

Optimasi Penempatan Gardu Distribusi Sisip CS3 Menggunakan Metode Buffering Gardu Pada Mapping Jaringan Pelanggan di PT PLN (Persero) UID Banten UP3 Cikupa

Prihatini Utami^{1*} and Badaruddin²

¹PT PLN (Persero) UP3 Cikupa, Tangerang

²Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta

*utami449@gmail.com

Abstrak— Permasalahan listrik yang sering dialami oleh pelanggan yang terletak di ujung jaringan yaitu tegangan yang diterima relatif lebih rendah. Jatuh tegangan mengakibatkan peralatan listrik milik pelanggan tidak dapat difungsikan dengan maksimal hingga menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik. Pada penelitian ini gardu yang mengalami jatuh tegangan adalah Gardu Distribusi CS3 yang melayani konsumen umum wilayah PT. PLN (Persero) UP3 Cikupa, tepatnya di Kp Solear Ds. Solear. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan pembangunan gardu sisip dengan menggunakan metode buffering sehingga dapat direncanakan lokasi yang tepat untuk pemasangan gardu sisip dan wilayah jangkauan gardu. Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode buffering didapatkan prosentase jatuh tegangan sebelum pemasangan gardu sisip sebesar 28.8% untuk fasa R, 30.9% untuk fasa S, 29.4% untuk fasa T. Setelah dilakukan pemasangan gardu sisip nilai jatuh tegangan menjadi 3.2% untuk fasa R, 1.8% untuk fasa S, dan 1.8% untuk fasa T.

Kata Kunci— Gardu distribusi, gardu sisip, jatuh tegangan, metode buffering.

DOI: 10.22441/jte.2020.v11i3.007

I. PENDAHULUAN

Pembangunan di bidang ketenagalistrikan menjadi prioritas utama pemerintah karena tenaga listrik merupakan kebutuhan primer yang harus dipenuhi. PT PLN sebagai perusahaan yang diberikan wewenang sebagai pengelola usaha ketenagalistrikan di Indonesia mulai dari pembangkit, transmisi dan distribusi sampai kepada penjualan dan pelayanan pelanggan (Dedi Kurniawan, 2017). Dalam sistem keandalan penyaluran tenaga listrik yang diperhatikan adalah kualitas tegangan yang baik dan stabil, karena meskipun kelangsungan suplai energi listrik dapat diandalkan, namun tetap akan terjadi jatuh tegangan. Faktor lain yang ikut mempengaruhi perubahan tegangan sistem adalah rugi daya yang disebabkan oleh adanya impedansi seri penghantar saluran, rugi daya ini menyebabkan jatuh tegangan (Septianissa Azzahra, Oktaria Handayani & Siti Auliya, 2019). Sedangkan tegangan ujung yang ditetapkan oleh PLN yaitu tegangan standar +5% dan -10% dari tegangan nominal (SPLN 1:1995).

Permasalahan listrik yang juga dirasakan masyarakat selain mati lampu, membengkaknya rekening listrik akibat dari kesalahan catat meter dan yang lainnya adalah jatuh tegangan. Jatuh tegangan sering terjadi pada pelanggan yang berada di ujung jaringan tegangan rendah. Dalam masalah penyaluran energi listrik tentu harus mengoptimalkan dan memastikan energi yang tersalur berjalan dengan baik dan handal untuk mengurangi kerugian yang dialami oleh PLN dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Namun dalam kenyataannya PLN masih dihadapkan dengan beberapa permasalahan akibat belum sempurnanya penyaluran energi listrik (Dedi Kurniawan, 2017).

Pada penelitian ini, penulis membahas masalah mengenai jatuh tegangan yang dialami gardu distribusi CS3. Gardu CS3 memiliki 3 jurusan, drop tegangan terjadi pada pelanggan jurusan D dengan panjang jaringan 2444.4 meter dan jumlah pelanggan 172. Hal ini menyebabkan tegangan ujung penerimaan mengalami drop tegangan. Tentu saja membuat pelanggan kurang puas atas pelayanan yang diberikan oleh PLN. Jatuh tegangan berakibat pada alat listrik milik pelanggan yang tidak dapat difungsikan dengan maksimal. Maka tindakan yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut yaitu melakukan pemasangan gardu sisip pada jaringan distribusi CS3.

II. PENELITIAN TERKAIT

Penelitian yang dilakukan oleh Beyhan, Hasan., YalÇin, Mustafa., & Kocamaz, Adnan Fatih .(2019). Matching Voltage Drop And Power Losses With GIS In Middle Voltage Electric Distribution Network In Diyarbakır. Jurnal. International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP). Turkey. Penelitian ini, melakukan perhitungan penurunan tegangan dan kehilangan daya dari gardu distribusi dan jaringan distribusi di provinsi Diyarbakır, dengan memetakannya ke jaringan listrik digital pada GIS dan web yang disediakan dengan aplikasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Ahmad, Awais., Akbari, Abolghasem., Iqbal, Javed. (2015). GIS-Based Identification Of Overloaded Distribution Transformers & Calculation Of Technical Electric Power Losses. Jurnal. International Journal of Civil Engineering & Geo-Environmental. Penelitian ini dirancang dengan tujuan untuk mengembangkan aplikasi GIS

mandiri untuk perusahaan jaringan distribusi tenaga listrik yang memiliki kemampuan perhitungan kerugian serta identifikasi transformator kelebihan beban. Studi ini menunjukkan bahwa GIS dapat menjadi alat yang sangat efektif untuk perusahaan distribusi dalam manajemen dan perencanaan jaringan distribusi mereka.

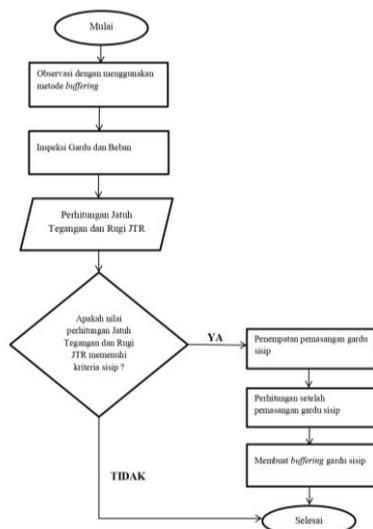
Penelitian yang dilakukan oleh Wijaya, Tomy Putra.(2019). Studi Analisa Perencanaan Pembangunan Gardu GA 0209 Terhadap Permasalahan Drop Tegangan pada Ujung Saluran Penyulang Kesatrian GA 0028. Skripsi. Politeknik Negeri Bali. Penelitian ini menganalisis pembebanan pada gardu distribusi GA 209, menghitung jumlah drop tegangan pada ujung saluran setelah dilakukan pengalihan beban.

Penelitian yang dilakukan oleh Pradana, W.S. P. (2017). Analisis Evaluasi Lokasi Penempatan Gardu Induk yang Optimal dengan Mempertimbangkan Atribut dan Interaksi Spasial di Jawa Timur. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. Penelitian ini membahas tentang penempatan gardu distribusi yang tepat sehingga meminimalisir kerugian. Pertimbangan utama yang seharusnya diperhatikan adalah lokasi GI sedapatnya dekat dengan pusat beban. Penentuan lokasi penempatan gardu induk seharusnya mempertimbangkan beberapa kriteria keruangan meliputi luas area yang dibutuhkan serta kemiringan lahan.

Penelitian yang dilakukan oleh Azzahra, Septianissa., Handayani, Oktaria., Auliya, Siti. (2019). Studi Perbaikan Jatuh Tegangan dan Rugi Daya pada Jaringan Tegangan Rendah dengan Pembangunan Gardu Sisip Tipe Portal. Jurnal. Sekolah Tinggi Teknik PLN. Jakarta. Penelitian ini membahas tentang jatuh tegangan pada tiang ujung penerima yang dapat menyebabkan arus jaringan menjadi tinggi sehingga losses yang terjadi pada jaringan tersebut meningkat. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dilakukan perbaikan jaringan dengan cara membangun gardu distribusi sisipan sehingga dapat memperbaiki mutu tegangan dan meminimalisir rugi daya pada jaringan. [4].

III. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut adalah tahapan penelitian yang digambarkan pada diagram alir seperti Gambar 1 dibawah :



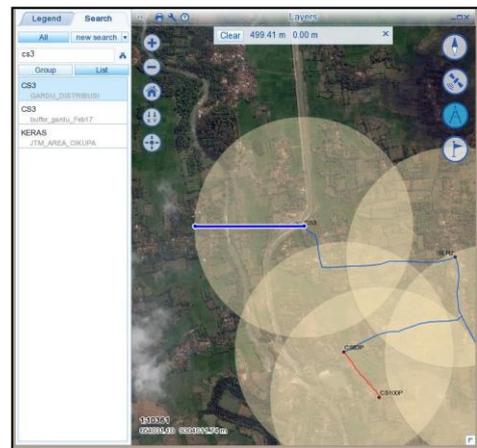
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Pada proses penelitian di butuhkan langkah-langkah alur perancangan (Flowchart) sebagai berikut :

1. Dimulai dari observasi pada metode buffering, dalam metode ini kita bisa melihat gardu mana yang memiliki kemungkinan besar terjadi jatuh tegangan. Metode buffering dapat menunjukkan posisi gardu dan banyaknya jumlah pelanggan yang dipasok oleh gardu tersebut.
2. Selanjutnya melakukan inspeksi gardu di lapangan serta melakukan pengukuran beban dan tegangan pada ujung jaringan.
3. Hasil dari pengukuran di lapangan juga dibuktikan dengan dilakukan perhitungan jatuh tegangan. Jika hasil pengukuran lapangan dan perhitungan jatuh tegangan memenuhi kriteria untuk dibangun gardu sisip maka selanjutnya ditentukan penempatan pembangunan gardu sisip.
4. Penempatan gardu sisip sendiri harus sesuai dengan standar yaitu tidak boleh ada hambatan seperti pohon dan bangunan yang nantinya bisa mengganggu atau membahayakan komponen gardu.
5. Setelah pemasangan gardu sisip selesai dilakukan, maka dilakukan perhitungan ulang tegangan jatuh pada ujung jaringan untuk memastikan tegangan benar-benar sudah memenuhi standar.
6. Langkah terakhir dilakukan pembuatan buffering gardu pada gardu sisip agar dapat diketahui wilayah jangkauan gardu baru tersebut. Buffering ini nantinya akan berguna untuk penelitian selanjutnya terkait tegangan jatuh.

A. Metode Buffering Gardu

Radius jangkauan dari Gardu CS3 yaitu 500 meter dari pusat gardu, seperti ditunjukkan oleh garis biru pada Gambar 2.

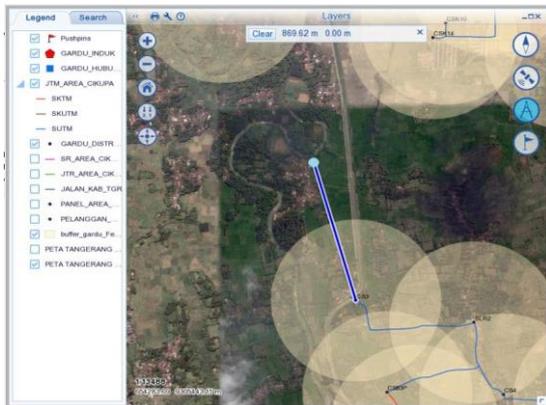


Gambar 2. Jarak Jangkauan Gardu CS3

(Sumber : Data mapping jaringan PLN UP3 Cikupa)

Pelanggan yang berada diluar dari radius 500 meter akan mengalami jatuh tegangan. Pada Gambar 2 dapat dilihat saat dilakukan suvey ke lapangan, posisi surveyor berada di pelanggan ujung yang ditunjukkan oleh titik biru terhadap gardu CS3.. Pengukuran menggunakan measure distance pada carry map jarak yang didapatkan sejauh 869.62 meter dari pusat gardu CS3 seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Hal ini sesuai dengan analisa buffering yang telah dilakukan. Bahwa

pelanggan yang berada diluar radius 500 meter akan mengalami drop tegangan.



Gambar 3. Jarak Pelanggan Ujung Terhadap Pusat Gardu CS3
(Sumber : Data mapping jaringan PLN UP3 Cikupa)

Data buffering ini juga didukung dengan pengukuran yang dilakukan pada salah satu pelanggan ujung dan didapatkan hasil pengukuran tegangan sebesar 158.1 Volt.

IV. HASIL DAN ANALISA

A. Panjang Jaringan yang Direkomendasikan Beban di Ujung

Untuk merencanakan panjang jaringan yang menggunakan penghantar tipe TIC 3x70+50 mm² maka diketahui nilai :

- R = 0.443 Ohm
- X = 0.103 Ohm
- P = 37.47 kVA
- V = Tegangan L-L (400 Volt)
- Cos θ = 0.9
- Sin θ = 0.43

Drop Voltage yang di harapkan = 5 %

Menghitung jarak drop tegangan JTR dengan beban merata seimbang maka digunakan persamaan 2.1 pada Bab 2.

$$L \text{ (panjang jaringan)} = \frac{\% \text{Drop Tegangan} \cdot V^2}{P (R \cdot \text{Cos}\theta + X \cdot \text{Sin}\theta) 100}$$

$$L \text{ (panjang jaringan)} = \frac{5 \cdot 400^2}{37,47 (0,443 \cdot 0,9 + 0,103 \cdot 0,43) 100}$$

$$L \text{ (panjang jaringan)} = 481.4 \text{ ms}$$

Dari perhitungan rencana panjang jaringan maka panjang jaringan yang direkomendasikan adalah 481.4 ms.

B. Perhitungan Jatuh Tegangan Gardu CS3

besar drop tegangan yang terjadi adalah sebagai berikut jika diketahui,

- Tipe TIC 3x70+50 mm²
- R = 0.443 Ohm

- X = 0.103 Ohm
- P = 37.47 kVA
- L = 2444.4 meter
- V = Tegangan L-L (400 Volt)
- Cos θ = 0.9
- Sin θ = 0.43

$$\text{Drop Tegangan (\%)} = \frac{P \cdot L (R \cdot \text{Cos}\theta + X \cdot \text{Sin}\theta) 0,5 \cdot 100}{V^2}$$

$$\text{Drop Tegangan (\%)} = \frac{37,47 \cdot 2444,4 (0,443 \cdot 0,9 + 0,103 \cdot 0,43) 0,5 \cdot 100}{400^2}$$

$$\text{Drop Tegangan (\%)} = 12.67\%$$

Dari perhitungan di atas didapatkan nilai prosentase drop tegangan sebesar 12.67%

C. Perhitungan Jatuh Tegangan Setelah Sisip

Adapun hasil presentase drop tegangan setelah dilakukan pemasangan agrdu SLR22 mengalami perbaikan seperti ditunjukkan dalam perhitungan persamaan 4.1 berikut.

- Perhitungan Drop Tegangan pada Jurusan A :

$$\text{Drop Tegangan (\%)} = \frac{P \cdot L (R \cdot \text{Cos}\theta + X \cdot \text{Sin}\theta) 100}{V^2}$$

$$\text{Drop Tegangan (\%)} = \frac{36,13 \cdot 395,4 (0,443 \cdot 0,9 + 0,103 \cdot 0,43) 100}{400^2}$$

$$\text{Drop Tegangan (\%)} = 3.93\%$$

Dari hasil perhitungan drop tegangan untuk beban di ujung jurusan A didapatkan nilai drop tegangan sebesar 3.93% atau nilai tegangan di ujung sebesar 211.35 V.

- Perhitungan Drop Tegangan pada Jurusan D :

$$\text{Drop Tegangan (\%)} = \frac{P \cdot L (R \cdot \text{Cos}\theta + X \cdot \text{Sin}\theta) 100}{V^2}$$

$$\text{Drop Tegangan (\%)} = \frac{36,13 \cdot 464,4 (0,443 \cdot 0,9 + 0,103 \cdot 0,43) 100}{400^2}$$

$$\text{Drop Tegangan (\%)} = 4.65\%$$

Dari hasil perhitungan drop tegangan untuk beban di ujung jurusan D didapatkan nilai drop tegangan sebesar 4.65% atau nilai tegangan di ujung sebesar 209.77 V.

D. Penempatan gardu dengan metode buffering dan metode konvensional.

Prosentase jatuh tegangan antara metode konvensional dan metode buffering tidak terlalu banyak perbedaan yang signifikan. Pada metode konvensional lebih rumit karena diperlukan banyak perhitungan tiap tiang listrik agar dapat menentukan lokasi titik gardu yang sesuai. Namun pada metode buffering kita cukup melihat peta sebaran spasial gardu sehingga memudahkan kita melakukan penempatan gardu distribusi baru. Selain itu gardu distribusi baru yang sudah di buat spasial bufferingnya akan memudahkan kita melihat adanya indikasi drop tegangan untuk penelitian mendatang.

E. Analisa

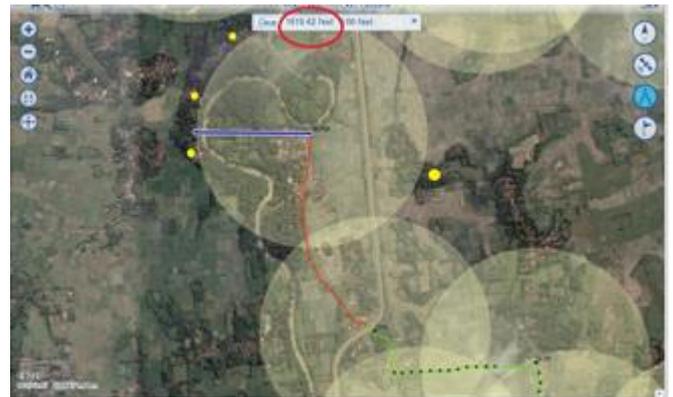
Berdasarkan perbandingan antara hasil pengukuran dengan perhitungan jatuh tegangan yang terjadi di jurusan D gardu CS3 saat sebelum dilakukan pemasangan gardu sisip didapatkan nilai seperti data Tabel 1. Setelah dilakukan survey ke lapangan dapat dilihat bahwa jurusan D tidak dapat dijangkau oleh buffering gardu CS3 artinya pelanggan tersebut berada di luar radius buffering yang disarankan. Setelah dilakukan pemasangan gardu sisip yaitu SLR22 didapatkan hasil yang disajikan pada Gambar 4.

Penempatan gardu SLR22 berada pada jurusan yang mengalami drop tegangan yaitu jurusan D. Penempatan gardu yang akan dilakukan pecah beban didasarkan pada peta dari buffering gardu CS3, letak SLR22 harus berada di wilayah yang tidak terjangkau oleh gardu CS3. Sehingga dapat mengantisipasi wilayah yang memungkinkan terjadi drop tegangan. Berikut Tabel 1 perbandingan sebelum dan setelah pemasangan gardu SLR22.

Tabel 1. Perbandingan Sebelum dan Setelah Pemasangan SLR22

Parameter	Sebelum Pemasangan Garsip	Setelah Pemasangan Garsip
Panjang jaringan (meter)	Jurusan D = 2444.4	Total = 859.4 Jurusan A = 395.4 Jurusan D = 464.4
Tegangan di Gardu (Volt)	R = 223 S = 220 T = 220	R = 223 S = 221 T = 221
Tegangan Pelanggan Ujung (Volt)	R = 173 S = 168 T = 170	R = 216 S = 217 T = 216
Prosentase Tegangan Jatuh	Jurusan D = 12.67%	Jurusan A = 3.93% Jurusan D = 4.65%
Regulasi Tegangan (%)	R = 28.9% S = 30.9% T = 29.4%	R = 3.2% S = 1.8% T = 1.8%
Beban (kVA)	37.47	36.13

Seperti ditunjukkan pada Gambar 4, jika dilihat pada peta buffering gardu, lokasi titik-titik kuning masih belum dijangkau oleh gardu distribusi. Lokasi tersebut masih dipasok oleh gardu SLR22, setelah dilakukan pengukuran di lapangan, tegangan pada pelanggan tersebut masih memenuhi standar PLN hal ini bisa terjadi karena beban yang dimiliki oleh SLR22 yaitu 36.13 dengan panjang masing – masing jurusan yaitu jurusan A 395.4 meter dan jurusan D 464.4 meter. Jika dibandingkan dengan sebelum pemasangan gardu sisip panjang jaringan yang harus dipasok gardu CS3 yaitu 2444,4 meter maka setelah dilakukan pecah beban ke SLR22 dapat memperpendek jaringan sehingga drop tegangan yang terjadi tidak terlalu besar.



Gambar 4. Peta Jangkauan Gardu SLR22

V. KESIMPULAN

Presentase jatuh tegangan sebelum pemasangan gardu sisip sebesar 28.8% untuk fasa r, 30.9% untuk fasa s, 29.4% untuk fasa t. Setelah dilakukan pemasangan gardu sisip nilai jatuh tegangan menjadi 3.2% untuk fasa r, 1.8% untuk fasa s, dan 1.8% untuk fasa t. Presentase jatuh tegangan sebelum pemasangan sisip sebesar 12.67%, sedangkan setelah pemasangan sisip sebesar jurusan a = 3.93% dan jurusan d = 4.65%. maka nilai tegangan ujung sudah sesuai dengan spln 1:1995 (maksimal +5% atau -10%). Pemanfaatan metode buffering dapat membantu melihat wilayah cakupan gardu distribusi yaitu sesuai dengan perhitungan panjang jaringan yang direkomendasikan untuk beban di ujung sebesar ±500 meter. Panjang jaringan sebelum gardu sisip sebesar 2444.4 meter dengan beban 37.47 kva sedangkan setelah gardu sisip sebesar 859.4 meter dengan masing – masing jurusan (395.4 meter dan 464.4 meter) memiliki beban 36.13 kva. Penentuan titik gardu juga harus mempertimbangkan besarnya beban dan juga panjang jaringan. Semakin besar beban dan panjang jaringan jatuh tegangan juga akan lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Trie Maya Kadarina selaku pembimbing dalam menyusun penelitian ini serta ucapan terimakasih terhadap tim editorial Jurnal Teknologi Elektro atas dipublikasikannya penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Azzahra, O. Handayani and S. Auliya. “Studi Perbaikan Jatuh Tegangan dan Rugi Daya pada Jaringan Tegangan Rendah dengan Pembangunan Gardu Sisip Tipe Portal.” *Jurnal. Sekolah Tinggi Teknik PLN*. Jakarta, (2019)
- [2] Kelompok Pembakuan Bidang Transmisi dengan Surat Keputusan Direksi Perusahaan Umum Listrik Negara: *Standar Perusahaan Listrik Negara Tegangan – tegangan Standar SPLN I : 1995*. PT Perusahaan Listrik Negara (Persero). Jakarta, 1995.
- [3] Kelompok Kerja Standar Kontruksi Distribusi Jaringan Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia: *Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*. PT Perusahaan Listrik Negara (Persero). Jakarta, 2010.
- [4] D. Kurniawan, “Analisis Perbaikan Tegangan Ujung Dengan Membangun Gardu Sisip di PT PLN (Persero) Area Serpong”. Universitas Mercu Buana Jakarta, 2017.

- [5] K. Naim. "*Analisa Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Sistem Distribusi Tegangan Rendah Area BTN Hamzy Dan BTN Antara.*" Jurnal Politeknik Negeri Ujung Pandang Makasar. 2016
- [6] E. K. Prahasta, "*Sistem Informasi Geografis Konsep-konsep Dasar*". Bandung, 2009.