

P-13

ANALISIS JATUH TEGANGAN PADA PENYULANG S-1 DI GARDU INDUK MANGGAR SARI BALIKPAPAN

ANALYSIS OF VOLTAGE DROP IN BALIKPAPAN'S S-1 FEEDING AT THE MANGGAR SARI BALIKPAPAN SUBSTATION

Idham Apriliyanto^{1*}, Restu Mukti Utomo², Adi Pandu Wirawan³, Arif Hardjanto⁴, Fatkhul Hani
Rumawan⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Mulawarman, Gn. Kelua, Samarinda

*E-mail: iidham642@gmail.com

Diterima 30-09-2023	Diperbaiki 06-10-2023	Disetujui 17-10-2023
---------------------	-----------------------	----------------------

ABSTRAK

Pada sistem distribusi yang belum maksimal dalam penyaluran ke beban disebabkan rugi-rugi tegangan pada sistem distribusi begitu besar. Bila tegangan tidak sesuai dengan standar PLN tahun 1995 dengan nominal tegangan maksimal +10% dan minimal -10%, pada umumnya terjadi disebabkan daya serta tegangan sebagian lenyap dalam perjalanan menuju konsumen, dimana dipengaruhi oleh antara lain panjangnya saluran distribusi, penempatan gardu ataupun trafo distribusi yang tidak maksimal terhadap beban, diameter penghantar yang tidak cocok dengan kapasitas beban sehingga menghasilkan panas pada saluran penghantar yang berdampak hilangnya daya serta tegangan pada jaringan. Jatuh tegangan juga berdampak pada pelanggan salah satunya performa peralatan listrik akan terpengaruh. Tujuan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat jatuh tegangan pada Penyulang S-1 Manggar Sari dan bagaimana cara mengatasinya apabila terdapat jatuh tegangan yang tidak sesuai dengan standar PLN. Penyulang Manggar Sari Satu (S-1) merupakan salah satu penyulang yang terpanjang pada Gardu Induk Manggar Sari. Analisis perhitungan jatuh tegangan menggunakan software yaitu Power Factory DIGSILENT dan metode penelitian ini adalah analisis aliran daya menggunakan Newton Raphson. Hasil analisis menggunakan Power Factory DIGSILENT 15.1 pada Penyulang Manggar Sari Satu (S-1) selama 30 hari pada bulan Juni 2023 dalam keadaan pembebanan maksimum, didapatkan jatuh tegangan yang tidak sesuai standar PLN dengan batas toleransi kurang lebih 10% dari tegangan nominal. Jatuh tegangan yang tidak sesuai terdapat 40 transformator distribusi dari 108 transformator distribusi. Pada penelitian ini perbaikan jatuh tegangan menggunakan mengubah tap changer pada transformator. Tap changer ini menambah 5% dari tegangan nominal. Tap changer dilakukan pada transformator daya dengan tujuan agar tegangan kirim sampai ke ujung sesuai atau mendekati tegangan nominal 20 kV.

Kata kunci: Sistem Tenaga Listrik, Analisis Aliran Daya, DIGSILENT, Jatuh Tegangan, Tap Changer.

ABSTRACT

In the distribution system that has not been maximized in distribution to the load due to the large voltage losses in the distribution system. If the voltage is not in accordance with the 1995 PLN standard with a maximum nominal voltage of +10% and a minimum of -10%, it generally occurs because the power and voltage are partially lost on the way to the consumer, which is influenced by, among others, the length of the distribution line, the placement of substations or distribution transformers which is not optimal for the load, the diameter of the conductor does not match the load capacity resulting in heat in the conductor line which results in a loss of power and voltage in the network. The voltage drop also has an impact on customers, one of which is the performance of electrical equipment which will be affected. The purpose of this study aims to find out whether there is a voltage drop in the S-1 Manggar Sari Feeder and how to overcome it if there is a voltage drop that is not in accordance with PLN standards. The Manggar Sari Satu (S-1) feeder is one of the longest feeders at the Manggar Sari Substation. Analysis of the calculation of the voltage drop using software that is Power Factory DIGSILENT and this research method is power

flow analysis using Newton Raphson. Analysis results using Power Factory DIgSILENT 15.1 on the Manggar Sari Satu Feeder (S-1) for 30 days in June 2023 under maximum loading conditions, a voltage drop was found that did not comply with PLN standards with a tolerance limit of approximately 10% of the nominal voltage. There are 40 distribution transformers out of 108 distribution transformers with inappropriate voltage drops. In this research, the voltage drop repair is done by changing tap changer on the transformer. This tap changer adds 5% of the nominal voltage. Tap changer carried out on the power transformer with the aim that the sending voltage to the end matches or approaches the nominal voltage of 20 kV.

Keywords: : *Electrical Power System, Power Flow Analysis, DIgSILENT, Voltage Drop, Tap Changer.*

PENDAHULUAN

PT. PLN (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berkomitmen menyediakan listrik untuk segala rakyat Indonesia. Bersamaan dengan bertambahnya jumlah penduduk serta diiringi dengan kemajuan teknologi dikala ini, kebutuhan pokok listrik pula terus menjadi bertambah, sehingga kebutuhan pokok listrik telah jadi kebutuhan pokok warga Indonesia. Listrik meliputi sistem pembangkitan, sistem transmisi, serta sistem distribusi. Sistem distribusi dibagi jadi 2 ialah distribusi tegangan menengah (Distribusi Primer) dengan tegangan 20 KV serta distribusi tegangan (Distribusi Sekunder) dengan tegangan 220/ 380 V [1]. Penyulang yang keluar dari GI (gardu induk) biasanya bertegangan 20 kV. Kemudian dipecah dan diarahkan ke ULP (Unit Layanan Pelanggan). Jarak pengiriman listrik yang jauh dari jaringan menyebabkan hilangnya tegangan dan arus (juga dikenal sebagai jatuh tegangan). Kualitas saluran dan layanan harus diperhatikan sehubungan dengan masalah ini sehingga kesalahan apa pun dapat segera diperbaiki. Pada sistem distribusi yang belum maksimal dalam penyaluran ke beban disebabkan rugi-rugi tegangan pada sistem distribusi begitu besar. [2]. Bila tegangan tidak sesuai dengan standar PLN tahun 2013 dengan nominal tegangan maksimal +10% dan minimal -10% [3], pada umumnya terjadi disebabkan daya serta tegangan sebagian lenyap dalam perjalanan menuju konsumen, dimana dipengaruhi oleh antara lain panjangnya saluran distribusi, penempatan gardu ataupun trafo distribusi yang tidak maksimal terhadap beban, diameter penghantar yang tidak cocok dengan kapasitas beban sehingga menghasilkan panas pada saluran penghantar yang berdampak hilangnya daya serta tegangan pada jaringan [4]. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis jatuh tegangan untuk mengetahui apakah penurunan tegangan yang telah sesuai dengan standar PLN atau tidak. Standar PLN yang digunakan memiliki

toleransi nilai tegangan maksimal +10% dan minimal -10% menurut standar PLN T6.001 Tahun 2013. Apabila nilai tegangan pada saluran distribusi memiliki nilai tegangan lebih rendah dari -10% atau lebih tinggi dari 10% maka yang dilakukan adalah koreksi jatuh tegangan

METODOLOGI

Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan simulasi dengan aplikasi *Power Factory DIgSILENT 15.1* [5]. Sebelum melakukan simulasi dilakukan terlebih dahulu yang pengumpulan data yang diperlukan seperti data kabel/saluran, data instrument dalam sistem distribusi seperti *single line diagram*, data beban penyulang, data panjang penyulang, dan data panjang penghantar. Metodologi peneliti untuk melaksanakan penelitian adalah:

1) Studi literatur

Studi literatur, bertujuan untuk memperkuat teori yang digunakan dalam penelitian. Studi literatur dapat diperoleh dengan membaca jurnal, buku, dan artikel. Dalam penelitian ini akan dilakukan pemahaman dan penguasaan teori mengenai analisis jatuh tegangan pada saluran distribusi 20 kV.

2) Metode Wawancara

Pengumpulan data dengan teknik ini dilakukan dengan mewawancarai secara langsung Bapak Novy Hidayat sebagai Supervisor Operasi PLN UP3 Balikpapan beserta staf operator distribusi. Hal ini dilakukan karena melihat bahwa terdapat kekurangan serta pertanyaan baru dari data yang diperoleh dari proses observasi. Metode ini dilakukan guna mengetahui kondisi asli yang terjadi di lapangan sehingga peneliti dapat dengan akurasi mengolah data serta mengetahui kesalahan-kesalahan yang terjadi.

Table with columns: No, TRP, GNT, SAL, AMB, and various numerical values for simulation results.

Table with columns: No, LMR, GNT, SAL, AMB, and various numerical values for simulation results.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Simulasi Jatuh Tegangan Pada Penghantar Atau Kabel

Mengetahui tegangan pada bus di setiap gardu distribusi untuk membandingkan tegangan kirim pada bus di satu gardu distribusi dengan tegangan penerima pada bus di gardu distribusi kedua, sehingga analisis tegangan jatuhkan pada konduktor. Oleh karena itu, nilai jatuh tegangan dapat dihitung sebagai tegangan dengan besaran kV, serta nilai jatuh tegangan jika dikonversikan dalam persentase (%). Tabel 2 menunjukkan hasil simulasi penurunan tegangan penghantar untuk Penyulang Manggar Sari Satu (S-1) pada kondisi pembebanan maksimum

Tabel 2. Hasil Simulasi Jatuh Tegangan pada Penghantar atau kabel

Table with columns: No, Gardu Distribusi, Bus, Tegangan Nominal, Tegangan Kirim, Tegangan Penerima, Tegangan Transmisi, Drop Voltage, and Batas Vb. It contains simulation data for various lines and bus configurations.

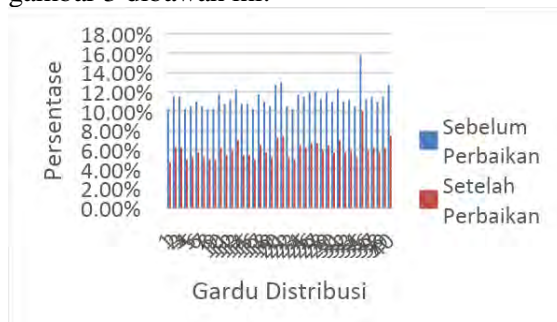
Dari Tabel 2 tidak didapatkan jatuh tegangan dan masih sesuai standar SPLN No.1 Tahun 1995 yaitu maksimal tegangan 10%. Jatuh tegangan yang paling besar terjadi pada penghantar atau kabel antara gardu distribusi MGR 1345 menuju gardu distribusi MGB 1943 sebesar 0.184 kV atau 0.920%, namun masih sesuai dengan standar PLN, hal ini dikarenakan kabel atau penghantar yang digunakan menggunakan luas penampang 150mm2, semakin besar luas penampang maka semakin kecil kemungkinan terjadinya jatuh tegangan pada penghantar atau kabel.

Hasil Simulasi Jatuh Tegangan Pada Transformator

Mengetahui tegangan pada bus di gardu distribusi untuk membandingkan tegangan transmisi dengan tegangan yang diterima pada bus di gardu distribusi sehingga dapat menganalisis penurunan tegangan pada transformator. Tegangan nominal pada tegangan pengirim akan disamakan dengan tegangan keluaran berdasarkan persentase tegangan pengirim untuk mendapatkan jatuh tegangan. Tabel 3 merupakan jatuh tegangan yang terjadi pada transformator pada saat penyulang Manggar Sari Satu (S-1) berbeban maksimal.

sebesar 0.063 kV atau 15.75% dari tegangan nominal 0.400 kV. Dengan tegangan kirim (Bus T-101) sebesar 18.024 kV atau 90.12% dari tegangan nominal 20 kV dan tegangan terima (Bus Td-101) sebesar 0.337 kV atau 84.251% dari tegangan nominal 0.400 kV. Setelah mengubah tap changer, jatuh tegangan pada gardu distribusi AMB 0455 sebesar 0.04 kV atau 10.00% dari tegangan nominal 0.400 kV. Dengan tegangan kirim (Bus T-101) sebesar 19.089 kV atau 95.445% dari tegangan nominal 20 kV dan tegangan kirim (bus Td-101) sebesar 0.360 atau 90.00% dari tegangan nominal 0.400 kV. Hal ini dikarenakan dengan menaikkan 5% dari tegangan nominal 20 kV pada sisi sekunder transformator daya (T1).

Perbandingan jatuh tegangan pada transformator distribusi yang mengalami jatuh tegangan dan tidak sesuai dengan standar PLN yaitu kurang lebih 10%. Menggunakan *tap changer* dengan menaikkan tegangan pada sisi sekunder pada transformator daya sebesar 5%, sehingga terjadi kenaikan tegangan. Misalnya pada transformator LMR 0325 yang sebelumnya tegangan yang terima sebesar 0.359 kV atau 89.75% menjadi 0.381 kV atau 95.25%. adapun perbandingan sebelum perbaikan dan setelah perbaikan jatuh tegangan pada transformator distribusi dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Perbandingan Sebelum dan Setelah Perbaikan Jatuh tegangan Menggunakan *Tap Changer*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, serta berdasarkan tujuan dari penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: 1. Berdasarkan hasil analisis menggunakan *Power Factory DIgSILENT 15.1* pada Penyulang Manggar Sari Satu (S-1) selama 30 hari pada bulan Juni 2023 dalam keadaan pembebanan maksimum, pada penghantar atau kabel mengalami jatuh tegangan namun masih sesuai standar PLN yaitu dengan batas toleransi kurang lebih 10% dari tegangan nominal. Hal ini dikarenakan luas penampang yang digunakan cukup besar dan jenis kabel

yang digunakan juga sudah sesuai dengan standar PLN. Sedangkan pada transformator distribusi didapatkan jatuh tegangan yang tidak sesuai standar PLN dengan batas toleransi kurang lebih 10% dari tegangan nominal. Dari total transformator distribusi yaitu berjumlah 108 transformator terdapat 40 transformator yang mengalami jatuh tegangan yang tidak sesuai standar PLN. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu tegangan kirim yang dikirimkan kurang dari tegangan nominal dan pembebanan pada transformator distribusi melebihi kapasitas transformator distribusi.

2. Pada penelitian ini perbaikan jatuh tegangan menggunakan dengan *mengubah tap changer* pada transformator. *Tap changer* ini menambah 5% dari tegangan nominal. *Tap changer* dilakukan pada transformator daya dengan tujuan agar tegangan kirim sampai ke ujung sesuai atau mendekati tegangan nominal 20 kV. Rata-rata setelah menggunakan *tap changer* yaitu pada penghantar atau kabel didapatkan rata-rata tegangan kirim sebesar 19.584 kV atau 97.92% dan rata-rata tegangan terima sebesar 19.570 kV atau 97.85%. sedangkan sebelum menggunakan *tap changer* pada penghantar atau kabel didapatkan rata-rata tegangan kirim sebesar 18.550 kV atau 92.75% dan rata-rata tegangan terima sebesar 18.535 kV atau 92.67%. Pada transformator distribusi rata-rata didapatkan tegangan kirim sebesar 19.562 kV atau 97.80% dari tegangan nominal yaitu 20 kV serta tegangan terima didapatkan sebesar 0.384 kV atau 96.10% dari tegangan nominal 0.400 kV, sebelumnya tegangan kirim sebesar 18.526 kV atau 92.63% dari tegangan nominal yaitu 20 kV serta tegangan terima didapatkan sebesar 0.364 atau 90.91% dari tegangan nominal 0.400 kV.

SARAN

Adapun saran untuk perusahaan maupun penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada perusahaan
 - a) Diharapkan dari hasil analisis jatuh tegangan ini dapat digunakan sebagai referensi maupun acuan bagi PT. PLN (Persero) UP3 Balikpapan atau Gardu Induk Manggar Sari dalam permasalahan jatuh tegangan dan bisa dijadikan pertimbangan untuk menggunakan software *Power Factory DIgSILENT 15.1* sebagian acuan untuk menjalankan simulasi sistem tenaga listrik.
2. Pada penelitian selanjutnya
 - a) Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dalam menganalisis jatuh tegangan

pada saluran tegangan menengah 20 kV ini bisa menjadi salah satu referensi yang mana dapat dikembangkan lagi seperti menggunakan software ETAP atau menggunakan software PSS/E (*Power System Simulation For Engineers*) yang nantinya dapat dibandingkan hasil analisis jatuh tegangan dengan hasil skripsi ini.

b) Setelah analisis jatuh tegangan pada saat beban puncak selanjutnya perlu dilakukan analisis jatuh tegangan saat pembebanan rata-rata dan minimum sehingga dapat membandingkan beban dalam keadaan puncak, rata-rata dan minimum.

c) Penelitian ini perlu diperluas untuk mengetahui nilai rugi-rugi daya pada Penyulang Manggar Sari Satu (S-1), karena penelitian ini hanya terfokus pada tegangan saja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. H. Mubarak Kholifah Yusuf, "Analisis Penanganan Jatuh Tegangan Pada Jaringan Distribusi 20 KV Menggunakan Electrical Transient Analysis Program (ETAP) 12.6," *הארץ*, vol. 2, no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.
- [2] N. R. Alham, R. M. Utomo, H. Hilmansyah, M. Muslimin, A. W. Aditya, and A. Mubarak, "Studi Tentang Perbaikan Jatuh Tegangan Di Tiang Ujung Jaringan Tegangan Rendah Pada Pt.Pln Up3 Area Samarinda," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 6, no. 2, pp. 212–216, 2022, doi: 10.36277/jteuniba.v6i2.140.
- [3] Standar Perusahaan Listrik Negara T6.001, "Tegangan - Tegangan Standar," *Standar Perusahaan. List. Negara T6.0012013*, vol. 1.1995, no. 391, p. 12, 2013.
- [4] T. Gonen, *Power Transmission System*. 2000.
- [5] G. I. Tarigan *et al.*, "Analisis Voltage Drop Dengan Memperbaiki Konduktor Menggunakan Software ETAP," vol. 30, no. April, pp. 469–476, 2022.

