



## Analisis Drop Tegangan Pada Gardu Distribusi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) PT.PLN (PERSERO) ULP KAREBOSI

<u>INFO PENULIS</u>	<u>INFO ARTIKEL</u>
Asmaul Universitas Muhammadiyah Makassar <a href="mailto:asmauld55@gmail.com">asmauld55@gmail.com</a>	ISSN: 3026-3603 Vol. 2, No. 2 Oktober 2024 <a href="http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst">http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajst</a>
Muhammad Rezky Anwar Universitas Muhammadiyah Makassar <a href="mailto:muhammadrezkyanwar04@gmail.com">muhammadrezkyanwar04@gmail.com</a>	
Abd. Hafid Universitas Muhammadiyah Makassar <a href="mailto:abdulhafif@uinsmuh.ac.id">abdulhafif@uinsmuh.ac.id</a>	
Andi Faharuddin Universitas Muhammadiyah Makassar <a href="mailto:afaharuddin@gmail.com">afaharuddin@gmail.com</a>	

© 2024 Arden Jaya Publisher All rights reserved

### **Saran Penulisan Referensi:**

Asmaul., Anwar, R.M., Hafid A., Faharuddin A. (2024). Analisis drop tegangan pada gardu distribusi jaringan tegangan rendah (JTR) PT.PLN (PERSERO) ULP KAREBOSI. *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (2), 222-233.

### **Abstrak**

Meningkatnya permintaan energi listrik dari tahun ke tahun menyebabkan rugi daya dan drop tegangan pada jaringan juga bertambah besar. Kerugian tersebut disebabkan oleh saluran yang cukup panjang serta beban yang terus bertambah, sehingga dalam penyaluran daya listrik tersebut akan terjadi drop tegangan sepanjang saluran yang dilaluinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui drop tegangan dan pengaruhnya terhadap konsumen serta bagaimana cara menanggulangnya. Penelitian ini dilaksanakan pada jaringan tegangan rendah pada PT. PLN (Persero) ULP KAREBOSI difokuskan pada beberapa gardu distribusi dengan analisa data yang diperoleh di lapangan menggunakan beberapa persamaan dasar. Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu besar tegangan dari pengiriman sampai tegangan yang sampai kekonsumen. Diharapkan diketahui dari penelitian ini besar drop tegangan, penyebab-penyebab drop tegangan, serta mendapatkan solusi untuk mengurangi jatuh tegangan tersebut.

**Kata kunci:** Jatuh Tegangan, Jaringan Tegangan Rendah, Gardu Distribusi Jaringan

### Abstract

The increasing demand for electrical energy from year to year causes power losses and voltage drops on the network to also increase. The loss is caused by a long enough channel and a growing load, so that in the distribution of electrical power there will be a voltage drop along the channel through which it passes. This study aims to determine the voltage drop and its effect on consumers and how to overcome it. This research was conducted on the low voltage network at PT PLN (Persero) ULP KAREBOSI focused on several distribution substations by analyzing the data obtained in the field using several basic equations. The data required in this study is the amount of voltage from delivery to the voltage that reaches the consumer. It is expected to know from this research the amount of voltage drop, the causes of voltage drop, and get a solution to reduce the voltage drop

**Keywords:** voltage drop, and low voltage network

### A. Pendahuluan

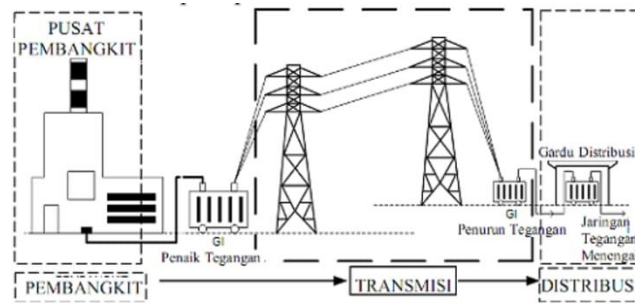
Energi listrik merupakan salah satu energi yang dibutuhkan oleh setiap orang pada saat ini. Energi listrik banyak digunakan masyarakat untuk segala kegiatan dan keperluan seperti di rumah tangga maupun di industri. Penyediaan dan penyaluran tenaga listrik di Indonesia di kelola langsung oleh PT.PLN (Persero) dalam penyediaan daya listrik. Kebutuhan masyarakat akan Energi listrik yang semakin meningkat dari tahun demi tahun, seiring dengan penambahan jumlah penduduk akan mengarah pada pembangunan permukiman, pengembangan pusat perdagangan dan pengembangan industri sehingga tingkat perekonomian masyarakat akan berubah sehingga mempengaruhi stok penyediaan energi listrik yang dikelola oleh Perusahaan Listrik Negara. Secara umum konsumen mengharapkan adanya sistem pelayanan tenaga listrik yang berkesinambungan dengan kualitas yang baik. Salah satu syarat kehandalan sistem catu daya adalah kualitas tegangan yang baik dan stabil. Meski kontinuitas pasokan energi listrik terjamin, belum tentu bisa menjaga kestabilan voltase.

Gardu distribusi merupakan sarana penyaluran tenaga listrik dari PLN ke pelanggan. dengan tegangan primer 20 KV lalu diubah oleh trafo menjadi tegangan sekunder 380 V (antar fasa) atau 220 V (fasa – netral). Pelanggan yang menggunakan ini adalah pelanggan TR, baik industri maupun rumah tangga. Salah satu permasalahan yang dihadapi pada distribusi tenaga listrik jaringan tegangan rendah adalah drop tegangan. Drop tegangan merupakan selisih tegangan pada sisi kirim dengan tegangan pada sisi terima. Masyarakat yang 2 berada di daerah yang jauh dari gardu distribusi cenderung menerima tegangan yang nilainya lebih kecil dari pada di daerah yang dekat dengan gardu distribusi. Menurut SPLN 1:1995, toleransi tegangan Saluran Pelayanan (SP) adalah +5% dari tegangan standar tegangan rendah pada sisi pangkal dan -10% pada sisi ujung.

Besar arus yang mengalir di sepanjang kabel pilin tegangan rendah (Low Voltage Tweested Cable = LVTC) tidaklah sama, karena beban-beban hanya dihubungkan pada tiang-tiang penopang jaringan saja. Jadi dapat dikatakan bahwa besar arus pada tiang pertama lebih besar dari besar arus di tiang kedua, dan seterusnya semakin kecil hingga tiang terakhir. Sementara besarnya rugi-rugi yang terjadi di sepanjang jaringan adalah kuadrat arus dikali tahanan total kabel jaringan. Karena besar arus berbeda-beda di sepanjang jaringan, maka sangat sulit menghitung drop tegangan keseluruhan dari kawat tersebut. Akibat dari beban terdistribusi tidak merata, panjang saluran penghantar terlalu jauh, maka jumlah ketiga arus fasa tidak lagi sama dengan nol, karena beban tidak setimbang sehingga pada kawat netral akan timbul arus yang mengalir dari penghantar netral ke elektronda bumi (grounding rod), sehingga timbul drop tegangan pada saluran penghantar dan rugi-rugi daya pada penghantar tersebut.

#### a. Pengertian Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi adalah satu bagian dalam sistem energi listrik, yaitu dimulai dari sumber daya atau pembangkit energi listrik hingga kepada para konsumen. di masa sekarang ini dimana kebutuhan akan energi listrik semakin tinggi, maka dibutuhkan suatu sistem pendistribusian tenaga listrik berasal pembangkit hingga pada para konsumen yg memiliki keandalan yg tinggi. Penyaluran listrik ke pelanggan secara skematis dapat digambarkan seperti di bawah ini.



**Gambar 2.1** skemapenyalaran tenaga listrik ke pelanggan

- b. **Klasifikasi Berdasarkan Nilai Tegangan**  
 Berdasarkan nilai tegangan, system distribusi tenaga listrik dibedakan menjadi dua macam yaitu, Distribusi Primer disebut juga tegangan menengah, yaitu jaringan yang dihubungkan gardu induk dengan gardu distribusi. Sistem ini memiliki tegangan sistem lebih tinggi dari tegangan terpakai untuk konsumen.
- a) **Gardu Distribusi Kios/Metal**  
 Gardu yang bangunan keseluruhannya terbuat dari plat besi dengan konstruksi seperti kios. Ukuran gardu 3 x 4 m. Peralatannya sama dengan gardu beton. Selain untuk pemasangan tetap, gardu kios juga digunakan untuk keperluan sementara/darurat (bersifat mobile/bergerak).
  - b) **Gardu Distribusi Portal**  
 Merupakan salah satu dari Jenis Kontruksi Gardu Tiang, Yaitu Gardu Distribusi Tenaga Listrik Tipe Terbuka (Out-door), dengan memakai kontruksi dua tiang atau lebih. Tempat kedudukan Transformator sekurang kurangnya 3 meter di atas permukaan tanah. Dengan sistem proteksi di bagian atas dan Papan Hubung Bagi Tegangan di bagian bawah untuk memudahkan kerja teknis dan pemeliharaan.
  - c) **Gardu Distribusi Cantol / Kontrol**  
 Merupakan salah satu dari dua Jenis Kontruksi Gardu Tiang. Yaitu Tipe Gardu Distribusi Tenaga Listrik dengan Transformator, proteksi, dan Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHBTR) di cantokan atau dipasang langsung pada satu tiang yang memiliki kekuatan minimal 500.
- c. **Jaringan Tegangan Rendah (JTR)**  
 Jaringan Tegangan Rendah ialah jaringan tenaga listrik dengan tegangan rendah yang mencakup seluruh bagian jaringan tersebut beserta perlengkapannya. dari sumber penyaluran tegangan rendah tidak termasuk SLTR. Sedangkan Sambungun tenaga listrik tegangan rendah (SLTR) ialah penghantar di bawah atau di atas tanah termasuk peralatannya mulai dari titik penyambungan pada JTR sampai dengan alat pembatas dan pengukur (App).
- a) **Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR).** Jenis penghantar yang dipakai adalah kabel telanjang (tanpa isolasi) seperti kabel AAAC dan kabel ACSR.
  - b) **Saluran Kabel Udara Tegangan Rendah (SKUTR).** Jenis penghantar yang dipakai adalah kabel berisolasi seperti kabel LVTC (Low Voltage Twisted Cable). Ukuran kabel LVTC adalah: 2 x 10 mm<sup>2</sup>, 2 x 16 mm<sup>2</sup>, 2,4 x 25 mm<sup>2</sup>, 3 x 35 mm<sup>2</sup>, 3 x 50 mm<sup>2</sup>, 3 x 70 mm<sup>2</sup>.
- d. **Drop Tegangan Atau Jatuh Tegangan**  
 Menurut definisi, tegangan adalah ukuran gaya listrik antara dua titik yang menggerakkan arus. Dan, jatuh tegangan adalah besarnya rugi tegangan yang terjadi melalui seluruh atau sebagian rangkaian karena impedansi. Terjadinya jatuh tegangan bisa dicegah atau ditiadakan. Jatuh tegangan dalam rangkaian listrik biasanya terjadi ketika arus melewati kabel. Ini terkait dengan resistansi atau impedansi terhadap aliran arus dengan elem pasif di sirkuit termasuk kabel, kontak, dan konektor yang mempengaruhi tingkat penyusutan tegangan. Semakin panjang rangkaian atau panjang kabel maka tegangan yang hilang semakin besar.
- e. **Penyebab Terjadinya Jatuh Tegangan**  
 Tegangan drop terjadi karena adanya ketidak sesuaian dari faktor fisik komponen seperti panjang kabel, diameter kabel, tahanan dalam, dan kapasitas. Makin panjang sebuah konduktor (penghantar arus listrik, dalam hal ini kabel), maka nilai tahanan dalamnya akan makin besar. Dengan begitu, risiko terjadinya tegangan drop pun turut makin besar.

Sementara itu, makin besar luas penampang konduktor (dalam hal ini adalah diameter kabel), makin kecil nilai tahanan dalamnya. Makin besar luas penampang kabel, maka risiko tegangan drop pun makin kecil. Di samping ukuran panjang dan diameter kabel, jenis konduktor (bagian yang ada di dalam lapisan kulit kabel) juga sangat berpengaruh. Daya hantar tiap material berbeda-beda. Adapun emas dan perak adalah penghantar yang sangat baik, tetapi sangat jarang digunakan karena biayanya yang mahal. Sebagai gantinya, aluminium dan tembaga jadi pilihan yang paling lazim. Namun apabila dilakukan komparasi, tembaga punya daya hantar yang lebih baik dibandingkan aluminium. Dengan begitu, apabila panjang dan diameter konduktor antara aluminium dan tembaga sama, maka tegangan drop di bahan tembaga lebih kecil sehingga kualitasnya lebih baik.

f. Cara Menghitung Jatuh Tegangan

Sebenarnya secara sederhana voltage drop dapat di hitung dengan mengurangi tegangan awal sebelum beban di hidupkan. Semisal mengukur voltage drop lampu kepala, maka voltage drop adalah pengurangan tegangan baterai saat lampu mati dengan tegangan baterai pada saat lampu kepala dinyalakan. Secara sederhana cara menghitung voltage drop sangat sederhana.

g. Pengaturan Tegangan Dan Drop Tegangan

Pengaturan tegangan dan turun tegangan menurut SPLN (Standar PLN No.72 tahun 1987 Pasal 4) mengenai spesifikasi desain untuk jaringan tegangan menengah (JTM) dan jaringan tegangan rendah (JTR) adalah sebagai berikut:

a) Turun tegangan pada JTM yang diperbolehkan:

- 2% dari tegangan kerja sebagaimana tercantum pada ayat 22 bagi sistem yang tidak memanfaatkan STB yaitu sistem spindel dan gugus.
- 5% dari tegangan kerja bagi sistem yang memanfaatkan STB yaitu sistem radial di atas tanah dan sistem simpul.

b) Turun tegangan pada transformator distribusi dibolehkan 3% dari tegangan kerja.

c) Turun tegangan pada STR dibolehkan sampai 4% dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban.

d) Turun tegangan pada SR dibolehkan 1% dari tegangan nominal. Drop tegangan yang diijinkan untuk sistem spindel tidak melebihi 2% dari tegangan nominalnya, sedangkan untuk sistem radial *drop* tegangan yang diijinkan mencapai 5%.

h. Upaya Mengatasi Jatuh Tegangan (Cara Penekanan)

Usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi jatuh tegangan pada sistem distribusi listrik antara lain:

a) Memilih ukuran penghantar atau jenis penghantar yang digunakan harus sesuai untuk kondisi pembebanan jaringan tersebut dan sesuai dengan kemampuan hantar arus untuk memperpendek jarak lintas jaringan.

b) Mengatur letak beban sehingga jatuh tegangan pada titik-titik percabangan ke beban masih dalam batas yang diijinkan (Batas tegangan jatuh yang diijinkan pada kondisi beban penuh sebesar 4% untuk jaringan tegangan rendah) sesuai SPLN No.72 tahun 1987.

c) Pemilihan penggunaan trafo distribusi yang sesuai dengan kondisi faktor beban, dengan mempertimbangkan kemungkinan (perluasan) pada lokasi yang dilayani. Dalam hubungannya untuk menjaga agar tegangan jatuh yang sampai pada konsumen sekecil mungkin.

d) Pemilihan tegangan pada jaringan ditentukan oleh besarnya beban dan jarak penyaluran dayanya.

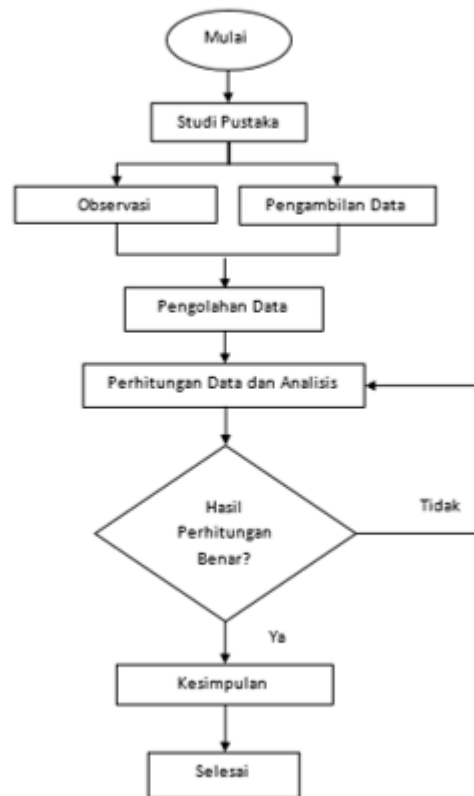
e) Pemerataan beban pada jaringan tegangan rendah dilakukan dengan cara memindahkan beban (sambungan rumah) dari phase yang berat ke phase yang lebih ringan. Pemindahan sebagian tarikan SR deret ke SR yang lebih dekat agar tidak ada penurunan kinerja alat yang dapat menyebabkan losses sehingga keoptimalan trafo distribusi tetap terjaga.

## B. Metodologi

Lokasi yang akan dilakukan penelitian adalah pada gardu distribusi, jaringan tegangan rendah di PT.PLN (Persero) ULP Karebosi. Waktu yang diperlukan penulis untuk melakukan

penelitian adalah selama 2 bulan dengan perencanaan mulai dari bulan Januari 2024 sampai dengan Februari 2024 sesuai dengan waktu di rencanakannya penelitian.

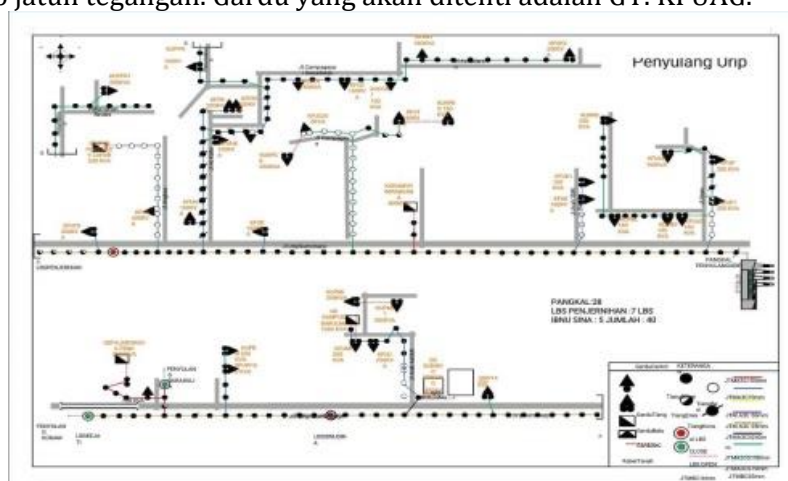
Sumber data dalam penelitian ini adalah sumber data primer dan data sekunder. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah studi pustaka, observasi dan wawancara. Teknik analisa data yang digunakan dalam penulisan proposal ini adalah teknik analisis data deskriptif, yaitu dengan cara mendiskripsikan dan menggambarkan data yang diperoleh dari lokasi penelitian, kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan presentase kemudian di narasikan. Langkah-langkah prosedur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Berikut:



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

### C. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, penulis melakukan pengambilan data sambungan arus lemah pada penyulang urip GT. KFUAG. Penyulang ini terletak di jalan Kesadaran Raya, di area pelayanan PT PLN (Persero) ULP Karebosi. Hal-hal yang diteliti adalah tegangan pangkal jaringan tegangan rendah pada PHB-TR dan tegangan ujung jaringan tegangan rendah. Kemudian dihitung nilai jatuh tegangan pada gardu distribusi dan dilakukan pengukuran beban trafo untuk mencari faktor penyebab jatuh tegangan. Gardu yang akan diteliti adalah GT. KFUAG.



**Gambar 4.1** Single Line Penyulang Urip

## a. GT. KFUAG Sebelum Perbaikan

Pada tabel 4.1 dapat dilihat hasil pengukuran pada gardu GT. KFUAG berupa hasil pengukuran pada pangkal JTR (PHB-TR) dan pada ujung jaringan. Serta pada tabel 4.2 dapat dilihat hasil pengukuran beban transformator masing-masing jurusan.

**Tabel 4.1** Beban trafo pada gardu GT. KFUAG sebelum perbaikan

Kode Gardu	Lokasi	Fase	Tegangan Panel (V)	Tegangan Ujung Jaringan (V)
GT. KFUAG	Jl. Kesadaran Raya	R	228	205
		S	224	203
		T	226	204

**Tabel 4.2** Beban trafo pada gardu GT. KFUAG sebelum perbaikan

Data Trafo		Panjang Kabel	Penampang	Hasil Pengukuran Beban (A)		
KAP	PRIM/SEK			R	S	T
160 KVA	20KV / 250 V	450 M	A (LVTC 3X35 +1X50 mm <sup>2</sup> )	73	101	76
			B (LVTC 3X35+1X50 mm <sup>2</sup> )	117	79	120
			TOTAL	190	180	196

## b. GT. KFUAG Setelah Perbaikan

Pada tabel 4.3 dapat dilihat hasil pengukuran pada gardu GT. KFUAG berupa hasil pengukuran pada pangkal JTR (PHB-TR) dan pada ujung jaringan. Serta pada tabel 4.4 dapat dilihat hasil pengukuran beban transformator masing-masing jurusan.

**Tabel 4.3** Beban trafo pada gardu GT. KFUAG setelah perbaikan

Kode Gardu	Lokasi	Fase	Tegangan Panel (V)	Tegangan Ujung Jaringan (V)
GT. KFUAG	Jl. Kesadaran Raya	R	230	221
		S	229	220
		T	231	221

**Tabel 4.4** Beban trafo pada gardu GT. KFUAG setelah perbaikan

Data Trafo		Panjang Kabel	Penampang	Hasil Pengukuran Beban A		
KAP	PRIM/SEK			R	S	T
160 KVA	25 KV / 250 V	150	A (LVTC 3X70 + 50 mm <sup>2</sup> )	87	112	68
			B (LVTC 3X70 + 50 mm <sup>2</sup> )	116	75	126

TOTAL                      203        187        194

**Tabel 4.5** Karakteristik Ukuran penghantar Aluminium JTR pada kabel Twisted

penghantar		KHA (A)	Resistansi Penghantar Pada 20°C (OHM/KM)		Reaktansi Pada F =50HZ (OHM/KM)
Jenis	Ukuran		Fase	Netral	
KABEL Tiwisted	3x35+1x50 <i>mm</i> <sup>2</sup>	125	0,867	0,581	0,3790
	3x50+1x50 <i>mm</i> <sup>2</sup>	154	0,641	0,581	0,3678
	3x70+1x50 <i>mm</i> <sup>2</sup>	196	0,443	0,581	0,3572
	3x95+1x50 <i>mm</i> <sup>2</sup>	242	0,308	0,581	0,3449

a. Persamaan 1

Perhitungan Persentase jatuh tegangan akan dihitung secara manual setelah tegangan di pangtkal JTR dan tegangan di ujung JTR diukur dan dicatat. Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut. GT.KFUAG sebelum perbaikan

a) GT. KFUG sebelum perbaikan

Hasil dari perhitungan persentase jatuh tegangan pada gardu distribusi GT.KFUAG, seperti yang ditunjukkan oleh tabel 4.1, adalah

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

$$\Delta V_r = \frac{228 - 205}{228} 100\% = 10.08\%$$

$$\Delta V_s = \frac{224 - 203}{224} 100\% = 9.37\%$$

$$\Delta V_t = \frac{226 - 204}{226} 100\% = 9.29\%$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai persentase drop tegangan setiap fase pada gardu distribusi GT. KFUG sebelum perbaikan, yaitu:

1. Pada fase R persentase *drop* tegangan dari hasil perhitungan didapatkan hasil 10.08% yang berarti sudah tidak sesuai dengan standar *drop* tegangan yaitu 5 %.
2. Pada fase S persentase *drop* tegangan dari hasil perhitungan didapatkan hasil 937% yang berarti sudah tidak sesuai dengan standar *drop* tegangan yaitu 5 %.
3. Pada fase T persentase *drop* tegangan dari hasil perhitungan didapatkan hasil 9.29% yang berarti sudah tidak sesuai dengan standar *drop* tegangan yaitu 5 %.

b) GT. KFUG sesudah perbaikan

Hasil dari perhitungan persentase jatuh tegangan pada gardu distribusi GT.KFUAG, seperti yang ditunjukkan oleh tabel 4.3, adalah:

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

$$\Delta V_r = \frac{230 - 221}{230} 100\% = 3.91\%$$

$$\Delta V_s = \frac{229 - 220}{229} 100\% = 3.93\%$$

$$\Delta V_t = \frac{231 - 221}{231} 100\% = 4.32\%$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai persentase drop tegangan setiap fase pada gardu distribusi GT. KFUAG sebelum perbaikan, yaitu:

1. Pada fase R persentase *drop* tegangan dari hasil perhitungan didapatkan hasil 3.91% yang berarti sudah sesuai dengan standar *drop* tegangan yaitu 5 %.
2. Pada fase S persentase *drop* tegangan dari hasil perhitungan didapatkan hasil 3.93% yang berarti sudah sesuai dengan standar *drop* tegangan yaitu 5 %.
3. Pada fase T persentase *drop* tegangan dari hasil perhitungan didapatkan hasil 4.32% yang berarti sudah sesuai dengan standar *drop* tegangan yaitu 5 %.

b. Persamaan 2

Perhitungan drop tegangan Panjang saluran, arus, penampang saluran, dan konduktivitas bahan penghantar merupakan variabel yang diperlukan dalam perhitungan ini untuk menentukan nilai jatuh tegangan. Saluran pada penelitian ini memiliki penampang  $3 \times 35 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$  dengan total panjang 450 m sebelum perbaikan. Sedangkan saluran yang telah diperbaiki memiliki panjang total 150 m dan penampang  $3 \times 70 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$ . Berikut ini adalah hasil perhitungannya.

a) GT. KFUAG Sebelum Perbaikan

**Fase R**

LVTC  $3 \times 35 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$

$$V_R = 228 \angle 0^\circ \text{ Volt}$$

$$I_R = 73 \text{ Amper}$$

Panjang kabel: 450 m = 0.45 km

Untuk R (resistansi)

$$R_{resistansi} = R_{resistansi} \times L_{saluran}$$

$$R_{resistansi} = 0,867 \Omega/\text{km} \times 0,45 \text{ km} = 0,39015$$

Untuk X (reaktansi)

$$X_{reaktansi} = X_{reaktansi} \times L_{saluran}$$

$$X_{reaktansi} = 0,3790 \Omega/\text{km} \times 0.45 \text{ km} = 0.17055$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$\Delta Z = 0.39015 + j \times 0.17055$$

$$= 0.4199 \angle 23^\circ$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$= 73 \times 0.4199$$

$$= 30.6527 \text{ Volt}$$

$$\text{Jadi } V_{penerima} = 228 - 30.6527 = 197.3473 \text{ Volt}$$

**Fase S**

LVTC  $3 \times 35 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$

$$V_R = 224 \angle 0^\circ \text{ Volt}$$

$$I_R = 101 \text{ Amper}$$

Panjang kabel: 450 m = 0.45 km

Untuk R (resistansi)

$$R_{resistansi} = R_{resistansi} \times L_{saluran}$$

$$R_{resistansi} = 0,867 \Omega/\text{km} \times 0,45 \text{ km} = 0,39015$$

Untuk X (reaktansi)

$$X_{reaktansi} = X_{reaktansi} \times L_{saluran}$$

$$X_{reaktansi} = 0,3790 \Omega/\text{km} \times 0.45 \text{ km} = 0.17055$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$\Delta Z = 0.39015 + j \times 0.17055$$

$$= 0.4199 \angle 23^\circ$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$= 101 \times 0.4199$$

$$= 42.4099 \text{ Volt}$$

$$\text{Jadi } V_{penerima} = 224 - 40.9311 = 181.5901 \text{ Volt}$$

**Fase T**

LVTC  $3 \times 35 + 1 \times 50 \text{ mm}^2$

$$V_R = 226 \angle 0^\circ \text{ Volt}$$



$$I_R = 76 \text{ Amper}$$

Panjang kabel: 450 m = 0.45 km

Untuk R (resistansi)

$$R_{resistansi} = R_{resistansi} \times L_{saluran}$$

$$R_{resistansi} = 0,867 \Omega/\text{km} \times 0,45 \text{ km} = 0,39015$$

Untuk X (reaktansi)

$$X_{reaktansi} = X_{reaktansi} \times L_{saluran}$$

$$X_{reaktansi} = 0,3790 \Omega/\text{km} \times 0,45 \text{ km} = 0,17055$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$\Delta Z = 0,39015 + j0,17055$$

$$= 0,4199 \angle 23^\circ$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$= 76 \times 0,4199$$

$$= 31,9124 \text{ Volt}$$

$$\text{Jadi } V_{penerima} = 226 - 31,9124 = 194,0876 \text{ Volt}$$

Untuk menentukan persentase jatuh tegangan sebelum perbaikan, maka hasil dari perhitungan berikut ini:

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

$$\Delta V_r = \frac{228 - 197,3473}{228} \times 100\% = 13,47\%$$

$$\Delta V_s = \frac{224 - 181,5901}{224} \times 100\% = 18,91\%$$

$$\Delta V_t = \frac{226 - 194,0876}{226} \times 100\% = 14,11\%$$

**Tabel 4.6** Persentase drop masing-masing fasa sebelum perbaikan

No	Saluran	Tegangan Sumber	Tegangan Ujung	Persentase Drop
1	R	228	205	13.37%
2	S	224	203	18.91%
3	T	226	204	14.11%

b) GT. KFUAG sesudah perbaikan

**Fase R**

LVTC 3X70+1X50 mm<sup>2</sup>

$$V_R = 230 \angle 0^\circ \text{ Volt}$$

$$I_R = 87 \text{ Amper}$$

Panjang Kabel: 150 m = 0.15 km

Untuk R (resistansi)

$$R_{resistansi} = R_{resistansi} \times L_{saluran}$$

$$R_{resistansi} = 0,443 \Omega/\text{km} \times 0,15 \text{ km} = 0,06645$$

Untuk X (reaktansi)

$$X_{reaktansi} = X_{reaktansi} \times L_{saluran}$$

$$X_{reaktansi} = 0,3572 \Omega/\text{km} \times 0,15 \text{ km} = 0,05358$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$\Delta Z = 0,06645 + j0,05358$$

$$= 0,0853 \angle 38^\circ$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$= 87 \times 0,0853$$

$$= 7,4211 \text{ Volt}$$

$$\text{Jadi } V_{penerima} = 230 - 7,4211 = 222,57 \text{ Volt}$$

**Fase S**

LVTC 3X70+1X50 mm<sup>2</sup>

$$V_R = 229 \angle 0^\circ \text{ Volt}$$

$$I_R = 112 \text{ Amper}$$

Panjang Kabel: 150 m = 0.15 km

Untuk R (resistansi)

$$R_{resistansi} = R_{resistansi} \times L_{saluran}$$

$$R_{resistansi} = 0,443 \Omega/\text{km} \times 0,15 \text{ km} = 0,06645$$

Untuk X (reaktansi)

$$X_{reaktansi} = X_{reaktansi} \times L_{saluran}$$

$$X_{reaktansi} = 0,3572 \Omega/\text{km} \times 0,15 \text{ km} = 0,05358$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$\Delta Z = 0,06645 + j0,05358$$

$$= 0,0853 \angle 38^\circ$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$= 112 \times 0,0853$$

$$= 9,5536 \text{ Volt}$$

$$\text{Jadi } V_{penerima} = 229 - 9,5536 = 219,44 \text{ Volt}$$

### Fase T

LVTC 3X70+1X50 mm<sup>2</sup>

$$V_R = 231 \angle 0^\circ \text{ Volt}$$

$$I_R = 68 \text{ Amper}$$

Panjang Kabel: 150 m = 0.15 km

Untuk R (resistansi)

$$R_{resistansi} = R_{resistansi} \times L_{saluran}$$

$$R_{resistansi} = 0,443 \Omega/\text{km} \times 0,15 \text{ km} = 0,06645$$

Untuk X (reaktansi)

$$X_{reaktansi} = X_{reaktansi} \times L_{saluran}$$

$$X_{reaktansi} = 0,3572 \Omega/\text{km} \times 0,15 \text{ km} = 0,05358$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$\Delta Z = 0,06645 + j0,05358$$

$$= 0,0853 \angle 38^\circ$$

$$|\Delta v| = |I| \cdot |Z|$$

$$= 68 \times 0,0853$$

$$= 5,8004 \text{ Volt}$$

$$\text{Jadi } V_{penerima} = 231 - 5,8004 = 225,19 \text{ Volt}$$

Untuk menentukan persentase jatuh tegangan setelah perbaikan, maka hasil dari perhitungan berikut ini:

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

$$\Delta V_r = \frac{230 - 222,57}{230} \times 100\% = 3,23\%$$

$$\Delta V_s = \frac{229 - 219,446}{229} \times 100\% = 4,17\%$$

$$\Delta V_t = \frac{231 - 225,1996}{231} \times 100\% = 2,59\%$$

**Tabel 4.7** Persentase drop masing-masing fasa sebelum perbaikan

No	Saluran	Tegangan Sumber	Tegangan Ujung	Persentase Drop
1	R	230	221	3.23%
2	S	229	220	4.17%
3	T	231	221	2.59%

**Tabel 4.8** Perbandingan persentase penurunan tegangan antara pengukuran observasi dan pengukuran teoritis sebelum perbaikan

No	Saluran	Tegangan Sumber (V)	Persentase Drop Pengamatan	Persentase Drop Teoritis
1	R	228	10.08%	13.37%
2	S	224	9.37%	18.91%
3	T	226	9.29%	14.11%

**Tabel 4.9** Perbandingan persentase penurunan tegangan antara pengukuran observasi dan pengukuran teoritis setelah perbaikan

No	Saluran	Tegangan Sumber (V)	Persentase Drop Pengamatan	Persentase Drop Teoritis
1	R	230	3.91%	3.23%
2	S	229	3.93%	4.17%
3	T	231	4.32%	2.59%

c. Persamaan 3

Perhitungan nilai total arus netral

a) GT. KFUAG Sebelum perbaikan

$$I_R = 190$$

$$I_S = 180$$

$$I_T = 196$$

$$\begin{aligned} I_N &= I_R \angle 0^\circ + I_S \angle 240^\circ + I_T \angle 120^\circ \\ &= 190 \angle 0^\circ + 180 \angle 240^\circ + 196 \angle 120^\circ \\ &= 190 - 90 - j155,88 - 98 + j169,74 \\ &= 2 - 13,86j \\ &= 14 \angle 81,79^\circ A \end{aligned}$$

b) GT. KFUAG Sesudah perbaikan

$$I_R = 203$$

$$I_S = 187$$

$$I_T = 194$$

$$\begin{aligned} I_N &= I_R \angle 0^\circ + I_S \angle 240^\circ + I_T \angle 120^\circ \\ &= 203 \angle 0^\circ + 187 \angle 240^\circ + 194 \angle 120^\circ \\ &= 203 - 93 - j161,95 - 97 + j168,01 \\ &= 12,5 - 6,11j \\ &= 13,91 \angle 26,05^\circ A \end{aligned}$$

Faktor yang menyebabkan terjadinya jatuh tegangan yaitu, panjang saluran, diameter dan penghantar. Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa staf teknik PT PLN (Persero) ULP KAREBOSI, faktor penyebab jatuh tegangan pada gardu yang diteliti disebabkan karena panjang atau jarak jaringan dari tiang ke tiang, luas penampang dan jenis sambungan kabel rumah seri yang banyak yang sudah melebihi standar jatuh tegangan. Adapun solusi yang dilakukan adalah dengan menambahkan jaringan tegangan rendah dan memperbesar ukuran penampang kabel agar dapat mengurangi jumlah sambungan rumah (SR) dan dengan adanya penambahan jaringan tegangan rendah, Maka sambungan rumah (SR) yang ada di dalam rangkaian tersebut, tidak hanya menempel pada satu tiang saja, sehingga dapat mengurangi nilai jatuh tegangan yang terjadi.

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh pembahasan yang dikemukakan pada bab sebelumnya dan dari hasil perhitungan yang telah diperoleh pada bab iv, maka dapat diambil beberapa kesimpulan jatuh tegangan yang terjadi pada jaringan tegangan rendah PT.PLN (Persero) ULP KAREBOSI yaitu. Besar nilai jatuh tegangan pada jaringan tegangan rendah PT.PLN(Persero) ULP KAREBOSI berbeda disetiap phasa pada gardu GT. KFUAG Dimana hasil perhitungan secara pengamatan Persentase jatuh tegangan sebelum perbaikan yang terletak pada halaman 29, pada phasa R sebesar 10,08%, phasa S sebesar 9,37%, dan phasa T sebesar 9,29%. Persentase jatuh tegangan

setelah perbaikan yang terletak pada halaman 30, pada fasa R sebesar 3.91%, fasa S sebesar 3.93%, dan fasa T sebesar 4.32%. Sedangkan untuk hasil perhitungan secara teori Persentase jatuh tegangan sebelum perbaikan yang terletak pada halaman 34, pada fasa R sebesar 13.47%, fasa S sebesar 18.91%, dan fasa T sebesar 14.11%. Persentase jatuh tegangan setelah perbaikan yang terletak pada halaman 37, pada fasa R sebesar 3.23%, fasa S sebesar 4.17%, dan fasa T sebesar 2.59%. Adapun penyebab terjadinya jatuh tegangan di PT.PLN (Persero) ULP KAREBOSI yaitu sambungan rumah seri banyak yang tidak sesuai standar, jarak kabel yang terlalu jauh, ukuran dan jenis kabelnya.

## E. Referensi

- Angkouw, B. J., Tumaliang, H., & Tulung, N. M. (2023). Analisa Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Jaringan Distribusi Area Minahasa Utara.
- Ariola, A. ANALISIS DROP TEGANGAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH PT. PLN (Persero) ULP KUTACANE.
- Arismunandar, A. (1993). Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik (Jilid kedua) Saluran Transmisi. *Pradya Paramita, Jakarta*.
- Berahim, H. (2011). *Teknik tenaga listrik dasar*. Graha Ilmu.
- Makangiras, O. (2016). *Pemeliharaan Gardu Distribusi* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Manado).
- Rahmat, M. S. (2017). *Analisis Jatuh Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah di PT. PLN (persero) Rayon Panakkukang* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang).
- Saopna, I., Kelsaba, J. A., Hafid, A., & Zainuddin, Z. (2023). EVALUASI JATUH TEGANGAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH PT. PLN (PERSERO) ULP MATTOANGING. *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(12), 31-40.
- SPLN No.72. 1987.Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) Dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR). Jakarta. Departemen Pertambangan Dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- SPLN No.74. 1987.Standar Listrik Pedesaan. Jakarta.Departemen Pertambangan Dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara.
- Suhadi dkk. 2008. Teknik Distribusi Tenaga Listrik. Jilid. I Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Suprianto, S. (2018). Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT. PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 3(2), 64-72.