

ANALISIS PERBANDINGAN ANTARA PENGGUNAAN TRANSFORMATOR SISIPAN DAN *UPRATING* TRANSFORMATOR DALAM MENANGGULANGI *DROP* TEGANGAN PADA GARDU DISTRIBUSI KA 0819 PENYULANG MUMBUL

I Made Aryasa Wiryawan, I Putu Sutawinaya, I Wayan Ryan Sutrawan

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, Tuban Badung – Bali

Phone: +62-361-701981, Fax:+62-361-701128, Email: made_aryasawiryawan@yahoo.co.id

Abstrak : Transformator distribusi berfungsi untuk mentransformasikan energi listrik dari sumber listrik ke pelanggan. PT PLN (Persero) sebagai perusahaan pengelola sistem tenaga listrik selalu berusaha memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggannya. Untuk tetap dapat menjaga kualitas, maka keandalan sistem distribusi harus selalu terjaga dengan baik. Agar sistem distribusi tetap andal, maka prosentase pembebanan pada transformator distribusi tersebut jangan sampai melebihi ketentuan yaitu 80% dari bebannya. Begitu juga dengan drop tegangan di sisi pelanggan tidak lebih dari 10%. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan data pengukuran dan hasil simulasi ETAP, diketahui terjadi kenaikan pembebanan pada transformator KA 0819 secara berkala. Begitu juga terjadi drop tegangan di sisi pelanggan paling ujung yang relatif besar, yaitu sebesar 14,77%. Untuk dapat memperbaiki kondisi seperti ini, dibandingkan dua cara yaitu dengan peningkatan kapasitas (*uprating*) transformator dan penambahan transformator sisipan. Harapannya agar keandalan dan kontinyuitas penyaluran energi listrik di lokasi tersebut tetap terjaga dengan baik.

Kata Kunci : *Drop* Tegangan, Transformator Sisipan, *Uprating* Transformator

Abstract : Transformer distribution functions to transform electric power from electric resource to customers. PT PLN (Persero) as company managing electric power system always gives the best service to its customers. In order for it to keep its quality, distribution system reliability has to be frequently maintained appropriately. In order to do so, voltage percentage on the distributing transformer shall not be higher than that ruled in the manual, i.e. 80% of the voltage. Likewise, voltage drop in customer shall not exceed 10%. Based on measuring result using measuring data and ETAP simulation result, it was known that there was an increase in loading in transformer KA 0819 repeatedly. In addition, a relative high drop on voltage occurs in the last line customer, that was 14,77%. In order to improve the condition, there were two methods compared, they are by upgrading transformer capacity and by adding inserted transformer. The endeavor was intended to maintain reliability and sustainability of electric power distribution at the location appropriately.

Keywords : *voltage drop, inserted transformer, transformer upgrading*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam ruang lingkup kerjanya, PT PLN (Persero) Distribusi Bali Rayon Kuta membawahi beberapa penyulang. Salah satunya adalah penyulang Mumbul. Penyulang Mumbul memiliki beban relatif tinggi dimana beban terbesar adalah hotel dan juga perumahan yang sedang berkembang. Beban listrik pada perumahan dilayani oleh gardu distribusi (GD) KA 0819 berkapasitas 100 kVA. Beban terpasang

pada Gardu Distribusi KA 0819 pada kondisi terakhir sebesar 195 kVA. Pembebanan suatu transformator maksimal 80% dari kapasitas (*rating*), maka transformator pada GD KA 0819 dalam kondisi *over load* (OL).D. Persentase pembebanan pada transformator ini mengalami kenaikan tiap tahunnya. Selain itu terjadi drop tegangan ujung di sisi pelanggan sebesar 14,77 %. Dalam mengatasi drop tegangan ujung suatu gardu ada beberapa alternatif yang dapat diterapkan antara lain meningkatkan

kapasitas (uprating) transformator atau dengan penambahan transformator sisipan.

1.2 Rumusan Masalah

Ada beberapa hal yang akan dianalisis terkait dengan permasalahan antara lain :

1. Berapa besar drop tegangan ujung sisi pelanggan yang disuplai gardu distribusi KA 0819 penyulang Mumbul ?
2. Bagaimana kondisi gardu distribusi KA 0819 setelah dilakukan pemasangan transformator sisipan atau dengan *uprating* transformator dalam dalam menanggulangi drop tegangan ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui berapa drop tegangan ujung sisi pelanggan terakhir gardu distribusi KA 0819 penyulang Mumbul?
2. Untuk membandingkan keandalan sistem antara penggunaan gardu sisipan dengan uprating transformator dalam menanggulangi drop tegangan.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Obyek Penelitian

Melihat daerah penelitian yang luas dan berbagai jenis transformator yang terdapat pada penyulang Mumbul, obyek yang diamati adalah transformator yang dikategorikan *overload* (OL) yaitu transformator distribusi kode gardu KA 0819 dengan merk B&D dan memiliki kapasitas daya 100 kVA.

2.2 Perhitungan drop tegangan

Drop tegangan merupakan selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman (*sending end*) dan tegangan pada ujung penerimaan (*receiving end*) tenaga listrik. Tegangan jatuh relatif dinamakan regulasi tegangan VR (*Voltage Regulation*). Sehingga dapat dihitung :

$$V_R \% = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100 \%$$

2.3 Teknik pengumpulan data

1. Mencatat data teknis trafo distribusi yang terpasang di KA 0819

2. Melakukan pengukuran panjang jaringan beserta mencatat jenis penghantar yang digunakan pada KA 0819
3. Mencatat jurusan yang terpasang di KA 0819 dan melakukan pengukuran pembebanan di KA 0819.

2.4 Analisis data

Hasil perhitungan drop tegangan pada ujung sisi pelanggan gardu digunakan untuk menganalisis pembebanan transformator. Dalam analisis ini diketahui perbandingan antara pemasangan transformator sisipan dengan uprating transformator terhadap kondisi gardu distribusi KA 0819.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Pengukuran Gardu Distribusi KA 0819

Adapun riwayat data pembebanan yang dilakukan oleh PT. PLN (Persero) Rayon Kuta sebagai berikut :

Tabel 1. Rekapitulasi Data Semesteran Gardu Distribusi KA 0819

T a n g g a l	W a k t u	A r u s I n d u k (ampere)				T e g a n g I n d u k (volt)					
						F a s a- F a s a			F a s a- N e t r a l		
		I R	I S	I T	I N	R S	S T	T R	R N	S N	T N
05/ 05/ 14	21 .0 0	1 9 0	1 6 4	1 5 0	6 1	3 9 0	3 8 4	3 9 2	2 2 1	2 2 4	2 2 3
12/ 11/ 14	21 .3 0	1 9 2	1 7 5	1 5 3	7 0	3 8 8	3 8 5	3 9 0	2 2 0	2 2 0	2 2 4

Dalam penelitian, dilakukan pengukuran observasi ke obyek penelitian untuk melakukan pengamatan dan pencatatan data. Pengamatan difokuskan pada Gardu Distribusi KA 0819 hingga ke beban (pelanggan).

Tabel 2.Rataan Data Pengukuran Arus Induk dan Tegangan Induk

Arus Induk (ampere)				Tegangan Induk (volt)					
				Fasa – Fasa			Fasa – Netral		
IR	IS	IT	I N	R S	S T	T R	R N	S N	T N
19 0, 7	18 7, 9	15 8, 7	4 8, 3	39 0, 3	38 2, 6	39 0, 3	22 3, 9	22 4, 9	22 7, 2

Tabel 3. Rataan Data Tegangan Ujung Perfasa di Masing-masing Jurusan Pada Sisi Pelanggan

Tegangan Ujung (volt)					
Jurusan Khusus			Jurusan D		
R	S	T	R	S	T
207, 6	207, 7	209, 3	196, 3	196, 3	20 0

Perhitungan Drop Tegangan

Perhitungan persentase drop tegangan pada Jurusan Khusus fasa R berdasarkan data hasil pengukuran seperti Tabel 3. menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_R \% = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100 \%$$

$$V_R \% = \frac{225,3 - 207,6}{207,6} \times 100 \%$$

$$= 8,52 \%$$

• **Analisis Terhadap Drop Tegangan**

Dari hasil pengukuran tersebut, diketahui tegangan ujung yang terendah terjadi pada fasa R dan S gawang 21 Jurusan D yakni sebesar 196,3 volt atau terjadi drop tegangan sebesar 14,77 %.

Disamping menggunakan acuan data hasil pengukuran, juga dilakukan analisis dari hasil simulasi program ETAP 7.5. Terlihat pada Gambar 1. bahwa tegangan ujung terendah terjadi pada fasa R

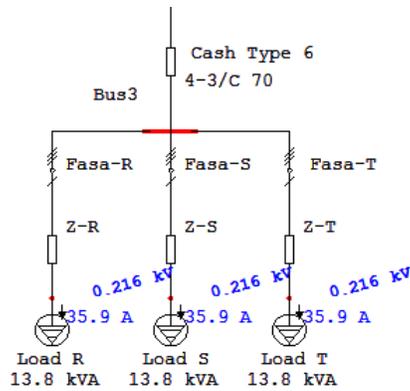
dan S gawang 21 di Jurusan D yakni sebesar 199 volt atau terjadi drop tegangan sebesar 13,21 %.

Cara yang dilakukan untuk mengatasi masalah drop tegangan ujung adalah dengan melakukan meningkatkan kapasitas daya transformator (*Uprating Transformator*) atau dengan memasang Transformator sisipan.

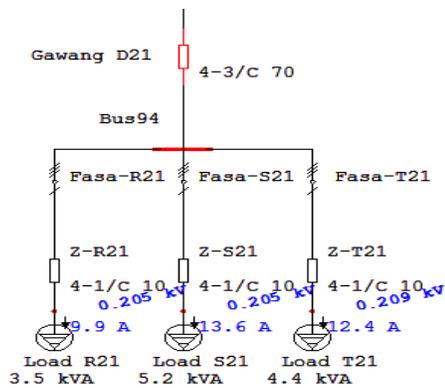
• **Analisis Terhadap Uprating Transformator**

Salah satu cara untuk mengatasi transformator yang telah *overload* adalah dengan meningkatkan kapasitas daya Transformator (*Uprating Transformator*) sesuai kebutuhan beban terpasang. Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas transformator yang dibutuhkan adalah sebesar 250 kVA. Dengan adanya usulan dengan meningkatkan kapasitas transformator (*Uprating Transformator*) dari daya sebelumnya 100 kVA menjadi 250 kVA besarnya pembebanan dan drop tegangan menjadi sebagai berikut :

- Dengan menggunakan acuan data hasil simulasi program ETAP yang telah di-*running* besarnya pembebanan Transformator pada Gardu Distribusi menjadi 49,88 %.
- Bila dibandingkan dengan persentase pembebanan pada kondisi sebelum dilakukan *Uprating Transformator*, terjadi penurunan yang relatif besar yakni sebesar 75,47 %. (125,35 % - 49,88 %)
- Dengan menggunakan acuan data hasil simulasi program ETAP yang telah di-*running* besarnya tegangan ujung pada Jurusan Khusus *Cash Type 6* untuk Load R, Load S dan Load T berturut turut sebesar: 216 volt, 216 volt dan 216 volt terlihat pada Gambar 1. Sedangkan pada Jurusan D Gawang D21 untuk Load R21, Load S21 dan Load T21 berturut turut sebesar : 205 volt, 205 volt dan 209 volt seperti terlihat pada Gambar 2.
- Bila dibandingkan dengan tegangan ujung pada kondisi sebelum dilakukan *uprating* transformator, terjadi kenaikan tegangan ujung sebesar 6 volt (205 volt – 199 volt) pada Load R21.



Gambar 1. Hasil simulasi ETAP tegangan ujung jurusan khusus KA 0819 apabila dilakukan *uprating* transformator dengankapasitas 250 kVA



Gambar 2. Hasil simulasi ETAP tegangan ujung jurusan D KA 0819 apabila dilakukan Uprating Transformator dengan kapasitas 250 kVA

• **Analisis Terhadap Kapasitas Dan Letak Transformator Sisipan**

Penentuan letak yang ideal dalam penempatan transformator dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

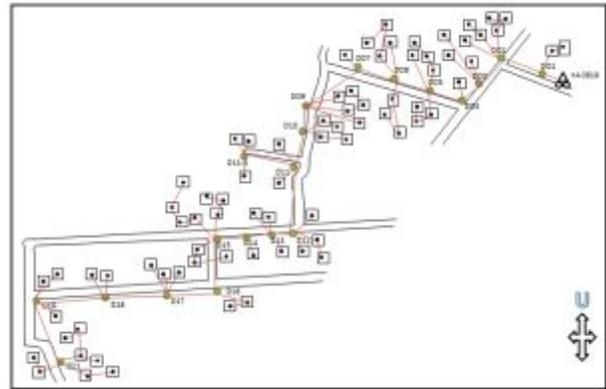
$$L_{max} = \frac{S}{2 \times I} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$L_{max} = \frac{79.700}{2 \times 35.9} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

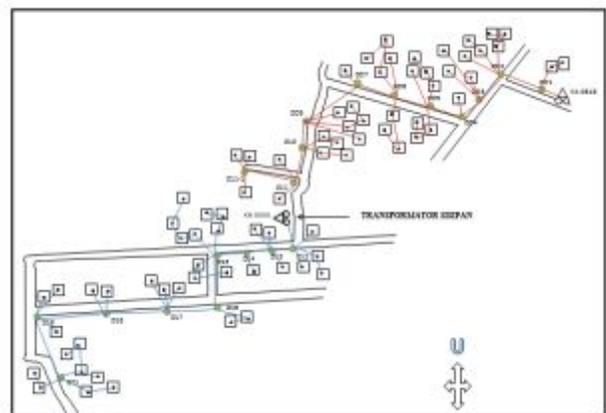
$$L_{max} = 504 \text{ meter}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, letak dalam penempatan transformator sisipan adalah 504 meter dari gardu distribusi KA 0819. Namun, dalam hal ini tidak dapat berpatokan pada hasil perhitungan saja, tetapi juga harus melihat dari sisi lapangan.

Berdasarkan pertimbangan secara teoritis dan kondisi lapangan, berikut merupakan pemetaan penempatan transformator sisipan tersebut seperti Gambar 4. di bawah apabila dilakukan transformator sisipan.



Gambar 3. Pemetaan Gardu Distribusi KA 0819 Kondisi Awal (sebelum ada Transformator Sisipan)



Gambar 4. Pemetaan apabila dilakukan pemasangan Transformator sisipan

Dimana :

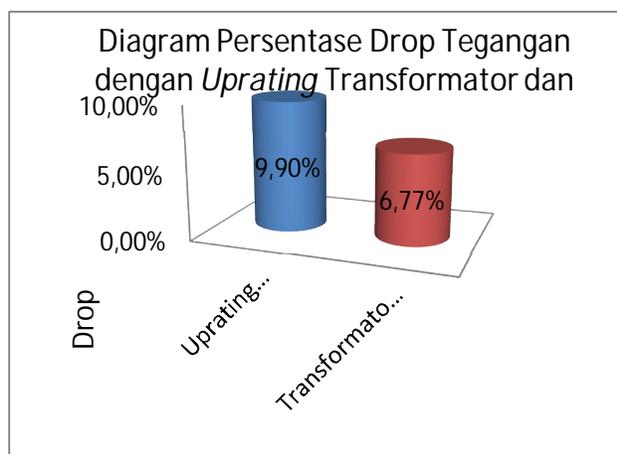
- Kapasitas Transformator yang disisipkan yang diusulkan untuk dipasang adalah sebesar 100 kVA dengan 2 tiang beton 9 meter
- Transformator sisipan diletakkan pada gawang D12 menuju arah barat
- Panjang saluran Transformator sisipan dari gardu distribusi KA 0819 adalah sekitar 434 meter.
- Beban (daya terpasang) yang dipikul transformator sisipan adalah beban mulai gawang D12 hingga D21 yaitu sebesar 79.700 VA atau terjadi pengalihan beban sebesar 40,95 %.
- Besarnya persentase pembebanan pada transformator sisipan berdasarkan hasil simulasi program ETAP adalah 75,1 %.

- **Analisis Terhadap Uprating Transformator dan Tranformator Sisipan dalam Menanggulangi Drop Tegangan**

Dalam menanggulangi drop tegangan dapat dilakukan beberapa cara yaitu:

1. Dengan meningkatkan kapasitas transformator (*uprating transformer*)
2. Dengan memasang transformator sisipan

Berdasarkan perhitungan yang telah dijabarkan di atas, besarnya tegangan ujung terendah apabila dilakukan *Uprating* Transformator adalah 205 volt atau terjadi drop tegangan sebesar 9,90 %. Sedangkan besarnya tegangan ujung terendah apabila dilakukan Transformator sisipan adalah 211 volt atau terjadi drop tegangan sebesar 6,77 %.



Gambar 11. Diagram Batang Persentase Drop Tegangan dengan Uprating Transformator dan Transformator sisipan

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Terjadi drop tegangan di sisi pelanggan (ujung) yang relatif besar, yaitu diketahui tegangan ujung terendah terjadi pada fasa R dan fasa S gawang 21 jurusan D yakni sebesar 196,3 volt atau terjadi drop tegangan sebesar 14,77 %.
2. Terjadi penurunan drop tegangan pada sisi pelanggan (ujung) setelah disimulasikan dengan program ETAP 7.5 yakni, setelah dilakukan uprating transformator tegangan ujung pada fasa R menjadi 205 volt atau terjadi drop tegangan sebesar 9,90 %. Sedangkan setelah dilakukan penambahan transformator sisipan tegangan ujung pada fasa R menjadi 211 volt atau terjadi drop tegangan sebesar 6,77 %.

3. Setelah sebagian beban Gardu Distribusi KA 0819 dialihkan dan dipikul oleh transformator sisipan (Gardu Distribusi KA XXXX), besarnya pembebanan transformator sisipan (Gardu Distribusi KA XXXX) adalah 52,03 % dengan besarnya drop tegangan adalah 6,77 %.

Saran

1. Dalam menentukan kapasitas transformator untuk transformator sisipan agar tidak hanya mengandalkan hasil perhitungan saja. Namun tetap dilakukan survey dan mempertimbangkan pertumbuhan dan perkembangan beban untuk beberapa tahun ke depan agar mendapatkan hasil yang lebih baik bagi PLN maupun masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Kadir, *Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik*, Jakarta : Universitas Indonesia, 2000.
- [2] PT. PLN (Persero), *Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*, Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero), 2010.
- [3] PT. PLN (Persero), *SPLN D3.002-1 Spesifikasi Transformator Distribusi Bagian I*, Jakarta Selatan : PT. PLN (Persero), 2010.
- [4] PT. PLN (Persero), *SPLN 1 Tegangan Tegangan Standar*, Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero), 1995.
- [5] PT. PLN(Persero), *SPLN 42-10 Kabel Pilih Udara Tegangan Pengenal 0,6 kV/1 kV*, Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero), 1993.
- [6] S, J.C, *Power System Analysis (Short-Circuit, Load Flow and Harmonic)* Amec, inc. Atlanta, Georgia. 2002.
- [7] Suhadi, dkk., *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*, Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.