



Optimasi Penempatan Dan Kapasitas Multi DG Pada Sistem Dstribusi Dengan Metode *Flower Pollination Algorithm* (FPA)

Yoga Alif Augusta, Wahyudi Budi Pramono
Prodi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta Indonesia
Email : 14524073@students.uii.ac.id



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Abstrak

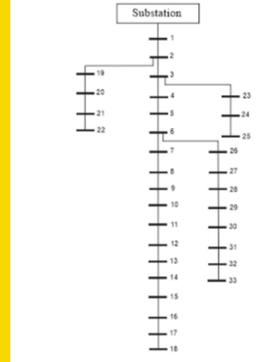
Pemasangan *Distributed Generation* (DG) adalah salah satu solusi untuk memperbaiki atau meningkatkan kualitas sistem distribusi listrik. Penelitian ini mencoba menemukan solusi terbaik pemasangan multi DG pada siste distribusi terkait posisi dan kapasitas DG menggunakan metode optimasi *Flower Pollination Algorithm* (FPA) untuk mengurangi rugi-rugi daya serta meningkatkan profil tegangan. Metode FPA adalah metode optimasi dengan meniru fenomena penyerbukan (polinasi) bunga di alam, tentu saja bunga yang terpolinasi merupakan bunga dengan penampilan terbaik. Model penelitian yang digunakan adalah sistem distribusi radial IEEE 33 bus. Dari penelitian optimasi penempatan serta kapasitas multi DG didapatkan rugi-rugi daya pada sistem turun sebesar 132,5092 kW dan profil tegangan naik dari nilai terendahnya 0,9134 pu menjadi 0,9729 pu untuk penempatan DG pada bus ke-14,24, dan 30 dengan kapasitas berurutan 759 kW, 1.071 kW dan 1.099 kW. Dari hasil optimasi dapat disimpulkan pemasangan multi DG mampu menurunkan *losses* dan meningkatkan profil tegangan pada sistem distribusi radial IEEE 33 bus.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang berbanding lurus dengan konsumsi daya listrik, menyebabkan jaringan listrik khususnya sistem distribusi mengalami **penurunan kualitas**. Salah satu penyelesaian dalam masalah penurunan kualitas pada jaringan kelistrikan adalah dengan pemasangan *Distributed Generation* (DG). Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi penempatan dan kapasitas multi DG untuk mengurangi rugi-rugi daya aktif serta meningkatkan profil tegangan pada sistem. Penelitian akan dilakukan dengan model sistem distribusi 33 bus dengan standar IEEE dan **menggunakan metode *Flower Pollination Algorithm* (FPA)**. FPA merupakan metode optimasi sistem yang terinspirasi oleh proses penyerbukan pada bunga yang disebabkan oleh *pollinator* di alam. Metode FPA digunakan karena telah diteliti pada penelitian sebelumnya, bahwa lebih efisien dibandingkan dengan metode yang sering digunakan pada proses optimasi seperti metode *Genetic Algorithm* (GA) dan *Particle Swarm Optimization* (PSO) [1].

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Distribusi IEEE 33 Bus



GAMBAR 1. SISTEM DISTRIBUSI RADIAL IEEE 33 BUS

Model sistem distribusi yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem distribusi IEEE 33 bus dengan tegangan kerja 12,66 kV, total beban 3,715 MW, dan 2,3 MVAR [2]. Diagram garis tunggal untuk rangkaian sistem distribusi IEEE 33 bus dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam Gambar 1 dapat dilihat bus utama terletak pada bus 1, setelahnya dicabang pada bus 2, 3, dan 6 [3].

B. Distributed Generation (DG)

DG merupakan pembangkit listrik dengan kapasitas pembangkitan berskala kecil, dan ditempatkan dekat dengan sumber beban [4]. Menurut *Institute of Electrical and Electronics Engineering* (IEEE), DG didefinisikan sebagai pembangkit energi listrik yang berkapasitas tidak lebih tinggi dari pembangkit listrik pusat pada sistem tenaga listrik, sehingga dimungkinkan untuk DG dapat ditempatkan hampir di semua sistem tenaga listrik. Jenis dan kapasitas DG mulai dari Mikro sampai Besar memiliki kapasitas antara 1 W sampai 300 MW [5].

Tabel 1. Jenis DG Berdasarkan Kapasitas

Jenis DG	Kapasitas DG
Mikro	1 Watt – 5 kW
Kecil	5 kW – 5 MW
Sedang	5 MW – 50 MW
Besar	50 MW – 300 MW

C. Flower Pollination Algorithm (FPA)

Metode optimasi FPA merupakan metode dengan konsep penyerbukan (polinasi) pada bunga. Inti dari proses penyerbukan bunga adalah bagaimana serbuk sari jatuh ke kepala putik. Jatuhnya serbuk sari ke kepala putik tentu dengan berbagai alasan seperti tertiuip angin, terbawa oleh serangga bahkan burung. Subjek yang membantu proses penyerbukan, disebut *Pollinator*. Pada metode ini tentu saja bunga yang terpilih untuk dihindangi *pollinator* merupakan bunga dengan penampilan terbaik, atas dasar tersebut metode FPA dijalankan [6]. Beberapa istilah dalam metode optimasi FPA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Istilah dalam Metode FPA

Istilah	Metode FPA
Fenomena Penyerbukan	Pemasalahan Optimasi
Populasi Bunga	Data Bus dan Saluran
Tingkat Kecocokan Bunga	Fungsi Objektif DG
Usaha Penyerbukan	Iterasi
Kemungkinan Terjadinya	Probability Switch
Polinasi Global atau Lokal	
Banyaknya Solusi yang ingin Didapatkan	Dimensi

3. METODE

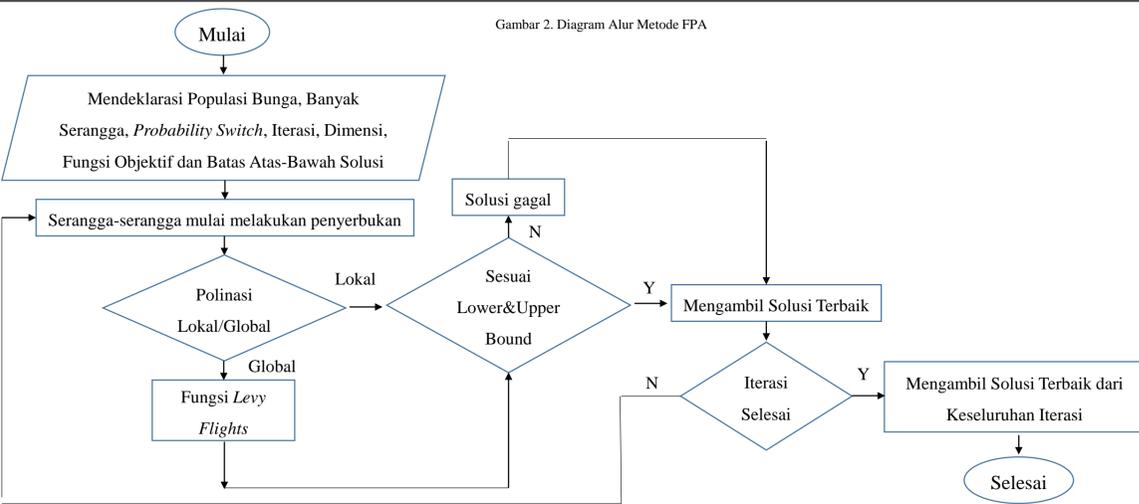
Penelitian ini menggunakan multi DG dengan jumlah kapasitas tidak lebih dari 5 MW. Jenis DG yang digunakan adalah DG yang mengalirkan daya aktif (P). Profil tegangan yang dikehendaki setelah pemasangan multi DG adalah 0,95 pu – 1,05 pu. Data beban serta data saluran pada sistem distribusi IEEE 33 bus dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Data Beban Sistem IEEE 33 Bus

Bus	P (kW)	Q (kVAR)	Bus	P (kW)	Q (kVAR)
1	0	0	18	90	40
2	100	60	19	90	40
3	90	40	20	90	40
4	120	80	21	90	40
5	60	30	22	90	40
6	60	20	23	90	50
7	200	100	24	420	200
8	200	100	25	420	200
9	60	20	26	60	25
10	60	20	27	60	25
11	45	30	28	60	20
12	60	35	29	120	70
13	60	35	30	200	600
14	120	80	31	150	70
15	60	10	32	210	100
16	60	20	33	60	40
17	60	20			

Tabel 4. Data Saluran Sistem IEEE 33 Bus

Dari bus ke bus	R(Ω)	X(Ω)	Dari bus ke bus	R(Ω)	X(Ω)
0 – 1	0	0	17 – 18	0,732	0,574
1 – 2	0,0922	0,047	2 – 19	0,164	0,1565
2 – 3	0,493	0,2511	19 – 20	1,5042	1,3554
3 – 4	0,366	0,1864	20 – 21	0,4095	0,4784
4 – 5	0,3811	0,1941	21 – 22	0,7089	0,9373
5 – 6	0,819	0,707	23 – 23	0,4512	0,3083
6 – 7	0,1872	0,6188	23 – 24	0,898	0,7091
7 – 8	0,7114	0,2351	24 – 25	0,896	0,7011
8 – 9	1,03	0,74	26 – 26	0,203	0,1034
9 – 10	1,044	0,74	26 – 27	0,2842	0,1447
10 – 11	0,1966	0,065	27 – 28	1,059	0,9337
11 – 12	0,3744	0,1238	28 – 29	0,8042	0,7006
12 – 13	1,468	1,155	29 – 30	0,5075	0,2585
13 – 14	0,5416	0,7129	30 – 31	0,9744	0,963
14 – 15	0,591	0,526	31 – 32	0,3105	0,3619
15 – 16	0,7463	0,545	32 – 33	0,341	0,5302
16 – 17	1,289	1,721			



Gambar 2. Diagram Alur Metode FPA

4. HASIL DAN ANALISA

Metode Optimasi FPA dijalankan untuk menemukan posisi bus dimana multi DG akan dipasang serta kapasitas masing-masing DG. Optimasi FPA dijalankan sebanyak 5000 kali untuk mencapai nilai konvergen, hasil iterasi metode optimasi FPA dapat dilihat pada Tabel 5.

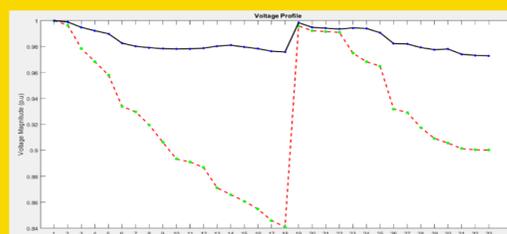
Tabel 5. Hasil Iterasi Metode Optimasi FPA

Iterasi ke-	No. Bus	Kapasitas DG (kW)
500	24 29 12	917,3225 1032,0773 865,5638
1000	24 30 14	992,7769 1128,1994 770,6284
1500	24 24 30	742,3753 1067,9138 1119,096
2000	30 14 24	1100,213 759,6622 1070,814
2500	14 24 30	759,111 1071,0551 1099,896
3000	14 24 30	759,1174 1071,1379 1099,944
3500	14 24 30	759,0822 1071,1112 1099,929
4000	14 24 30	759,085 1071,1164 1099,931
4500	14 24 30	759,0855 1071,1179 1099,931
5000	14 24 30	759,0857 1071,1179 1099,913

Dari hasil Optimasi FPA didapatkan posisi bus terbaik adalah pada bus 14,24 dan 30 dengan kapasitas DG berurutan 759 kW, 1.071 kW dan 1.099 kW. Dari hasil pemasangan DG sesuai hasil optimasi FPA didapatkan selisih rugi-rugi daya pada Tabel 6, sedangkan profil tegangan sebelum dan setelah pemasangan multi DG dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 6. Selisih Daya Aktif Sebelum dan Setelah Pemasangan Multi DG

	Metode FPA	
	Sebelum Pemasangan DG	Setelah Pemasangan DG
Ploss Total (kW)	201,8925	69,3833
Profil Tegangan (pu)	0,9134	0,9729



Gambar 3. Profil Tegangan Sistem IEEE 33 Bus Sebelum (Garis putus-putus) dan Setelah (Garis Lurus) Pemasangan Multi DG

5. CONCLUSION

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa optimasi penempatan dan kapasitas DG dengan menggunakan Metode FPA pada sistem radial IEEE 33 bus terbukti dapat menurunkan rugi-rugi daya aktif sebesar 132,5092 kW serta meningkatkan profil tegangan pada sistem dari nilai terendahnya 0,9134 pu menjadi 0,9729 pu. Penempatan DG yang optimal terletak pada bus 14, dengan kapasitas 759,0857 kW, bus 24 dengan kapasitas 1.071,1179 kW, dan bus 30 dengan kapasitas 1.099,9134 kW

6. reference

X. Yang, "Flower Pollination Algorithm for Global Optimization," *Unconv. Comput. Nat. Comput. 11th Int. Conf.*, hal. 240–249, 2012.
D. B. Prakash dan C. Lakshminarayana, "Multiple DG Placements in Distribution System for Power Loss Reduction Using PSO Algorithm," *Procedia Technol.*, vol. 25, no. Raerest, hal. 785–792, 2016.
B. V. Reddy, "Sizing of DG Units Using Exact Loss Formula to Improve Efficiency of Radial Distribution System," vol. 10, 2014.
H. G. Pinilla dan C. A. Forero, "Modeling of Distributed Generators in 13 Nodes IEEE Test Feeder," vol. 4, no. 2, 2016.
E. P. Santosa, O. Penangsang, dan N. K. Ariani, "Optimasi Penentuan Lokasi Kapasitor dan Distributed Generation (DG) Dengan Rekonfigurasi Jaringan Untuk Meningkatkan Keluaran Daya Aktif DG Pada Sistem Distribusi Radial Menggunakan Genetic Algorithm (GA)," vol. 5, no. 2, 2016.
M. R. Djalal, Y. Yunus, dan A. Imran, "Flower Pollination Algorithm Pada Pengendalian Kecepatan Motor Induksi," vol. 15, no. 1, 2017.