

OPTIMASI INTERKONEKSI *DISTRIBUTED GENERATION* (DG) PENYULANG PAYOGAN MENGGUNAKAN METODE *GENETIC ALGORITHMS* (GA) UNTUK MEMPERBAIKI DROP TEGANGAN

I Kadek Adiasa¹, Ngakan Putu Satriya Utama², I Nyoman Setiawan³

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana.

Email: ikadekadiasa95@gmail.com¹, ngakansatriya@ee.unud.ac.id², setiawan@unud.ac.id³

Abstrak

Distributed Generation (DG) merupakan pembangkit listrik skala kecil yang umumnya terhubung langsung dengan jaringan distribusi dan dekat dengan pusat beban. Penyulang Payogan merupakan salah satu penyulang yang dekat dengan potensi DG yaitu berupa Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) sungai Ayung yang berada di Wilayah Ubud. Penelitian ini tentang optimasi interkoneksi *Distributed Generation* ke penyulang Payogan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh interkoneksi *Distributed Generation* pada jaringan distribusi tenaga listrik dan untuk memperbaiki drop tegangan penyulang Payogan menggunakan *load flow analysis*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil sebelum pemasangan *Distributed Generation* drop tegangan pada bus 109 sebesar 1,80 V, bus 111 sebesar 1,49 V, bus 113 sebesar 2,56 V dan bus 115 sebesar 2,40 V. Setelah PLTMH dioptimasi menggunakan metode *Genetic Algorithms* diperoleh hasil pada Bus 107. Dengan kapasitas PLTMH sebesar 2,34 MW berhasil memperbaiki tegangan penyulang Payogan sebesar 0,05%, sehingga drop tegangan pada bus 109 menjadi 1,76 V, bus 111 menjadi 1,45 V, bus 113 menjadi 2,49 V dan bus 115 menjadi 2,35 V.

Kata Kunci: Drop Tegangan, Load Flow Analysis, Genetic Algorithms

1. PENDAHULUAN

Konsumsi energi listrik akan terus meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi dan pertumbuhan penduduk. Hal tersebut merupakan penyebab masalah penyediaan energi listrik dimasa yang akan datang.

Distributed Generation (DG) merupakan pembangkit listrik dengan kapasitas kecil yang biasanya terletak dekat dengan beban pada sistem distribusi tenaga listrik [1]. Salah satu upaya untuk memperbaiki drop tegangan pada jaringan distribusi yaitu dengan interkoneksi DG pada sistem distribusi tenaga listrik.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah pembangkit listrik skala kecil

yang menggunakan energi air sebagai penggeraknya [2]. Potensi untuk dibangun PLTMH di Bali cukup banyak salah satunya adalah sungai Ayung. Dari data Rencana Usaha Penyedia Tenaga Listrik (RUPTL) tahun 2016 - 2025 menyatakan potensi sungai Ayung sebesar 2,34 MW [3]. Salah satu penyulang yang berada paling dekat dengan sungai Ayung adalah penyulang Payogan.

Penyulang Payogan merupakan penyulang yang disuplai oleh GI Payangan, berada di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Distribusi Area Bali Timur. Penyulang Payogan mencangkup pelanggan yang berada di wilayah Ubud barat, dengan

panjang 56,038 kms dan pelanggan listrik yang tercatat sebanyak 13.506 pelanggan.

Dalam menentukan optimasi PLTMH sudah banyak dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode GA dapat menurunkan rugi-rugi daya secara signifikan dengan cara menentukan penempatan DG yang tepat dan juga untuk menentukan jalur-jalur pair optimal pada jaringan *Ad Hoc* [4].

Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh interkoneksi *Distributed Generation* pada jaringan distribusi tenaga listrik dan untuk memperbaiki drop tegangan penyulang Payogan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik adalah subsistem yang menyalurkan energi listrik dari sumber energi listrik besar sampai ke konsumen. Berdasarkan besarnya tegangan yang didistribusikan dapat dibagi menjadi 2 yaitu : [5].

- a. Sistem distribusi primer atau sering disebut jaringan distribusi tegangan menengah terletak diantara gardu induk dengan gardu pembagi.
- b. Sistem distribusi sekunder adalah jaringan yang difungsikan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu-gardu pembagi atau gardu distribusi ke pusat-pusat beban.

2.2 *Distributed Generation* (DG)

DG yaitu pembangkit skala kecil atau menengah antara 1 kW sampai dengan 10 MW [6]. DG difungsikan untuk mengantisipasi bila terjadi pemutusan dari suplai daya dan sebagai unit yang dipasang pada jam-jam beban puncak. [7] DG memiliki karakteristik yaitu berskala kecil, terdistribusi, dekat dengan pusat beban, terinterkoneksi dengan sistem distribusi, membatasi pembangunan jaringan transmisi dan memiliki aliran daya satu arah [8].

2.3 Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan yaitu selisih antara tegangan yang dikirim dan tegangan yang diterima. Jatuh tegangan terjadi pada jaringan, baik pada pelanggan maupun pada perusahaan listrik. Rumus jatuh tegangan pada saluran yaitu [9]:

$$\Delta v = I(R \cos \varphi + X \sin \varphi) \dots \dots \dots (1)$$

Dengan,

- Δv adalah Jatuh Tegangan (V)
- I adalah Arus Beban (A)
- R adalah Resistansi Saluran (Ω)
- X adalah Reaktansi Saluran (Ω)
- $\cos \varphi$ adalah Faktor Daya
- $\sin \varphi$ adalah Faktor Reaktif

2.4 Kuantitas Per Unit

Kuantitas per unit adalah metode perbandingan kuantitas terhadap nilai dasar yang dinyatakan dalam desimal. Perbandingan tersebut 100 kali nilai dalam per unit. Metode perhitungan tersebut lebih sederhana dari pada menggunakan langsung nilai ampere, ohm, dan volt yang sebenarnya.

2.5 *Genetic Algorithms* (GA)

Genetik Algoritma adalah teori mengenai evolusi alamiah untuk mencari solusi dan pemecahan masalah. Cara yang digunakan yaitu dengan menggabungkan secara acak berbagai pilihan solusi terbaik didalam suatu kumpulan untuk mendapatkan solusi terbaik [10].

3. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. PLN (Persero) Distribusi Bali Area Bali Timur dengan tujuan memperoleh data - data penunjang seperti *single line diagram*, panjang saluran, data beban penyulang Payogan. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan :

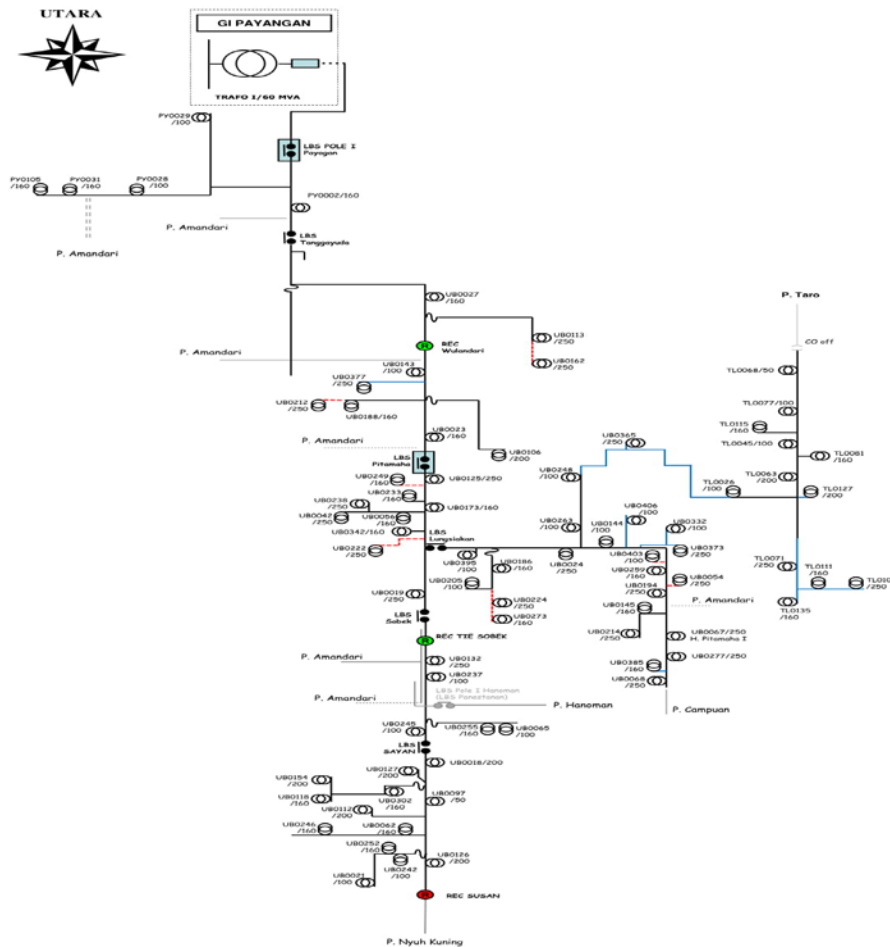
1. Mempersiapkan data panjang saluran, data beban penyulang Payogan dan data pembangkit yang direncanakan.
2. Membuat pemodelan pada *software*.

3. Melakukan simulasi aliran daya sebelum penyulang Payogan terhubung PLTMH.
4. Optimisasi menggunakan metode *Genetic Algorithm*, adapun langkah – langkahnya adalah :
 - a. Pengkodean gen dan kromosom.
 - b. Inisialisasi populasi
 - c. Membangkitkan kromosom
 - d. Evaluasi *fitness*
 - e. Pembentukan kromosom baru
 - Proses seleksi
 - *Roulette Wheel*
 - *Crossover*
 - Mutasi
 - Ganti Generasi
5. Membandingkan pengaruh PLTMH pada jaringan distribusi sebelum dan setelah penyulang Payogan terhubung PLTMH.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Penyulang Payogan

Penyulang Payogan adalah salah satu penyulang yang bersumber dari Gardu Induk Payangan. Gardu Induk Payangan merupakan salah satu gardu induk yang dimiliki sistem kelistrikan Bali. Jaringan distribusi 20 kV, jenis penghantar yang digunakan berbeda-beda sesuai dengan jenis saluran seperti : AAC untuk SUTM, MVTIC untuk SKUTM, dan NA2XSEY untuk SKTM. Penyulang Payogan memiliki panjang jaringan 56,038 kms dengan 77 Trafo dan pelanggan listrik yang tercatat sebanyak 13.506 pelanggan. *Single line diagram* penyulang Payogan dapat dilihat pada gambar 1 [11].



Gambar 1 *single line diagram* Penyulang Payogan

4.2 Analisis Sebelum Penyulang Payogan Terhubung PLTMH

Tabel 1 merupakan data Resistansi dan Reaktansi saluran penyulang Payogan.

Tabel 1 Data Resistansi dan Reaktansi Saluran Penyulang Payogan

From Bus	To Bus	R (Ω)	X (Ω)
Bus 2	Bus 3	0.0031	0.0037
Bus 3	Bus 4	0.0104	0.0138
Bus 4	Bus 5	0.0053	0.0075
Bus 5	Bus 6	0.0101	0.0143
...
Bus 195	Bus 196	19.587	7756.51

Perlu dilakukan konversi dari satuan ohm (Ω) ke dalam satuan p.u untuk mempermudah kalkulasi atau proses perhitungan dalam menganalisis sebuah sistem jaringan listrik. MVA base yang akan digunakan adalah 100 MVA yang bertujuan untuk mempermudah konversi ke dalam satuan per-unit. Hasil perhitungan R dan X dalam satuan p.u dapat dilihat pada Tabel 2 :

Tabel 2 Hasil Perhitungan R dan X Dalam Satuan p.u penyulang Payogan

From Bus	To Bus	R (p.u)	X (p.u)
Bus 1	Bus 2	0.00180044	0.04267038
Bus 2	Bus 3	0.00076683	0.00093279
Bus 3	Bus 4	0.00260246	0.00345230
Bus 4	Bus 5	0.00133087	0.00188696
Bus 5	Bus 6	0.00252696	0.00358284
....
Bus 195	Bus 196	4.89678500	19.39127250

Hasil analisis aliran daya sebelum penyulang Payogan terhubung dengan PLTMH dapat dilihat pada Tabel 3:

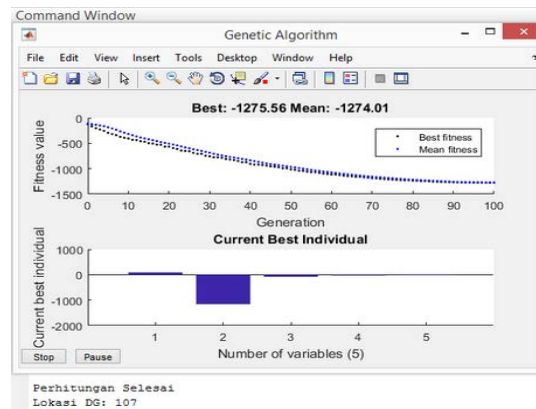
Tabel 3 Hasil Analisis Aliran Daya Penyulang Payogan Sebelum Terhubung PLTMH

Nominnal Tegangan				Drop Tegangan	
No	Bus	Tipe	Volt	Volt	%
1	Bus 109	load	380	1,80	0,47
2	Bus 111	load	380	1,49	0,39
3	Bus 113	load	380	2,56	0,67
4	Bus 115	load	380	2,40	0,63

Dari Tabel 3 dapat diketahui sebelum penyulang Payogan terhubung PLTMH drop tegangan pada bus 109 sebesar 1,80 V, bus 111 sebesar 1,49 V, bus 113 sebesar 2,56 V dan bus 115 sebesar 2,40 V. Jika dihitung dalam persentase dari tegangan nominalnya pada bus 109 menjadi 0,47 %, bus 111 menjadi 0,39 %, bus 133 menjadi 0,67 % dan bus 115 menjadi 0,63 %.

4.3 Optimasi PLTMH Pada Penyulang Payogan Menggunakan Metode GA

Setelah semua siklus dijalankan dan populasi terbaik didapat maka didapat lokasi bus yang akan dihubungkan PLTMH dengan nilai drop tegangan terendah. Gambar 2 merupakan hasil setelah semua siklus dijalankan dan didapat populasi terbaik.



Gambar 2 Hasil Optimasi PLTMH Menggunakan Metode Genetic Algorithms (GA)

4.4 Analisis Setelah Penyulang Payogan Terhubung PLTMH

Hasil analisis aliran daya menggunakan *load flow* setelah penyulang Payogan terhubung PLTMH dapat dilihat pada Tabel 4 :

Tabel 4 Hasil Analisis Aliran Daya Penyulang Payogan Setelah Terhubung PLTMH

No	Nominnal Tegangan			Drop Tegangan	
	Bus	Tipe	Volt	Volt	%
1	Bus 109	load	380	1,76	0,46
2	Bus 111	load	380	1.45	0,38
3	Bus 113	load	380	2,49	0,65
4	Bus 115	load	380	2,35	0,61

Dari tabel 4 dapat diketahui setelah penyulang Payogan terhubung PLTMH drop tegangan pada bus 109 menjadi 1,76 V, bus 111 menjadi 1,45 V, bus 113 menjadi 2,49 V dan bus 115 menjadi 2,35 V. Jika dihitung dalam persentase dari tegangan nominalnya drop tegangan pada bus 109 menjadi 0,46 %, bus 111 menjadi 0,38 %, bus 133 menjadi 0,65 % dan bus 115 menjadi 0,61%.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa simpulan:

1. Sebelum Terhubung PLTMH drop tegangan penyulang Payogan pada bus 109 sebesar 1,80 V, bus 111 sebesar 1,49 V, bus 113 sebesar 2,56 V dan bus 115 sebesar 2,40 V.
2. Lokasi terbaik optimasi PLTMH pada penyulang Payogan setelah dilakukan optimasi menggunakan *Genetic Algorithms* (GA) diperoleh pada titik bus 107.
3. Setelah penyulang Payogan terhubung PLTMH dengan kapasitas sebesar 2,34 MW berhasil memperbaiki tegangan penyulang Payogan sebesar 0,05%, sehingga drop tegangan pada bus 109 menjadi 1,76 V, bus 111 menjadi 1,45 V,

bus 113 menjadi 2,49 V dan bus 115 menjadi 2,35 V.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. P. Satriya Utama, R. S. Hartati, W. G. Ariastina, dan I. B. A. Swamardika, "A Placement and Sizing of Distributed Generation Based on Combines Sensitivity Factor and Particle Swarm Optimization: A Case Study in Bali's Power Transmission Networks," *Int. J. Eng. Emerg. Technol.*, vol. 2, no. 2. Des 2017.
- [2] V. Dwiyanto, D. Indriana, S. Togiono, "Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Study Kasus : Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai)" Teknik Sipil Universitas Lampung, Vol.4, No.3.Sept 2016.
- [3] Rencana Usaha Penyedia Tenaga Listrik (RUPTL) PT Perusahaan Listrik Negara (PERSERO) 2016 – 2015.
- [4] Gunantara, N., & Dharma, A. *Optimal Path Pair Routes Through Multi-Criteria Weight In Ad Hoc Network Using Genetic Algorithm*. International Journal Of Communication Network And Information Security (IJCNIS), Vol. 9, No. 1, 2017.
- [5] D. Suswanto, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik" Padang : Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Juli 2009
- [6] R. P. Putra, O. Penangsang, A. Soeprijanto, "Analisa Penempatan Distributed Generation Pada Jaringan Distribusi 20 kV" Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi(ITS)Vol. 1, No. 1. Sept 2012.
- [7] A. B. Muljono, I Md. A. Nrartha, "Analisis Pengaruh Unit Pembangkit Tersebar Terhadap Stabilitas Dinamis Sistem Tenaga" Universitas Mataram. Jurnal Teknologi Elektro Vol. 8,No.1. Juni 2009.
- [8] R. F. Margeritha, R. S. Hartati, dan N. P. Satriya Utama, "Analisis Penyambungan Distributed Generation Guna

- Meminimalkan Rugi-Rugi Daya Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO),” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 3. Des 2017
- [9] Fitrizawati, Suharyono, M. Isnaeni, “Pengaruh Pemasangan Distributed Generator Terhadap Profil Tegangan Pada Jaringan Distribusi” *Teknik Elektro dan Teknologi Informatika*, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Vol. 13, No. 1. April 2012.
- [10] M. Zainuddin, H. Suyono, H. S. Dachlan, “Optimasi Injeksi *Photovoltaic Distributed Generations* (PVDG) Menggunakan Metode Algoritma Genetika” *Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo. Jurnal EECIS Vol 8, No 2. Juli 2017.*
- [11] PT. PLN (Persero) Distribusi Area Bali Timur “*Single line* penyulang Payogan”