali, “Optimasi Penempatan Dan Kapasitas Distributed Generation Dengan Metode Flower Pollination Algorithm,” 2015.
- [4] S. Shaddiq, “diajukan oleh Syahril Shaddiq 15/389300/PTK/10420 Kepada,” 2017.
- [5] S. Mirjalili, “The ant lion optimizer,” *Adv. Eng. Softw.*, vol. 83, pp. 80–98, 2015..
- [6] R. Syahputra, I. Robandi, and M. Ashari, “Performance improvement of radial distribution network with distributed generation integration using extended Particle Swarm Optimization algorithm,” *Int. Rev. Electr. Eng.*, vol. 10, no. 2, pp. 293–304, 2015.

- [7] R. Syahputra, R. O. Wiyagi, S. Suropto, and I. Soesanti, "Optimization of distribution network configuration using evolutionary algorithm approach," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 12, no. 16, pp. 6192–6200, 2017..
- [8] Y. Vega, "Distributed Generation & Hosting Capacity Need for stochastic analysis," 2012.
- [9] O. Sumantri *et al.*, "Guide for Renewable Energy Power Plant Interconnection to PLN Distribution System," no. 0357, p. 72, 2014.
- [10] D. B. Santoso, S. Sarijaya, and F. P. Sakti, "Optimal Sizing and Placement of Wind-Based Distributed Generation to Minimize Losses Using Flower Pollination Algorithm," *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 3, no. 2, p. 167, 2018.
- [11] S. P. Santosa, Dian Budi; Sardjiya, Hadi, "Algoritma Aliran Daya dengan Metode Backward/Forward Sweep pada Sistem Distribusi Radial," *ISBN 2085-6350*, pp. 78–82, 2017.
- [12] D. B. Santoso and U. S. Karawang, "Optimisasi Penempatan dan Kapasitas Wind-based Distributed Generation 2SWLPLVDVL 3HQHPSDWDQ GDQ . DSDVLWDV Wind-based Distributed Generation XQWXN 0LQLPLVDVL Losses 0HQJXQDNDQ 0HWRGH Flower Pollination Algorithm," no. July 2017, 2018.

Rujukan Prosiding:

- [13] P. D. P. Reddy, V. C. V. Reddy, and T. G. Manohar, "Ant Lion optimization algorithm for optimal sizing of renewable energy resources for loss reduction in distribution systems," *J. Electr. Syst. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 3, pp. 663–680, 2017.
- [14] M. J. Hadidian-moghaddam, S. Arabi-nowdeh, M. Bigdeli, and D. Azizian, "A multi-objective optimal sizing and siting of distributed generation using ant lion optimization technique," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 9, no. 4, pp. 2101–2109, 2018.
- [15] M. C. V. Suresh and E. J. Belwin, "Optimal DG placement for benefit maximization in distribution networks by using Dragonfly algorithm," *Renewables Wind. Water, Sol.*, vol. 5, no. 1, 2018.
- [16] O. Herbadji, L. Slimani, and T. Bouktir, "Optimal power flow with four conflicting objective functions using multiobjective ant lion algorithm: A case study of the algerian electrical network," *Iran. J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 15, no. 1, pp. 94–113, 2019.
- [17] S. Mina Mirbagheri, D. Falabretti, V. Ilea, and M. Merlo, "Hosting Capacity Analysis: A Review and a New Evaluation Method in Case of Parameters Uncertainty and Multi-Generator," *Proc. - 2018 IEEE Int. Conf. Environ. Electr. Eng. 2018 IEEE Ind. Commer. Power Syst. Eur. IEEEIC/ CPS Eur. 2018*, pp. 1–6, 2018.
- [18] M. M. Begovic, I. Kim, D. Novosel, J. R. Aguero, and A. Rohatgi, "Integration of photovoltaic distributed generation in the power distribution grid," *Proc. Annu. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci.*, pp. 1977–1986, 2012.
- [19] M. Karimi, H. Mokhlis, K. Naidu, S. Uddin, and A. H. A. Bakar, "Photovoltaic penetration issues and impacts in distribution network - A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 53, pp. 594–605, 2016.
- [20] S. Mehta and M. M. Nischal, "Ant Lion Optimization for Optimum Power Nomenclature :," vol. 3, no. X, pp. 1–6, 2015.
- [21] P. D. P. Reddy, V. C. V. Reddy, and T. G. Manohar, "Application of flower pollination algorithm for optimal placement and sizing of distributed generation in Distribution systems," *J. Electr. Syst. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 14–22, 2016.

Rujukan Sumber Online :

- [22] Mirjalili, Seyedali. 2015. *Ant Lion Optimization (ALO) Algorithm source code*. Diakses Dari www.alimirjalili.com/ALO.html pada tanggal 04 Juni 2019 pukul 10.56 wib

- [23] Kendziorski,Zozmann, & Kunz. 2018. National Generation Capacity. Diakses dari https://data.open-power-system-data.org/national_generation_capacity/2019-02-22 pada hari Kamis, 06 Juni 2019 pukul 15.38 WIB
- [24]University of quensland. Data *photovoltaic* Gaton *Power plant*. <http://solar.uq.edu.au/user/reportPower.php> diakses tanggal 10 juli 2019 pukul 22.00
- [25] Ant Lion Optimizer. https://en.wikiversity.org/wiki/Ant_lion_optimizer. Diakses 08 Agustus 2019 pukul 07.30 WIB
- [26]Suhail. 2013. *Load Flow of Radial Distribution System*. <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/40376-load-flow-of-radial-distribution-system>. Diakses 16 Agustus 2019 pukul 14.10 WIB
- [27]Kanta, G Mani. 2018. *Line data IEEE for radial distribution system*. Diakses dari <https://www.researchgate.net/search.Search.html?type=researcher&query=85%20bus%20data> diakses pada tanggal 17 Agustus 2019 pukul 16.20 WIB