

STUDI TENTANG PERBAIKAN JATUH TEGANGAN DI TIANG UJUNG JARINGAN TEGANGAN RENDAH PADA PT.PLN UP3 AREA SAMARINDA

Restu Mukti Utomo¹, Nur Rani Alham², Hilmansyah³, Muslimin⁴, Angga Wahyu Aditya⁵, Abdul Mubarak⁶

^{1,2,4,6} Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman

^{3,5} Teknologi Listrik, Politeknik Negeri Balikpapan

Jln. Kuaro, Gn. Kelua, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75119

Jln. Soekarno-Hatta KM8, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur 76129

Email: ¹restuutomo@ft.unmul.ac.id, ²nurrani.alham@ft.unmul.ac.id

Abstract— *Electric power distribution system is one of the systems in electric power that has an important role that is directly related to the user of electric energy. In the distribution system must have the appropriate reliability of the standards applied but in reality the distribution of electric power distribution is not appropriate, such as falling voltage commonly called drop voltage that reaches the consumer. This is caused by several factors so that the quality of existing electricity is not optimally beneficial and can even cause damage to electrical equipment. In phase S, from the analysis of calculations and measurements made by the author based on basic theory, conclusions can be drawn as follows. In calculations and measurements in phase S R and T the voltage fall is caused by the length of the delivery. In phase S, when viewed from the calculation and measurement of voltage fall due to the length of the delivery and other factors, namely the cable connection is not perfect. From the data obtained by the author of the voltage fall at the GNK 383 Distribution Substation is not constant because the load changes the use of electrical energy by different consumers. The voltage fall at the GNK 383 Distribution Substation occurs at night because the load usage activity by consumers is very high.*

Intisari— *Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting yang berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik. Dalam sistem distribusi harus memiliki keandalan yang sesuai standar yang diterapkan namun kenyataannya penyaluran distribusi tenaga listrik itu ada yang tidak sesuai, seperti jatuh tegangan yang biasa disebut drop tegangan yang sampai ke konsumen. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor sehingga kualitas listrik yang ada tidak bermanfaat secara optimal bahkan dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik. Pada fasa S, Dari analisa perhitungan dan pengukuran yang dilakukan penulis berdasarkan teori dasar maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Pada perhitungan dan pengukuran di fasa R dan T jatuh tegangan diakibatkan oleh panjang penghantar. Pada fasa S, jika dilihat dari perhitungan dan pengukuran jatuh tegangan disebabkan panjang penghantar serta faktor lain yaitu sambungan kabel yang tidak sempurna. Dari data yang diperoleh penulis jatuh tegangan pada Gardu Distribusi GNK 383 tidak konstan karena beban berubah-ubah pemakaian energi listrik oleh konsumen yang berbeda-beda. Jatuh tegangan pada Gardu Distribusi GNK 383 terjadi pada malam hari karena aktivitas pemakaian beban oleh konsumen sangat tinggi.*

Kata Kunci— sistem distribusi, drop tegangan, gardu distribusi.

I. PENDAHULUAN

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting yang berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik. Dalam sistem distribusi harus memiliki keandalan yang sesuai standar yang diterapkan namun kenyataannya penyaluran distribusi tenaga listrik itu ada yang tidak sesuai, seperti jatuh tegangan yang biasa disebut drop tegangan yang sampai ke konsumen. Drop tegangan adalah suatu kondisi atau keadaan dimana jumlah tegangan yang disalurkan mengalami perubahan/berbeda dengan tegangan yang diterima pada sisi penerimaan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor sehingga kualitas listrik yang ada tidak bermanfaat secara optimal bahkan dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik.

Jika keadaan seperti itu terus dibiarkan maka akan menurunkan keandalan dan kualitas pelayanan dalam pendistribusian tenaga listrik serta dapat menyebabkan kerusakan – kerusakan alat elektronik yang dimiliki oleh konsumen. Untuk itu diperlukan tindakan yang dapat meminimalisir drop tegangan serta memperbaiki keandalan dan kualitas pelayanan distribusi tenaga listrik.

Pada sistem distribusi yang belum optimal dalam penyaluran ke beban dikarenakan rugi – rugi tegangan pada sistem distribusi begitu besar. Jika tegangan tidak sesuai biasanya terjadi karena daya dan tegangan sebagian hilang dalam perjalanan menuju konsumen, dimana dipengaruhi oleh antara lain panjangnya saluran distribusi, penempatan gardu atau trafo distribusi yang tidak optimal terhadap beban, diameter penghantar yang tidak sesuai dengan kapasitas beban sehingga menghasilkan panas pada saluran penghantar yang berakibat hilangnya daya dan tegangan pada jaringan.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas penulis tertarik untuk mempelajari mengenai jatuh tegangan dan dampak jatuh tegangan yang diakibatkan secara ilmu kelistrikan serta diwujudkan dengan mengangkat judul Tugas Akhir tentang “ Study tentang Memperbaiki Jatuh Tegangan Pada Tiang Ujung (JTR) Gardu Distribusi Pada PT. PLN (Persero) UP 3 Area Samarinda”.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Jaringan Distribusi

Sistem Distribusi adalah bagian dari suatu sistem tenaga listrik antara gardu induk, jaringan distribusi primer, gardu distribusi, jaringan distribusi sekunder, dan sampai dengan pelayanan konsumen

B. Gardu Distribusi

Pengertian umum dari gardu distribusi tenaga listrik yang sering digunakan adalah suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah (TR 220/380V). Konstruksi gardu distribusi dirancang berdasarkan optimalisasi biaya terhadap maksud dan tujuan penggunaannya yang kadang kala harus disesuaikan dengan peraturan pemda setempat.

C. Transformator

Transformator merupakan salah satu alat listrik pengubah besaran-besaran listrik yang banyak digunakan pada bidang tenaga listrik dan bidang elektronika. Pada bidang tenaga listrik, transformator digunakan mulai dari pusat pembangkit tenaga listrik sampai ke rumah-rumah. Sebelum di transmisikan tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit dinaikkan terlebih dahulu dengan menggunakan sebuah transformator dengan tujuan untuk mengurangi kerugian energi yang terjadi saat listrik di transmisikan. Kemudian sebelum digunakan oleh konsumen tegangan akan diturunkan lagi secara bertahap dengan menggunakan transformator distribusi sesuai dengan peruntukannya seperti kawasan industri, komersial, atau perumahan. Transformator yang dimanfaatkan di rumah tangga pada umumnya mempunyai ukuran yang lebih kecil, seperti yang digunakan untuk menyesuaikan tegangan dari peralatan rumah tangga listrik dengan suplai daya yang tersedia

D. Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator

Daya transformator bila di tinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{3} V_L I_L \tag{1}$$

Keterangan :

S : Daya Transformator (kVA).

V : Tegangan Sisi Primer Transformator (kV).

I : Arus Jala – Jala (A).

Sehingga untuk menghitung arus nominal / arus beban penuh (*full load*) dapat menggunakan rumus :

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \tag{2}$$

Dimana :

IFL : Arus Beban Penuh (A).

S : Daya Transformator (kVA).

V : Tegangan Sisi Sekunder Transformator (kV).

E. Ketidak Seimbangan Beban

Yang dimaksud dengan keadaan seimbang adalah suatu keadaan di mana :

- Ketiga vektor arus / tegangan sama besar.
- Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lain.

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan di mana salah satu atau kedua syarat keadaan seimbang tidak terpenuhi. Kemungkinan keadaan tidak seimbang ada 3 yaitu :

- Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.

F. Penyaluran dan Susut Daya

Misalnya daya sebesar P disalurkan melalui suatu saluran dengan penghantar netral. Apabila pada penyaluran daya ini arus-arus fasa dalam keadaan seimbang, maka besarnya daya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P = 3 \cdot [V] \cdot [I] \cdot \cos \phi \tag{3}$$

Dengan :

P : Daya pada tegangan ujung kirim

V : Tegangan pada ujung kirim

Cos φ : Faktor daya

Daya yang sampai ujung terima akan lebih kecil dari P karena terjadi penyusutan dalam saluran.

G. Penghantar Konduktor

Penghantar ialah suatu benda yang berbentuk logam ataupun non logam yang bersifat konduktor atau dapat mengalirkan arus listrik dari satu titik ke titik yang lain. Penghantar dapat berupa kabel ataupun berupa kawat penghantar yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik.

H. Jatuh Tegangan

Adanya tegangan pada sebuah tahanan menyebabkan arus mengalir melalui tahanan tersebut. Bila keadaan ini terjadi di dalam kabel – kabel utama atau saluran yang panjang, hal ini sering dihubungkan sebagai penurunan tegangan, penurunan pada tahanan. Penurunan tegangan bisa juga dilihat sebagai akibat usaha yang harus dikeluarkan untuk mengatasi perlawanan terhadap aliran arus dan harus dikurangkan dari tegangan sumber agar mendapatkan tegangan yang sebenarnya pada beban.

I. Jumlah Tenaga Listrik

Sambungan tenaga listrik adalah penghantar yang penempatannya atau pemasangannya terletak di bawah ataupun di atas tanah termasuk peralatannya sebagai bagian instalasi milik PLN yang menghubungkan jaringan tenaga listrik milik PLN dengan instalasi listrik pelanggan untuk menyalurkan tenaga listrik. Dapat juga dikatakan sebagai sambungan pelanggan yang merupakan titik akhir dari pelayanan listrik kepada pelanggan, dengan tingkat mutu pelayanan yang dapat di lihat dari mutu tegangan dan tingkat kehandalan dari sisi pelayanan tersebut

J. Kontruksi Saluran Udara

Sambungan pelayanan tegangan rendah dengan menggunakan konstruksi saluran udara baik untuk sambungan fasa tunggal atau sambungan fasa menyambung dari jaringan tegangan rendah langsung ke papan bagi / papan meter.

III. HASIL PENELITIAN

A. Perhitungan Tegangan Primer Trafo

Pada gardu distribusi GNK 383 dengan tegangan nominal sisi primer adalah 20 kV. Pada pengoperasian tap trafo pada posisi 3 dengan setting 20 kV. Dari hasil pengukuran dengan tap tersebut maka diperoleh tegangan keluaran atau sekunder trafo sebesar 392/227 Volt. Dengan hasil ini dapat dihitung harga sebenarnya dari tegangan primer trafo dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Tegangan sisi T_m

$$= \frac{\text{Setting tap trafo} \times \text{tegangan keluaran}}{\text{tegangan nominal sekunder trafo}}$$

$$= \frac{20.000 \times 392}{400}$$

$$= 19600 \text{ volt}$$

Jadi besaran tegangan sisi primer trafo tersebut adalah 19600 volt

B. Jatuh tegangan berdasarkan pengukuran

Berdasarkan data hasil pengukuran pada gardu distribusi GNK 383 dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 1. Total Pengukuran Jatuh Tegangan

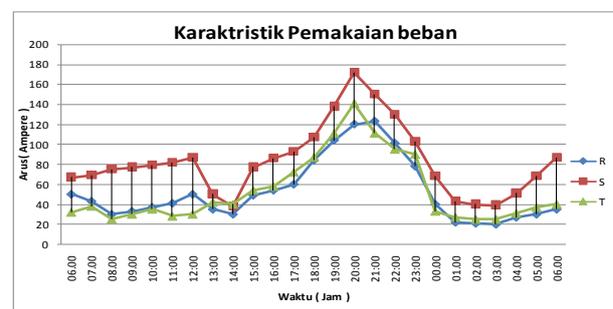
Waktu	Fasa	V (Volt)	Arus (A)	Jarak (m)	Dari trafo ke tiang ujung		
					V Jatuh (Volt)	V Ujung (Volt)	V Jatuh %
12.00	R	227	50,2	616	17	210	7,4
	S	227	87	616	28	199	12,3
	T	227	30	616	12	215	5,2
20.00	R	227	123	616	37	190	16
	S	227	150	616	62	165	27,3
	T	227	111	616	32	195	14

Tabel 2. Total Perhitungan Jatuh Tegangan

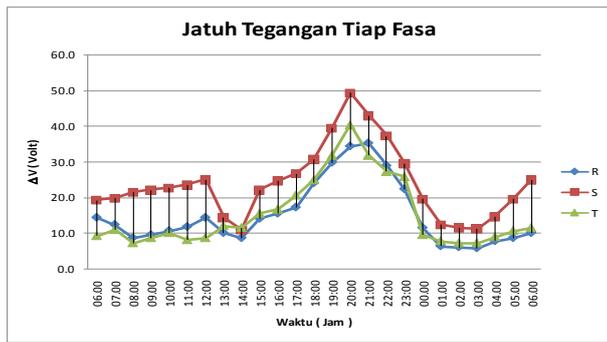
Waktu	Fasa	V (Volt)	Arus (A)	Jarak (m)	Dari trafo ke tiang ujung		
					V Jatuh (Volt)	V Ujung (Volt)	V Jatuh %
12.00	R	227	50,2	616	14,4	212,6	6,3
	S	227	87	616	24,9	202,1	10,9
	T	227	30	616	8,6	218,4	3,7
20.00	R	227	123	616	35,2	191,8	15
	S	227	150	616	42,9	184	18
	T	227	111	616	31,7	195	13,9

Dari tabel diatas, antara hasil pengukuran dan hasil perhitungan secara teoritis dilapangan terdapat perbedaan, hal ini disebabkan oleh beberapa parameter, yaitu:

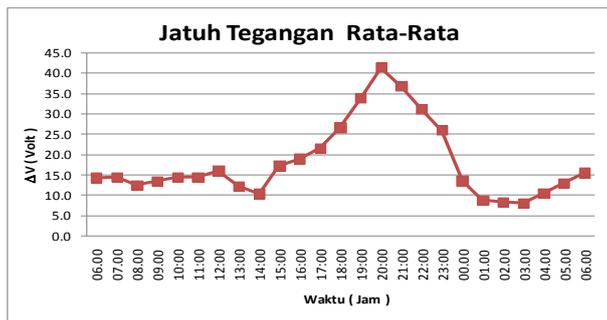
1. Sambungan kabel yang kurang sempurna
2. Jumlah sambungan rumah yang terlalu banyak
3. Kesalahan alat ukur atau alat ukur yang tidak akurat
4. Kesalahan baca saat pengukuran



Gambar 1. Karakteristik Pemakaian Beban oleh Konsumen Pada Gardu Distribusi GNK 383



Gambar 2. Grafik Jatuh Tegangan Tiap Fasa pada Gardu Distribusi GNK 383



Gambar 3. Grafik Jatuh Tegangan Rata-Rata pada Gardu Distribusi GNK 383

C. Cara Mengatasi Jatuh Tegangan

Mengurangi besar jatuh tegangan dapat dilakukan dengan mengganti penghantar jaringan dengan penghantar dengan diameter yang lebih besar. Luas penampang dari penghantar 70 mm² menjadi 120 mm². Dengan resistansi 0,253 ohm/km dan induktansi 0,262 ohm/km, maka resistansi untuk panjang penghantar 616 adalah 0,155 ohm dan reaktansi 0,0505 ohm.

Tabel. 3. Hasil perhitungan dengan menggunakan penghantar 120 mm²

Waktu	Fasa	V (Volt)	Arus (A)	Jarak (m)	Dari trafo ke tiang ujung		
					V Jatuh (Volt)	V Ujung (Volt)	V Jatuh %
12.00	R	227	50,2	616	7,84	219,16	3,4
	S	227	87	616	13,1	213,9	5,7
	T	227	30	616	4,5	222,5	1,9
20.00	R	227	123	616	18,45	208,5	8,1
	S	227	150	616	22,5	204,5	9,9
	T	227	111	616	16,6	210,4	7,3

D. Analisa Jatuh Tegangan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat dianalisa bahwa terjadinya jatuh tegangan pada jaringan atau saluran distribusi antara lain adalah dikarenakan pengaruh dari panjang saluran dan arus yang terdapat pada gardu distribusi GNK 383. Selain itu nilai impedansi juga mempengaruhi besarnya jatuh tegangan yang terjadi pada gardu distribusi GNK 383, dimana impedansi dipengaruhi oleh resistansi saluran dan reaktansi saluran. Semakin besar nilai resistansi dan reaktansi dari jaringan maka jatuh tegangan yang terjadi pada gardu distribusi GNK 383 di Jalan Perjuangan akan semakin besar pula.

Dari hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa besar jatuh tegangan gardu distribusi GNK 383 adalah sebesar 35,2 V atau 15% untuk fasa R, 42,9 V atau 18 % untuk fasa S dan 31,7 atau 13,9% untuk fasa T pada malam hari. Hal ini tidak sesuai dengan standar tegangan yang ditentukan yaitu -10% dari tegangan nominalnya.

Dari perhitungan diatas besarnya arus dan impedansi saluran sangat mempengaruhi jatuh tegangan tetapi yang sangat berperan penting terjadinya jatuh tegangan adalah pada arusnya karena dapat dilihat arus sangat mempengaruhi besar jatuh tegangan yang terjadi di gardu distribusi GNK 383.

Cara mengatasi jatuh tegangan yang terjadi pada gardu distribusi GNK 383 adalah dengan memperbesar luas penampang kabel sehingga nilai resistansi dan reaktansi tidak besar. Dengan demikian jatuh tegangan untuk gardu distribusi GNK 383 ini tidak merugikan PLN maupun konsumen, demikian halnya untuk mengurangi jatuh tegangan menjadi sangat kecil diperlukan usaha-usaha lain pada jaringan distribusi skunder sehingga tegangan yang diterima pada konsumen masih dapat dipergunakan dengan efektif.

IV. KESIMPULAN

Dari analisa perhitungan dan pengukuran yang dilakukan penulis berdasarkan teori dasar maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada perhitungan dan pengukuran di fasa R dan T jatuh tegangan diakibatkan oleh panjang penghantar.
2. Pada fasa S, jika dilihat dari perhitungan dan pengukuran jatuh tegangan disebabkan panjang penghantar serta faktor lain yaitu sambungan kabel yang tidak sempurna.
3. Dari data yang diperoleh penulis jatuh tegangan pada Gardu Distribusi GNK 383 tidak konstan karena beban berubah-ubah pemakaian energi listrik oleh konsumen yang berbeda-beda
4. Jatuh tegangan pada Gardu Distribusi GNK 383 terjadi pada malam hari karena aktivitas pemakaian beban oleh konsumen sangat tinggi.

V. SARAN

Adapun saran-saran yang dapat saya sampaikan kepada pihak PLN sesuai dengan tugas akhir saya ini yaitu :

1. Merubah Posisi Tap Charger pada Trafo

Dengan merubah posisi tap charger ini dapat membuat jatuh tegangan pada tiang ujung gardu distribusi GNK 383 menjadi tegangan yang normal sesuai dengan standar. Namun ada kekurangannya, yaitu pada tegangan pangkal akan melebihi tegangan nominal trafo yang mengakibatkan pelanggan-pelanggan yang dekat dengan Gardu Distribusi GNK 383 menerima tegangan yang melebihi standar yaitu +5%.

2. Memperbaiki Sambungan Kabel

Yaitu memperbaiki sambungan-sambungan yang longgar dengan cara mengganti konektor sistem baut dengan konektor sistem press. Karena menurut petugas PLN bapak Satiman selaku supervisor distribusi Area Samarinda bahwa konektor sistem press lebih baik dan telah terbukti daripada konektor sistem baut karena konektor press ini tidak mudah longgar.

REFERENSI

- [1] Anonim. Mesin Listrik 1. *Coursenote Semester 2 polnes*. Samarinda
- [2] Zuhaili. 1991. *Dasar Tenaga Listrik*. Bandung: ITB
- [3] Kadir, A. *Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik*. Jakarta : UI-Press.
- [4] Anonim. Mesin Listrik 1. *Coursenote Semester 2 polnes*. Samarinda
- [5] Sumanto, Drs.MA. *Teori Transformator*. Yogyakarta: Andi
- [6] PT. PLN (Persero).2010. *Buku 1 Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga listrik*.
- [7] PT. PLN (Persero).2010. *Buku 2 Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik*.
- [8] PT. PLN (Persero).2010. *Buku 4 Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*.
- [9] Standarisasi Perusahaan Listrik Negara 1-1995. *Tegangan-Tegangan Standar*.
- [10] Neidle, Michael.1982. *Teknologi Instalasi Listrik*. Jakarta : Erlangga.