

SIMULASI PENEMPATAN *DISTRIBUTED GENERATION* (DG) DALAM UPAYA PENANGGULANGAN *LOSSES* PADA TRANSMISI TENAGA LISTRIK

Muh. Imran Bachtiar¹⁾, Andarini Asri²⁾, Kazman Riyadi²⁾
^{1,2,3)} Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This research aims to calculate the losses that occur in the Sulselrabar region's electrical power system, and to simulate the placement of Distributed Generation (DG) as an effort to improve the voltage profile which reduce the losses that occurs in the electrical power system in the Sulselrabar Region. The benefits of this research are as a reference for the development of research on losses with a more developed method and provide scientific contributions to related parties in an effort to improve network losses. The research method used Newton_Raphson power flow analysis by Matlab software. Losses before the distributed generation (DG) placement simulation was 41.022 MW and 12 buses whose voltage levels were below the standard value. After the DG placement simulation that carried out of 80 MW, the losses become 39,503 MW which means decrease to 8,935 MW and the voltage level of the 12 buses become improve.

Keywords: *Distributed Generation (DG), losses, voltage level, Newton_Raphson*

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya energi listrik yang dihasilkan oleh pusat-pusat pembangkit tenaga listrik letaknya jauh dari pusat-pusat beban. Energi listrik yang dihasilkan tersebut akan disalurkan ke pusat-pusat beban melalui jaringan transmisi dan distribusi. Jarak yang cukup jauh tersebut akan menyebabkan pengurangan daya, karena dalam pengiriman daya dari pembangkit sampai ke konsumen atau pelanggan terdapat rugi-rugi daya dan juga penurunan tegangan. Untuk mengatasinya, ada salah satu solusi yang cukup menjanjikan yakni dengan memasang *distributed generation (DG)* atau pembangkit terdistribusi yang memiliki kapasitas daya yang lebih kecil dari pembangkit utamanya.

Distributed Generation (DG) atau pembangkit terdistribusi merupakan gabungan dari pemanfaatan sumber energi fosil dan non fosil. DG menghasilkan daya listrik yang berbeda-beda, karena pembangkit ini disesuaikan dengan potensi yang ada di wilayah disekitarnya. Dekatnya pembangkit dengan pusat beban menyebabkan efisiensi pada distribusi, jaringan transmisi, biaya operasional dan sedikitnya *losses* yang terjadi. *Distributed Generation (DG)* adalah pembangkit listrik yang secara langsung dihubungkan dengan jaringan distribusi atau secara langsung terhubung dengan beban. DG ini tidak terpusat pada satu tempat saja seperti halnya *power plant-power plant* yang besar melainkan dapat didistribusikan sepanjang saluran distribusi sesuai dengan potensi yang dimiliki tiap daerah.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk untuk menghitung *losses* yang terjadi dan mengamati profil tegangan pada suatu sistem tenaga listrik yang dalam penelitian ini berfokus pada sistem ketenagalistrikan wilayah Sulselrabar dan memperbaiki profil tegangan pada bus saluran transmisi dan *losses* dengan cara melakukan simulasi penempatan *distributed generation (DG)*.

Adapun urgensi dari penelitian ini adalah sebagai sebagai bahan acuan untuk pengembangan penelitian tentang *losses* atau rugi-rugi daya dengan metode yang lebih dikembangkan dan dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih keilmuan kepada pihak terkait dalam upaya memperbaiki *losses* yang terjadi.

Dalam penelitian ini, mengambil sebagai referensi beberapa judul penelitian yang sudah ada sebelumnya. yakni ¹⁾“Analisa Penempatan Distributed Generation pada Jaringan Distribusi 20kV” yang dipublikasikan pada JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1 (Sept. 2012) ISSN: 2301-9271; ²⁾“Analisis Penyambungan *Distributed Generation* Guna Meminimalkan Rugi-Rugi Daya Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization (PSO)*” yang dipublikasikan Jurnal Teknik Elektro Universitas Udayana Vol. 16, No.03,September -Desember 2017; dan ³⁾ “Strategic Placement of Capacitor and DG for Voltage Improvement after Large Penetration of Renewable Energy Power Plant: An Indonesian Study” yang yang dipresentasikan pada 7th International Confrence on Renewable Energy Research and Applications, Paris, FRANCE, Oct.14-17 , 2018.

¹ Korespondensi penulis: Muh. Imran Bachtiar, Telp 085255018398, muh.imranb@poliupg.ac.id

2. METODE PENELITIAN

Strategi dalam penelitian ini ditempuh melalui beberapa tahapan, antara lain:

1. Review beberapa jurnal dan literatur yang berhubungan dengan topik yang diteliti untuk memperoleh gambaran awal.
2. Mengumpulkan data, berupa data Bus Sistem Kelistrikan Sulselrabar dan data impedansi sistem kelistrikan Sulselrabar
3. Menyiapkan software Matlab 2017b yang akan digunakan untuk pengolahan dan analisis data.
4. Melaksanakan Penelitian antara lain:
 - a. Mengamati *losses* yang terjadi berdasarkan data Transmisi Sistem Ketenagalistrikan Wilayah Sulawesi Selatan.
 - b. Mengamati profil tegangan pada bus-bus yang ada dan besar *losses* yang terjadi, kemudian melakukan simulasi penempatan *Distributed Generation* (DG).
5. Analisis Data.
 - a. Data Transmisi Sistem Ketenagalistrikan Wilayah Sulselrabar yang terdiri dari data bus dan data impedansi saluran transmisi.
 - b. Data tersebut diolah dalam bentuk simulasi pada software Matlab.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Tenaga Listrik Wilayah Sulselrabar digunakan sebagai objek studi kasus dalam simulasi penempatan *Distributed Generation* (DG) ini. Aliran daya Newton_Raphson kemudian digunakan untuk melihat kondisi awal sistem tenaga listrik menggunakan *software* Matlab. Berdasarkan hasil analisis aliran daya diperoleh *losses* sebesar 48,438 MW. Terdapat pula beberapa bus yang tidak stabil seperti diperlihatkan pada table 1 berikut ini:

Tabel 1. Bus-bus dengan profil tegangan di bawah standar

| No. | No. Bus | Nama Bus | Tegangan (pu) |
|-----|---------|----------------|---------------|
| 1 | 11 | Pangkep 150 | 0,924 |
| 2 | 13 | Tonasa | 0,946 |
| 3 | 14 | Bosowa | 0,919 |
| 4 | 15 | Kima | 0,924 |
| 5 | 16 | Tello 150 | 0,928 |
| 6 | 17 | Panakkukang | 0,925 |
| 7 | 23 | Barawaja | 0,947 |
| 8 | 24 | Tello lama 150 | 0,908 |
| 9 | 25 | Tello lama 70 | 0,831 |
| 10 | 26 | Bontoala | 0,793 |
| 11 | 28 | Tanjung bunga | 0,948 |
| 12 | 40 | LTuppa | 0,881 |

Dari analisis data yang telah diolah terlihat bahwa besarnya *losses* yang terjadi dikarenakan ada beberapa bus yang nilai tegangannya di bawah standar. Untuk itu langkah berikutnya adalah dengan melakukan simulasi penempatan *Distributed Generation* (DG). Bus yang dipilih untuk penempatan atau penambahan *Distributed Generation* (DG) adalah bus yang level tegangannya jauh dibawah standar yakni Bus Bontoala dengan nomor Bus 26. Bus yang ditambahkan nilainya bervariasi, yakni 40 MW, 60 MW dan 80 MW. Dari simulasi tersebut diperoleh *losses* berturut-turut sebesar 41,022 MW; 39,749 MW; dan 39,503 MW. Adapun hasil datanya dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 Simulasi Penempatan *Distributed Generation* (DG) pada Bus Bontoala

| No. Bus | Nama Bus | 40 MW | | 60 MW | | 80 MW | |
|---------|---------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | | Teg. (pu) | Losses (MW) | Teg. (pu) | Losses (MW) | Teg. (pu) | Losses (MW) |
| 1 | Bakaru | 1,026 | 41,022 | 1,026 | 39,749 | 1,026 | 39,503 |
| 2 | Polmas | 1,001 | | | | | |
| 3 | Majene | 0,977 | | | | | |
| 4 | Mamuju | 0,960 | | | | | |
| 5 | Pinrang | 0,993 | | | | | |
| 6 | Pare pare | 0,993 | | | | | |
| 7 | Suppa | 1,000 | | | | | |
| 8 | Sidrap | 0,997 | | | | | |
| 9 | PLTU Barru | 0,980 | | | | | |
| 10 | Barru | 0,961 | | | | | |
| 11 | Pangkep 150 | 0,931 | | | | | |
| 12 | Pangkep 70 | 0,967 | | | | | |
| 13 | Tonasa | 0,950 | | | | | |
| 14 | Bosowa | 0,927 | | | | | |
| 15 | Kima | 0,933 | | | | | |
| 16 | Tello 150 | 0,936 | | | | | |
| 17 | Panakukang | 0,933 | | | | | |
| 18 | Tello 70 | 1,000 | | | | | |
| 19 | Borongloe | 0,960 | | | | | |
| 20 | Mandai | 0,991 | | | | | |
| 21 | Daya | 0,995 | | | | | |
| 22 | Tello 30 | 0,953 | | | | | |
| 23 | Barawaja | 0,947 | | | | | |
| 24 | Tello Lama | 0,928 | | | | | |
| 25 | Tello Lama 70 | 0,914 | | | | | |
| 26 | Bontoala | 0,899 | | | | | |
| 27 | Sungguminasa | 0,960 | | | | | |
| 28 | Tanjung | 0,948 | | | | | |
| 29 | Tallasa | 0,980 | | | | | |
| 30 | Maros | 0,971 | | | | | |
| 31 | Pgaya | 0,980 | | | | | |
| 32 | Jeneponto | 0,971 | | | | | |
| 33 | Bulumba | 0,974 | | | | | |
| 34 | Sinjai | 0,987 | | | | | |
| 35 | Bone | 0,981 | | | | | |
| 36 | Soppeng | 1,000 | | | | | |
| 37 | Sengkang | 1,027 | | | | | |
| 38 | Makale | 1,020 | | | | | |
| 39 | Palopo | 0,993 | | | | | |
| 40 | LTupa | 0,974 | | | | | |
| 41 | PLTA Poso | 1,000 | | | | | |
| 42 | Pomana 150 | 1,000 | | | | | |
| 43 | Poso | 0,995 | | | | | |

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, terlihat bahwa diperoleh penurunan losses yang signifikan pada penempatan Distributed Generation (DG) sebesar 80 MW. Selain itu juga berdampak pada perbaikan profil tegangan pada bus-bus yang tadinya sangat drop atau di bawah standar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Perbandingan Losses dan Profil Tegangan sebelum dan setelah Simulasi penempatan *Distributed Generation (DG)*

| No. Bus | Nama Bus | Sebelum Penempatan DG | | Penambahan DG 80 MW | |
|---------|----------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | Tegangan (pu) | Losses (MW) | Tegangan (pu) | Losses (MW) |
| 1 | Bakaru | 1,026 | 48,438 | 1,026 | 39,503 |
| 2 | Polmas | 1,001 | | | |
| 3 | Majene | 0,977 | | | |
| 4 | Mamuju | 0,961 | | | |
| 5 | Pinrang | 0,993 | | | |
| 6 | Pare pare | 0,993 | | | |
| 7 | Suppa | 1,000 | | | |
| 8 | Sidrap | 0,997 | | | |
| 9 | PLTU Barru | 0,980 | | | |
| 10 | Barru | 0,958 | | | |
| 11 | Pangkep 150 | 0,924 | | | |
| 12 | Pangkep 70 | 0,962 | | | |
| 13 | Tonasa | 0,946 | | | |
| 14 | Bosowa | 0,919 | | | |
| 15 | Kima | 0,924 | | | |
| 16 | Tello 150 | 0,928 | | | |
| 17 | Panakukang | 0,925 | | | |
| 18 | Tello 70 | 1,000 | | | |
| 19 | Borongloe | 0,960 | | | |
| 20 | Mandai | 0,990 | | | |
| 21 | Daya | 0,995 | | | |
| 22 | Tello 30 | 0,953 | | | |
| 23 | Barawaja | 0,947 | | | |
| 24 | Tello Lama 150 | 0,908 | | | |
| 25 | Tello Lama 70 | 0,831 | | | |
| 26 | Bontoala | 0,793 | | | |
| 27 | Sungguminasa | 0,960 | | | |
| 28 | Tanjung Bunga | 0,948 | | | |
| 29 | Tallasa | 0,980 | | | |
| 30 | Maros | 0,970 | | | |
| 31 | Pgaya | 0,980 | | | |
| 32 | Jeneponto | 0,971 | | | |
| 33 | Bulumba | 0,975 | | | |
| 34 | Sinjai | 0,987 | | | |
| 35 | Bone | 0,981 | | | |
| 36 | Soppeng | 1,001 | | | |
| 37 | Sengkang | 1,027 | | | |
| 38 | Makale | 1,020 | | | |

| No. Bus | Nama Bus | Sebelum Penempatan DG | | Penambahan DG 80 MW | |
|---------|------------|-----------------------|-------------|---------------------|-------------|
| | | Tegangan (pu) | Losses (MW) | Tegangan (pu) | Losses (MW) |
| 39 | Palopo | 0,947 | | 1,003 | |
| 40 | LTupa | 0,881 | | 0,995 | |
| 41 | PLTA Poso | 1,000 | | 1,000 | |
| 42 | Pomana 150 | 1,000 | | 1,000 | |
| 43 | Poso | 0,995 | | 0,995 | |

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan yaitu dari hasil analisis aliran daya Newton_Raphson dengan menginput data awal diperoleh *losses* sebesar 48,438 MW dan terdapat pula 12 bus yang level tegangannya di bawah nilai standar. Dari hal ini kemudian dilakukan simulasi penempatan atau penambahan *distributed generation* (DG) pada bus yang level tegangannya sangat rendah yakni Bus Bontoala, simulasi dilakukan dengan percobaan penempatan DG sebanyak tiga kali dengan nilai bervariasi yakni 40 MW, 60 MW dan 80 MW. *Losses* terendah diperoleh dengan menambahkan *Distributed Generation* sebesar 80 MW, itu berarti terdapat penurunan *losses* 8,935 MW dan terjadi perbaikan level tegangan pada 12 bus yang awalnya tegangannya sangat drop.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cekdin Cekmas. "Sistem Tenaga Listrik Contoh Soal dan Penyelesaiannya Menggunakan MATLAB". Andi Publisher, 2007.
- [2] M. B. Nappu, "Locational Marginal Prices Scheme Considering Transmission Congestion and Network Losses," *Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering*, vol. 2, pp. 132-136, DOI: 10.13189/ujeee.2014.020307, 2014.
- [3] Manjang Salama, "Analysis of Power Losses of The 150 Kv Transmission Using Poynting Vector," IEEE Conference on Power Engineering and Renewable Energy. Bali-Indonesia, (2012).
- [4] Marsudi Djiteng. "Pembangkitan Energi Listrik". Erlangga, 2011
- [5] Muhammad Bachtiar Nappu, "Network Losses Reduction Due To New Hydro Power Plant Integration," in Int. Conf. on Information Tech., Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), Semarang, Indonesia, Oct 19-21st, 2016.
- [6] Muhammad Bachtiar Nappu, "Strategic Placement of Capacitor and DG for Voltage Improvement after Large Penetration of Renewable Energy Power Plant: An Indonesian Study," in International Conference on Renewable Energy Research and Applications, Paris, FRANCE, Oct.14-17, 2018.
- [7] Ontoseno Penangsang, "Analisa Penempatan Distributed Generation pada Jaringan Distribusi 20kV," *JURNAL TEKNIK ITS*, Vol. 1, No. 1, Sept. 2012.
- [8] Rosalind Fawnia Margeritha, "Analisis Penyambungan *Distributed Generation* Guna Meminimalkan Rugi-Rugi Daya Menggunakan Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO)," *Jurnal Teknik Elektro Unud*, Vol. 16, No.03, September -Desember 2017
- [9] Saadat Hadi, "Power System Analysis". Mc.Graw Hill, Singapore, 2004.
- [10] Stevenson William D., Jr "Analisis Sistem Tenaga Listrik". Erlangga, 1994.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak Politeknik Negeri Ujung Pandang (PNUP) karena atas pembiayaan oleh DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang sehingga akhirnya penelitian ini bisa terlaksana. Semoga kedepan penelitian-penelitian yang dihasilkan lebih berkualitas lagi dan lebih tepat guna untuk kemaslahatan bangsa dan negara.