

OPTIMASI PENEMPATAN DISTRIBUTED GENERATOR TERHADAP PERBAIKAN *PROFILE* TEGANGAN PADA PENYULANG ABANG MENGGUNAKAN METODE *QUANTUM GENETIC ALGORITHM (QGA)*

Dewa Gede Satria Bayu Putra¹, Antonius Ibi Weking², Widyadi Setiawan³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Email : satriabayu480@yahoo.co.id¹, tony@unud.ac.id², widyadi@unud.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi penempatan Distributed Generator (DG) untuk memperbaiki profile tegangan pada Penyulang Abang. Persentase jatuh tegangan yang diterima pada ujung beban menurut PLN maksimal 10% di bawah tegangan nominal sebuah penyulang. Penelitian ini menggunakan aplikasi MATLAB dengan metode Quantum Genetic Algorithm (QGA). Metode QGA adalah evolusi dari metode Genetic Algorithm yang digabungkan dengan perhitungan quantum. Metode QGA ini digabungkan dengan teori Newton Raphson. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah penempatan DG di beberapa bus pada penyulang abang dan perbaikan profile tegangan yang sebelumnya tidak sesuai dengan standar (di bawah 18 kV atau 0,9 p.u) menjadi lebih baik (20 kV atau 1 p.u dan tidak lebih dari 21 kV atau 1,05 p.u) dan sudah memenuhi standar yang telah ditentukan.

Kata Kunci : Distributed Generator, Quantum Genetic Algorithm, Profile tegangan

Abstract

This research aims to optimize the Distributed Generator (DG) placement to improve the voltage magnitude on the Abang Feeder. The percentage of voltage drop received at the end of the load according to PLN is a maximum of 10% below the nominal voltage of a feeder. This study uses the MATLAB application with the Quantum Genetic Algorithm (QGA) method. The QGA method is an evolution of the Genetic Algorithm method which is combined with quantum calculations. This QGA method is combined with Newton Raphson's theory. The results obtained from this study are the placement of DGs in several buses on the broiler feeder and the improvement of the voltage magnitude that was previously not in accordance with standards (below 18 kV or 0,9 p.u) to be better (20 kV or 1 p.u and not more than 21 kV or 1,05 p.u) and has met the predetermined standards.

Keywords: Distributed Generator, Quantum Genetic Algorithm, Voltage Magnitude

1. PENDAHULUAN

Jaringan distribusi adalah proses penyaluran tenaga listrik dari gardu induk sampai kepada pekangan. Tipe konfigurasi jaringan distribusi ada beberapa jenis, yang paling sering digunakan adalah konfigurasi tipe radial. Konfigurasi tipe radial memiliki jarak tertentu tergantung pada jarak konsumen yang dilayani. Semakin jauh jarak konsumen dari sumber listrik maka semakin besar jatuh tegangan yang terjadi.

Jatuh tegangan adalah besarnya tegangan yang hilang kepada suatu penghantar. Jatuh tegangan pada saluran listrik sevara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar,

selain itu jatuh tegangan juga disebabkan karena terjadinya penyerapan daya aktif dan reaktif oleh beban induktif. Terjadinya jatuh tegangan menyebabkan penurunan nilai profile tegangan sehingga konsumen mendapatkan listrik dengan kualitas yang kurang baik. Standar nilai jatuh tegangan yang diijinkan PLN adalah profile tegangan yang diterima konsumen maksimal 10% dibawah tegangan nominal suatu penyulang [1].

DG adalah pembangkit listrik berskala kecil yang dipasang pada bus–bus pada suatu penyulang. DG dipasang untuk menginjeksi tegangan sehingga akan terjadi perbaikan pada profile tegangan yang memiliki nilai kurang baik.

Penelitian yang mengenai penempatan DG telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan menggunakan metode yang berbeda-beda. Penelitian [2] dilakukan pemasangan DG menggunakan *Software* ETAP pada sistem distribusi 12,5 kV standar IEEE 18 bus, hasil yang didapat adalah berupa data teganga, arus dan rugi-rugi daya. Pada penelitian [3] membahas mengenai bagaimana DG dapat mempengaruhi faktor daya pada jaringan yang telah ada dan gangguan apa saja yang terjadi sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan terhadap gangguan tersebut. Penelitian menggunakan Genetic Algorithm (GA) juga dilakukan pada jaringan ad hoc untuk mencari panjang lintasan optimal [4]. Penelitian [5] melakukan pemasangan DG menggunakan metode QGA, dimana hasil yang didapat pada penelitian ini adalah berupa perbaikan yang terjadi pada profile tegangan dan penurunan losses.

Berdasarkan pada beberapa penelitian sebelumnya, maka dpada penelitian ini akan membahas optimasi penempatan DG pada penyulang abang untuk memperbaiki profile tegangan. Penyulang abang dipilih sebagai tempat penelitian karena pada penyulang tersebut memiliki penurunan profile tegangan yang sangat signifikan, sehingga harus dilakukan pemasangan DG untuk memperbaiki profile tegangan tersebut.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Distribusi

Konsumen tenaga listrik mendapatkan pasokan energi listrik dari pembangkit listrik melalui sebuah sistem jaringan distribusi tenaga listrik.

Pada dasarnya sistem distribusi dibagi atas dua jenis yaitu berdasarkan besarnya tegangan dan berdasarkan konfigurasinya. Berdasarkan besarnya sistem distribusi terbagi lagi menjadi dua yaitu sistem distribusi primer dan sekunder, kemudian berdasarkan konfigurasinya sistem distribusi terbagi atas tiga jenis yaitu konfigurasi radial, konfigurasi loop dan konfigurasi spindel [6].

2.2 Newton Raphson

Newton Raphson adalah metode perhitungan arus listrik pada suatu sistem jaringan listrik yang sudah sering digunakan. Metode perhitungan tersebut biasanya digunakan untuk menghitung tegangan yang terdapat pada masing-masing bus pada suatu sistem jaringan listrik [5].

Metode *Newton Raphson* memiliki waktu lebih cepat mencapai nilai konvergen

dalam menyelesaikan studi aliran daya. Setiap iterasinya diperlukan waktu yang lebih lama namun memiliki proses iterasi yang lebih sedikit. Karena jumlah iterasi lebih sedikit maka proses penyelesaian studi aliran daya memerlukan waktu yang relatif lebih singkat [7].

2.3 Jatuh Tegangan

Sistem tenaga listrik memiliki dua jenis yaitu beban yang bersifat resistif dan bersifat induktif. Generator menghasilkan daya aktif dan daya reaktif yang kemudian akan diserap oleh beban pada sistem tenaga listrik tersebut. Kemudian terjadi proses penyerapan daya reaktif oleh beban induktif sehingga akan timbul jatuh tegangan [8].

$$Vs^2 = (Vr + \Delta Vp)^2 + (\Delta Vq)^2 \quad (1)$$

$$\Delta Vp = IR \cos \Theta + IX \sin \Theta \quad (2)$$

$$\Delta Vq = IX \cos \Theta - IR \sin \Theta \quad (3)$$

Sehingga persamaan tegangan di sisi pengirim (Vs) menjadi [8]:

$$Vs^2 = (Vr + IR \cos \Theta + IX \sin \Theta)^2 + (IX \cos \Theta - IR \sin \Theta)^2 \quad (4)$$

Karena nilai $\Delta Vq = IX \cos \Theta - IR \sin \Theta$ sangat kecil, maka nilai tersebut dapat diabaikan sehingga persamaan Vs^2 menjadi [8]:

$$Vs^2 = (Vr + \Delta Vp)^2 \quad (5)$$

$$\Delta Vp = IR \cos \Theta + IX \sin \Theta \quad (6)$$

$$\Delta Vp = R \frac{P}{Vr} + X \frac{Q}{Vr} \quad (7)$$

Keterangan :

I adalah Arus Saluran

Vs adalah tegangan di sisi pengirim

Vr adalah tegangan di sisi penerima

ΔVp adalah Jatuh tegangan

R adalah Resistansi saluran

X adalah Reaktansi saluran

P adalah Daya aktif yang dikirim ke beban

Q adalah Daya reaktif yang dikirim ke beban

2.3 Distributed Generator (DG)

DG adalah sebuah pembangkit listrik berskala rendah yang memiliki kapasitas sebesar 15 kW sampai dengan 10 MW. Generator ini biasanya dipasang pada busbar jaringan distribusi, dimana fungsinya untuk memperbaiki jatuh tegangan atau untuk memperbaiki rugi rugi daya pada jaringan distribusi. DG yang paling sering digunakan terbagi atas beberapa macam yaitu PLTS, PLTMH, PLTB.

Menurut fungsinya, DG memiliki dua fungsi yaitu digunakan pada saat jam-jam beban puncak dan juga digunakan sebagai suplai daya listrik cadangan apabila terjadi trip pada suplai utama [9].

Dibandingkan dengan pusat pembangkit konvensional, DG menghasilkan energi listrik yang jauh lebih kecil sehingga dapat digunakan pada waktu tertentu setiap harinya disaat terjadinya beban puncak [10].

2.4 Quantum Genetic Algorithm (QGA)

Evolusi biologi alami adalah prinsip yang digunakan dalam metode optimasi pada QGA dimana didalamnya terdapat algoritma evolusioner.

Untuk menghasilkan solusi dengan perkiraan yang baik maka digunakanlah sistem operasi seleksi alam oleh algoritma evolusioner yang akan bekerja pada sebuah populasi. Setelah proses seleksi alam kan menghasilkan serangkaian perkiraan baru yang disebut *fitness*

Teori dasar yang digunakan dalam metode QGA adalah teori kuantum bit dan superposisi dari kuantum mekanik. Kuantum bit atau kubit berfungsi untuk menyimpan informasi terkecil dalam bentuk dua bilangan. Status kubit ada pada posisi 1 atau 0 atau superposisi dari keduanya [5].

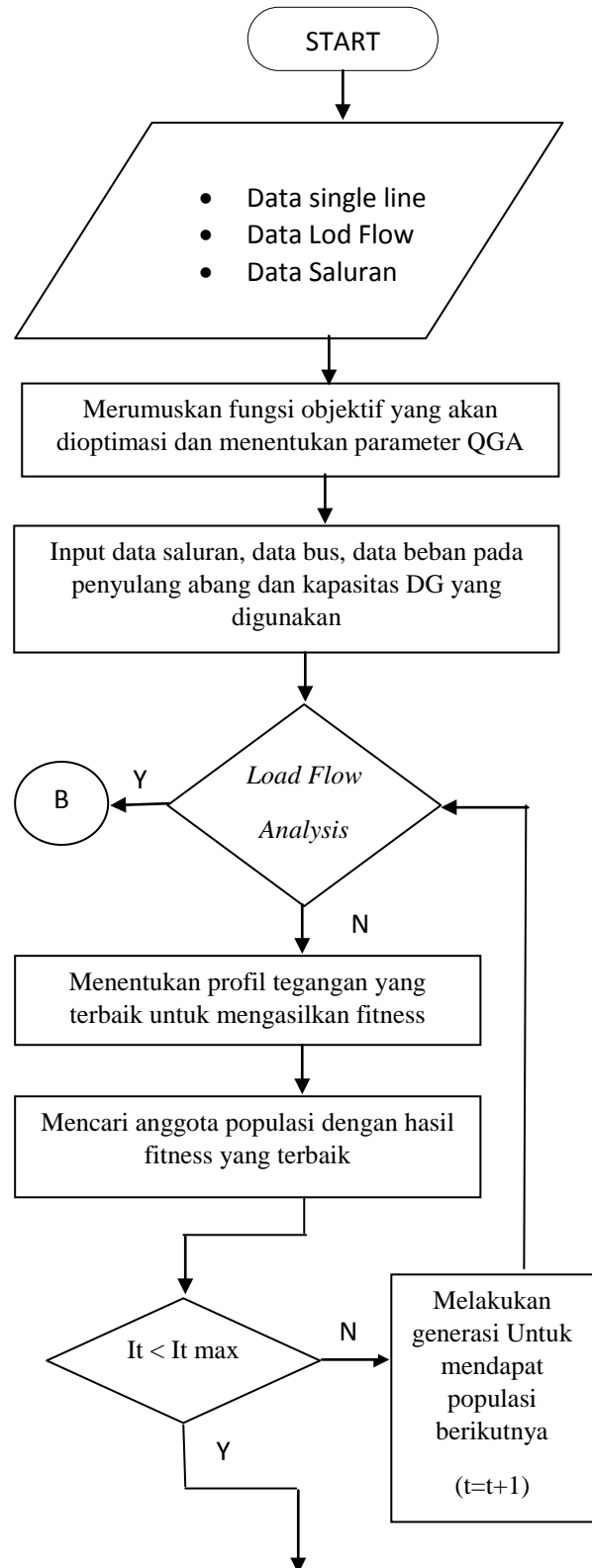
3. METODE PENELITIAN

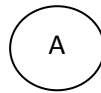
Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2016 bertempat di PT. PLN (persero) area Bali timur.

Data yang terdapat pada penelitian ini didapat dari PT. PLN (persero) area Bali timur. Jenis data yang diperoleh adalah data single line diagram pada penyulang abang, data load flow penyulang abang, data bus penyulang abang dan data saluran penyulang abang.

Setelah data diperoleh kemudian data tersebut akan diolah sesuai dengan tahapan yang sudah disusun. Pertama dari data load flow yang diperoleh dapat kita lihat berapa nilai jatuh tegangan yang terdapat pada penyulang abang, kemudian data load flow data bus dan data saluran penyulang abang kita input ke dalam program QGA, setelah itu kita tentukan berapa nilai kapasitas DG yang akan kita pakai, berikutnya program kita running, setelah running program selesai kita akan dapatkan berapa kapasitas dan jumlah DG yang terpasang dan lokasi pemasangannya, setelah hasil didapat kita akan bandingkan jatuh tegangan sebelum dan sesudah pemasangan DG. Pada

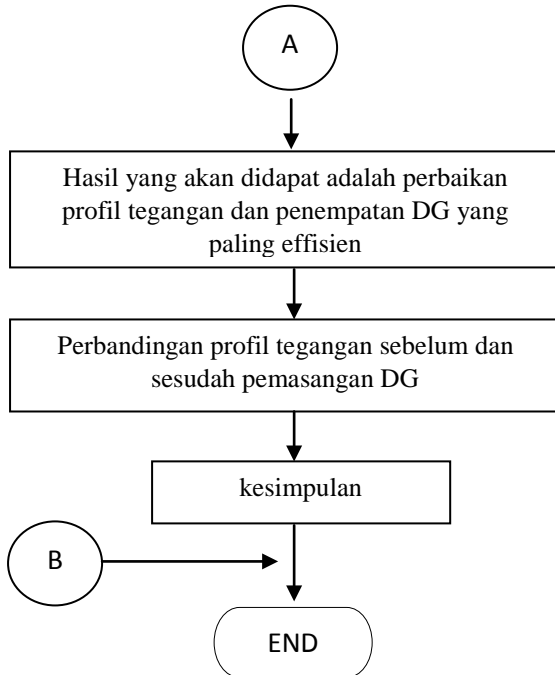
Gambar 1 dapat di lihat alur analisis yang digunakan pada penelitian ini





Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

...Lanjutan Gambar 1



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Penyulang Abang

Pada wilayah timur pulau Bali terdapat salah satu penyulang yang disebut dengan penyulang Abang, dimana penyulang tersebut berada di kabupaten karangasem dan termasuk cakupan wilayah PT. PLN (persero) wilayah bali timur.

Panjang dari penyulang abang sendiri adalah 207,946 Km, memiliki 431 busbar dan menggunakan tipe konfigurasi radial.

Karena penyulang abang memiliki jarak yang lumayan panjang maka kemungkinan terjadi jatuh tegangan sangatlah besar. Berdasarkan data yang di dapat jatuh tegangan terbesar terdapat pada bus 401, 403, 421, 426 dan 431 dimana besar jatuh tegangan pada bus tersebut adalah sebesar 0,83 p.u atau 16,6 kV. Nilai jatuh tegangan tersebut sudah melebihi dari batas yang sudah ditetapkan PLN berdasarkan SPLN 72: 1987.

Jatuh tegangan yang tidak memenuhi standarisasi tersebut akan diperbaiki dengan

cara pemasangan DG dengan menggunakan metode Quantum Genetic Algorithm.

4.2 Posisi dan Kapasitas DG yang Terpasang pada Penyulang Abang

Pada Gambar 2 menunjukkan hasil simulasi pemasangan DG dengan metode Quantum Genetic Algorithm.

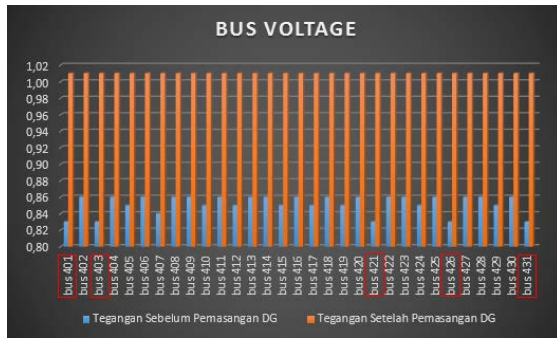
Bus No	Bus code	Voltage		---Load---		-----Generator---		
		Mag.	Degree	MW	Mvar	MW	Mvar	Qmin
1	1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.374	-1.234	0.000
2	0	1.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	3.305	0.000
3	0	1.000	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0	1.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	2	1.000	0.001	0.000	0.000	1.894	-3.747	0.000
6	0	1.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	2	1.000	-0.001	0.000	0.000	1.988	-37.577	0.000
8	0	1.000	-0.006	0.017	0.011	0.000	0.000	0.000
...
299	0	1.010	-0.596	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
300	0	1.010	-0.606	0.023	0.014	0.000	0.000	0.000
301	0	1.010	-0.597	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
302	0	1.010	-0.597	0.000	0.000	0.500	0.734	0.000
303	0	1.010	-0.597	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
304	0	1.010	-0.614	0.063	0.039	0.000	0.000	0.000
305	0	1.010	-0.597	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
306	0	1.010	-0.597	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
307	0	1.010	-0.597	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Gambar 2. Hasil Simulasi Program

Dapat kita lihat DG terpasang sebanyak 4 buah yaitu pada bus 1, bus 5, bus 7 dan bus 302 dengan kapasitas masing-masing adalah 0,374 MW, 1,894 MW 1,988 MW dan 0,500 MW. Jadi total kapasitas DG yang terpasang adalah 4,756 MW.

4.3 Perbandingan Profile Tegangan

Setelah dilakukan simulasi maka hasil yang di dapat berupa perbandingan profile tegangan sebelum dan sesudah pemasangan DG pada bus yang memiliki nilai profile tegangan yang buruk atau nilai jatuh tegangan yang tinggi yang akan di tampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Profile Tegangan

Dapat dilihat hasil perbandingan pada bus 401, 403, 421, 426 dan 431 sebelum pemasangan DG menunjukkan nilai 0,83 p.u atau 16,6 kv dan setelah pemasangan DG profile tegangan berubah menjadi 1,01 p.u atau 20,2 kv.

Nilai perubahan profile tegangan tersebut sudah diperbaiki dan sudah memenuhi standar yang sudah ditentukan oleh PLN berdasarkan SPLN 72: 1987.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari penelitian optimasi pemasangan DG menggunakan metode QGA untuk memperbaiki profile tegangan pada penyulang abang dapat kita simpulkan.

- Terdapat 4 buah DG yang terpasang
- DG terpasang pada bus 1, bus 5, bus 7 dan bus 302
- Kapasitas DG yang terpasang pada bus 1, bus 5, bus 7 dan bus 302 adalah 0,374 MW, 1,894 MW, 1,988 MW dan 0,500 MW sehingga total kapasitas DG yang terpasang pada penyulang abang adalah 4,756 MW

Berdasarkan letak pemasangan DG dan kapasitas DG yang dipasang dengan menggunakan metode QGA dapat kita lihat terjadi perbaikan pada profile tegangan dimana pada bus yang memiliki profile tegangan yang kurang baik atau dibawah standar diperbaiki sehingga memiliki nilai yang baik atau sudah sesuai dengan standard.

5.2 Saran

Metode QGA bisa menjadi salah satu program yang baik untuk digunakan dalam keperluan optimasi, namun saran penulis metode QGA ini harus lebih dikembangkan lagi agar bisa menjadi lebih sempurna dan dapat lebih maksimal dalam membantu kinerja PLN.

REFERENSI

- [1] PT. PLN (persero). 2010. *Kriteria Desain Enjiniring Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. Buku 1.
- [2] Prabowo, R. 2012. *Simulasi Aliran Daya Pemasangan Distributed Generation Pada Sistem Distribusi 12,5 Kv Standar IEEE 18 Bus Dengan Menggunakan Software Etap Power Station 4.0.0*. Surakarta: Jurnal. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah.
- [3] Putra, R.P. 2012. Analisa Penempatan Distributed Generation pada Jaringan Distribusi 20kV. Surabaya: Jurnal Teknik ITS Volume 1, No 1. Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [4] Gunantara, N., & Dharma, A. 2017 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.
- [5] Aryani, N.K. 2011. *Optimal Placement and Sizing of Distributed Generation using Quantum Genetic Algorithm for Reducing Losses and Improving Voltage Profile*. Surabaya: Jurnal. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Institut Teknologi Sepuluh November.
- [6] Suswanto, D. 2009. "Diktat Kuliah: Sistem Distribusi Tenaga Listrik". Padang. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- [7] Usman. *Studi Penempatan Distribution Generation*. Makassar : Mahasiswa Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Elektro Universitas Hassanudin.
- [8] Winardi, B. 2015. *Analisa Perbaikan Susut Teknis Dan Susut Tegangan Pada Penyulang KLS 06 Di GI Kalisari Dengan Menggunakan Software Etap 7.5.0*. Semarang : Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- [9] Sunanda, W. 2013. *Perbaikan Keandalan Sistem Melalui Pemasangan Distributed Generation*. Bangka Belitung: Jurnal Ilmiah Foristek Vol.3, No.2. Universitas Bangka Belitung.
- [10] Delfino, A.P. 2015. *Modeling of the Integration of Distributed Generation Into the Electrical System*, Proceedings of the 2002 IEEE Power Engineering Society Summer Meeting. Volume 1, pp. 170 - 175.