

# *Voltage Improvement on the 20kV Feeder Tinoring Distribution Line*

Perbaikan Tegangan Pada Saluran Distribusi 20kV Feeder Tinoring

Ahasweros Mampori, Sartje Silimang, Meita Rumbayan

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

Email : [ahasweros21@gmail.com](mailto:ahasweros21@gmail.com) , [sartje.silimang@unsrat.ac.id](mailto:sartje.silimang@unsrat.ac.id) , [meitarumbayan@unsrat.ac.id](mailto:meitarumbayan@unsrat.ac.id)

Received: 10 October 2022 ; revised :31 December 2022 ; accepted : 10 February 2023

*Abstract* — *One of the problems in the distribution of electric power is the voltage drop that occurs in the distribution process. Voltage drop is a voltage drop starting from the feeder source to the end of the line. There are several causes that can result in a voltage drop, one of which is the resistance and inductance along the line which can cause voltage losses and will reduce the amount of voltage reaching the end of the line. Apart from that, the farther the distance from the voltage source to the end of the line, the more voltage losses that occur in the power distribution line. And also that affects is the amount of load used by the consumer itself . Therefore, the purpose of this study is to find out how to improve the quality of the voltage or reduce the voltage drop on the power distribution line.*

*To solve the problem of voltage drop, in this study using the analysis method of calculating the voltage drop and using uprating conductor method for the solution which initially used a conductor with an area of 70mm replaced with a 150mm conductor. After analyzing and calculating the voltage drop before and after the replacement of the conductor, the results obtained are, for the voltage drop in the Tinoring Feeder of 6.165%. For solutions with conductor replacement, the voltage drop value is 3.8%. This shows that replacing the conductor area with a larger size can solve the problem of voltage drop in the distribution of electric power.*

**Keywords:** *Distribution of electric power, Improving voltage quality, Replacement of conductors, Voltage drop.*

*Abstrak* — *Salah satu masalah pendistribusian tenaga listrik adalah adanya jatuh tegangan yang terjadi dalam proses pendistribusian. Jatuh tegangan merupakan penurunan tegangan yang dimulai dari sumber penyulang sampai di ujung saluran. Ada beberapa penyebab yang dapat mengakibatkan terjadinya jatuh tegangan salahsatunya adalah adanya resistansi dan induktansi sepanjang saluran yang dapat menyebabkan terjadinya rugi-rugi tegangan dan akan mengurangi jumlah tegangan sampai di ujung saluran. Selain dari itu semakin jauh jarak sumber tegangan sampai ke ujung saluran maka semakin banyak pula rugi tegangan yang terjadi dalam saluran pendistribusian tenaga listrik . Dan juga yang mempengaruhi adalah jumlah beban yang digunakan oleh konsumen itu sendiri . Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cara untuk memperbaiki kualitas tegangan atau mengurangi jatuh tegangan pada saluran pendistribusian tenaga listrik.*

*Untuk mengatasi masalah jatuh tegangan, dalam penelitian ini menggunakan metode analisa perhitungan jatuh tegangan dan menggunakan solusi penggantian luas penghantar yang awalnya menggunakan penghantar dengan luas 70mm diganti dengan penghantar 150mm . Setelah melakukan analisa dan perhitungan jatuh tegangan sebelum*

*dan sesudah penggantian penghantar , maka di peroleh hasil yaitu, untuk jatuh tegangan di penyulang Feeder Tinoring Sebesar 6,165 %. Untuk solusi dengan penggantian penghantar diperoleh nilai jatuh tegangan sebesar 3,8 %. Ini menunjukkan bahwa penggantian luas penghantar dengan ukuran yang lebih besar dapat mengatasi masalah jatuh tegangan dalam pendistribusian tenaga listrik.*

**Kata Kunci :** *Jatuh Tegangan, Memperbaiki kualitas tegangan, Pendistribusian tenaga listrik , Penggantian penghantar.*

## I.PENDAHULUAN

Tenaga listrik adalah hal yang telah menjadi kebutuhan dasar dalam hidup manusia. Maka dari itu kebutuhan tersebut harus disediakan dengan mutu tenaga listrik yang baik, salah satunya dapat tercermin pada nilai tegangan pelayanan dan kesinambungan pasokannya

Salah satu kendala pendistribusian tenaga listrik adalah adanya penurunan tegangan atau jatuh tegangan yang terjadi dalam proses pendistribusian tenaga listrik [1] . Jatuh tegangan merupakan penurunan tegangan yang dimulai dari sumber penyulang sampai di ujung saluran jaringan tegangan menengah. Fenomena ini di disebabkan karena kawat saluran yang mempunyai nilai resistansi, induktansi dan kapasitansi sepanjang saluran, maka akan terjadi penurunan tegangan. Jika beban reaktif induktif semakin tinggi maka akan mengakibatkan jatuh tegangan, lebih besar dan juga memperbesar rugi-rugi daya, serta menurunkan kualitas penyaluran daya [2].

Secara umum sistem penyaluran listrik tegangan menengah disalurkan melalui penghantar berupa kawat yang terbuat dari aluminium. Salah satu persyaratan penting dalam merencanakan suatu jaringan distribusi yang harus di perhatikan adalah masalah kualitas saluran, dan kontinuitas pelayanan yang baik ke konsumen. karena pada penghantar memiliki impedansi maka pemilihan penghantar untuk tegangan menengah penting untuk diperhatikan.

### A. Penelitian Terkait

Klasifikasi pada jaringan distribusi tenaga listrik berdasarkan letak jaringan terhadap posisi gardu distribusi dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu: Jaringan distribusi primer (jaringan distribusi tegangan menengah) dan Jaringan distribusi sekunder (jaringan distribusi tegangan rendah) [3].

Jaringan distribusi primer (JDTM) merupakan suatu jaringan yang letaknya sebelum gardu ditribusi berfungsi

untuk menyalurkan tenaga listrik bertegangan menengah seperti tegangan 6 kV atau 20kV. Hantaran dapat berupa kabel dalam tanah atau saluran/kawat udara yang menghubungkan gardu induk (sekunder trafo) ke gardu distribusi atau gardu hubung (sisi primer trafo) didistribusi.[4].

Jaringan distribusi sekunder (JDTR) adalah suatu jaringan yang letaknya setelah gardu distribusi berfungsi menyalurkan tenaga listrik bertegangan rendah (misalnya 220 V/380 V) [5]. Hantaran berupa kawat udara atau kabel tanah yang menghubungkan dari gardu distribusi (sisi sekunder trafo distribusi) ke tempat konsumen atau pemakai (misalnya industri atau rumah – rumah).

Saluran distribusi dapat digambarkan melalui suatu model ekivalen dengan menggunakan parameter rangkaian pada suatu basis per fasa [6]. Tegangan terminal dapat digambarkan dari satu saluran ke netral, arus dari satu fasa saluran sehingga sistem distribusi tiga fasa berkurang menjadi ekivalen sistem distribusi fasa tunggal. Menurut Stevenson (1996) model saluran distribusi digunakan untuk menghitung nilai arus, tegangan, dan aliran daya yang dipengaruhi oleh panjang saluran. Model saluran distribusi diperoleh dengan mengalikan impedansi saluran persatuan panjang dengan panjang saluran.

#### B. Sistem Distribusi Tenaga Listrik 20 kV

Sistem ini berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya besar sampai ke beban atau pemakai tenaga listrik [7]. Struktur sistem jaringan distribusi tenaga listrik 20 kV terdiri atas: pertama JTM (Jaringan Tegangan Menengah), terbagi menjadi SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah, dan SKTM (Saluran Kabel Tegangan Menengah). Yang kedua GTT (Gardu Trafo Tiang). Ketiga yaitu JTR (Jaringan Tegangan Rendah) yang terbagi dua yaitu SUTR (Saluran Udara Tegangan Rendah) dan SKTR (Saluran Kabel Tegangan Rendah). Terakhir SR (Sambungan Rumah)

Komponen sistem jaringan distribusi terdiri dari: sistem sub-transmisi, gardu induk distribusi, penyulang primer, trafo distribusi, rangkaian sekunder dan service drop

Untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik baik berupa pusat pembangkit atau Gardu Induk (GI) sampai ke pusat beban, digunakan jaringan tegangan menengah 20 kV (Jaringan Distribusi Primer) [8]. Dalam pengoperasiannya, jaringan distribusi primer ini akan dibebani sesuai dengan pertumbuhan beban sampai pada kapasitas daya maksimum yang dialirkan pada jaringan tersebut. Letak dari jaringan distribusi primer yaitu terletak diantara jaringan sub-transmisi dan jaringan distribusi tegangan rendah atau jaringan distribusi sekunder

Jaringan transmisi dan jaringan distribusi pada sistem tenaga listrik berfungsi sebagai sarana untuk menyalurkan tenaga listrik yang dihasilkan dari pusat pembangkit listrik ke pusat-pusat beban [9]. Penyulang Tinoring berdasarkan tegangan kerjanya merupakan sistem jaringan distribusi primer radial 20 kV (jaringan distribusi tegangan menengah), sedangkan tegangan kerja pada sistem jaringan distribusi sekunder adalah 220/380 V.

#### C. Jatuh Tegangan

Tegangan jatuh sepanjang saluran merupakan perbedaan tegangan antara tegangan kirim dan tegangan

terima disebabkan adanya impedansi pada penghantar. [10] Maka pemilihan penghantar (penampang penghantar) untuk tegangan menengah harus diperhatikan. Jatuh tegangan yang diijinkan tidak boleh lebih dari 5%.

Jika karakteristik beban resistansi (R) dan reaktansi (X) dari saluran distribusi diketahui dan juga power factor (Cos  $\phi$ ) beban diketahui maka dapat langsung dihitung Voltage Drop-nya.

Formula ini memberikan penurunan tegangan pada satu konduktor, *line to neutral* [11]. Satu fasa penurunan tegangan adalah 2 kali nilai persamaan di atas. Tiga fasa *line to line* penurunan tegangan adalah  $\sqrt{3}$  kali dari nilai persamaan di atas. Dengan demikian persamaan untuk penurunan tegangan 3 fasa sebagai mana persamaan (1) menjadi sebagai berikut:

$$\text{Jatuh Tegangan} = \sqrt{3} \times I \times l (R \cos \phi + X \sin \phi) \quad (1)$$

Dengan:

Jatuh Tegangan = Penurunan tegangan (volt)

I = arus (A)

R = resistansi ( $\Omega/\text{km}$ )

l = Panjang saluran (km)

X = reaktansi ( $\Omega/\text{km}$ )

$\phi$  = sudut power factor

#### D. Resistansi Saluran (R)

Resistansi dari penghantar saluran distribusi merupakan penyebab yang utama dari rugi daya pada saluran distribusi [12]. Resistansi dari suatu konduktor (kawat penghantar) diberikan oleh persamaan (2) :

$$R = \frac{\text{Rugi daya dalam konduktor}}{(I)^2} (\Omega) \quad (2)$$

Resistansi *direct-current* ( R<sub>dc</sub> ) diberikan pada persamaan (3) dengan formula :

$$R_{DC} = \rho \frac{l}{A} \quad (3)$$

Dimana :

$\rho$  : resistivity konduktor ( $\Omega \cdot \text{m}$ )

l : Panjang konduktor (m)

A : cross sectional area ( $\text{mm}^2$ )

Nilai resistivity konduktor pada temperatur 20 °C :

Untuk tembaga,  $\rho = 10,66 \Omega \cdot \text{cmil}/\text{ft}$  atau  $= 1,77 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  Untuk aluminium,  $\rho = 17 \Omega \cdot \text{cmil}/\text{ft}$  atau  $= 2,83 \times 10^{-8} \Omega$

Konduktor pilin 3 strand menyebabkan kenaikan resistansi sebesar 1%. Konduktor dengan strand terkonsentrasi (*concentrically stranded conductors*), menyebabkan kenaikan resistansi 2%. Pengaruh kenaikan temperatur terhadap resistansi dapat ditentukan dari formula persamaan (4) berikut :

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T+t_2}{T+t_1} \quad (4)$$

Dimana R1 dan R2 adalah resistansi masing-masing konduktor pada temperatur t1 dan t2, dan T adalah suatu konstanta yang nilainya sebagai berikut [13]:

T = 234,5 untuk tembaga dengan konduktivitas 100%

T = 241 untuk tembaga dengan konduktivitas 97,3%

T = 228 untuk aluminium dengan konduktivitas 61%.

**E. Induktansi Saluran ( L )**

Induktansi saluran menggambarkan besarnya fluks magnet  $\phi$  yang dihasilkan untuk setiap ampere arus dari saluran, atau menggambarkan besarnya tegangan induksi untuk setiap perubahan arus terhadap waktu [14]. Karena fluks magnet yang dihasilkan oleh setiap ampere arus sangat tergantung dari konfigurasi saluran, maka induktansi ditentukan oleh konfigurasi saluran. Induktansi rata-rata per fasa per satuan panjang untuk saluran tiga fasa dirumuskan sebagai :

Reaktansi saluran (XL) dapat diperoleh setelah melakukan perhitungan induktansi saluran terlebih dahulu. Untuk menentukan besarnya induktansi saluran pada jaringan distribusi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$L = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \frac{Dm}{r} \text{ H/m} \tag{5}$$

[12]Dimana D adalah jarak antara konduktor dan r adalah radius masing-masing konduktor tersebut. Untuk menentukan besarnya jarak antar konduktor pada jaringan distribusi dapat dihitung dengan persamaan:

$$D = 3\sqrt{D_{12} D_{23} D_{31}} \tag{6}$$

Untuk menghitung nilai r penghantar menggunakan persamaan :

$$A = \pi r^2 \tag{7}$$

$$X_L = 2\pi fL \tag{8}$$

Dimana :

XL = Reaktansi induktif saluran (Ω/km)

2π = Sudut arus bolak – balik

F = Frekuensi sistem (50 Hz)

L = Induktansi Konduktor (H/m)

**II. DATA TEKNIS PENYULANG FEEDER TINORING**

**A. Data Beban dan Panjang Penyulang pada Feeder Tinoring**

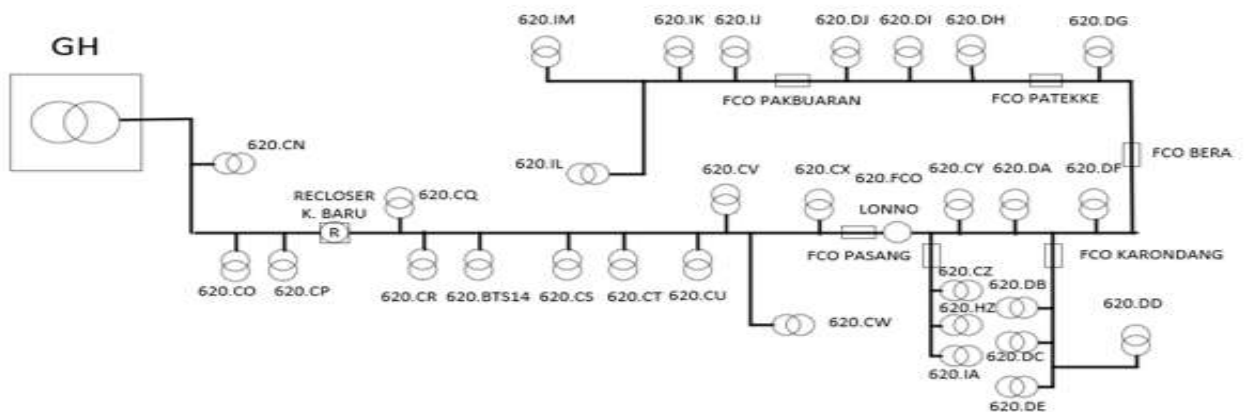
Setelah melakukan penelitian yaitu dengan pengambilan data beban dan Panjang penyulang, maka dari data tersebut di masukkan dalam tabel I sebagai berikut.

**B. Feeder Tinoring Pt. PLN. ULP Makale Tana Toraja**

Feeder Tinoring adalah salah satu penyulang yang melayani penyaluran listrik di wilayah PT. PLN. ULP-MAKALE Tana Toraja. Dimulai dari Gardu Hubung pada kantor ULP Makale sampai pada ujung penyulang yaitu di desa Pabuaran Iii. Pada penyulang yang akan di hitung jatuh tegangannya memiliki 30 Gardu Distribusi untuk setiap wilayah pelayanannya ke konsumen dapat dilihat sigle line diagramnya-nya pada gambar 1.

TABEL I  
 DATA BEBAN DAN PANJANG PENYULANG FEEDER TINORING

| Gardu     | Penyulang     |               | Panjang (Km) | Beban (A) |
|-----------|---------------|---------------|--------------|-----------|
|           | Awal          | Akhir         |              |           |
| 620.CN    | GH            | Komp. Smp     | 0,24         | 132,6     |
| 620.CO    | Komp. Smp     | Kampus uki    | 0,29         | 48,3      |
| 620.CP    | Kampus Uki    | Kampung B     | 0,28         | 173,6     |
| 620.CQ    | Kampung B     | Awa' Lamu     | 0,9          | 41,13     |
| 620.CR    | Awa' Lamu     | Pa'rondasan   | 0,5          | 100       |
| 620.BTS14 | Pa'rondasan   | Marinding     | 0,21         | 6,4       |
| 620.CS    | Marinding     | Awa' Tiro     | 0,75         | 23        |
| 620.CT    | Awa' Tiro     | Awa' Po'po    | 0,75         | 27        |
| 620.CU    | Awa' Po'po    | Awa' Tirom    | 0,11         | 45        |
| 620.CV    | Awa' Tiro     | Lonno Tiro    | 0,5          | 22,03     |
| 620.CW    | Lonno Tiro    | Pabrik Batu   | 0,5          | 162,8     |
| 620.CX    | Pabrik Batu   | Lonno Buka    | 0,16         | 14,33     |
| 620.CZ    | Lonno Buka    | Lembang P     | 3,4          | 56,06     |
| 620.HZ    | Lembang P     | Lembang S     | 3,8          | 13        |
| 620.IA    | Lembang S     | Lembang Ii    | 2,7          | 13        |
| 620.CY    | Lembang Ii    | Bera'         | 6,2          | 18,6      |
| 620.DA    | Bera'         | Bera Jem      | 0,65         | 100       |
| 620.DB    | Bera Jem      | Karondang     | 3,2          | 17,26     |
| 620.DC    | Karondang     | Ratte Nak     | 2            | 20        |
| 620.DD    | Ratte Nak     | Ujung Karo    | 1,5          | 26,16     |
| 620.DE    | Ujung Karo    | Ujung Karo 2  | 3,8          | 19,33     |
| 620.DF    | Ujung Karo 2  | Bera Ujung    | 6,4          | 42,2      |
| 620.DG    | Bera Ujung    | Bera Patek I  | 1,1          | 9,13      |
| 620.DH    | Bera Patek I  | Tendan Ii     | 2,5          | 32,16     |
| 620.DI    | Tendan Ii     | Karawa Iii    | 2,3          | 20,8      |
| 620.DJ    | Karawa Iii    | Angin Angin   | 2,4          | 20,76     |
| 620.IJ    | Angin - Angin | Pabuaran I    | 5,1          | 6,86      |
| 620.IK    | Pabuaran I    | Pabuaran Ii   | 0,512        | 8,56      |
| 620.IL    | Pabuaran Ii   | Perc. Buntu S | 1            | 13,56     |
| 620.IM    | Perc. Buntu S | Pabuaran Iii  | 3            | 13,6      |
| Total     |               |               | 56,752       | 1221,23   |



Gambar 1. SLD Feeder Penyulang Tinoring ULP Makale

C. Jenis Penghantar

Untuk feeder Tinoring ULP Makale Tana Toraja menggunakan jenis penghantar *All-Alluminium Alloy Conductor* (AAAC). luas penampang penghantar (A) adalah  $70 \text{ mm}^2$

III. HASIL DAN PERBAIKAN JATUH TEGANGAN

A. Karakteristik Daerah Jurusan Feeder Tinoring

Dalam penelitian ini daerah yang menjadi tempat untuk menganalisa tegangan jatuh sampai di ujung penyulang pada feeder Tinoring adalah dari pusat kota Makale, Kabupaten Tana Toraja Sulawesi Selatan yaitu dari kantor ULP Makale sampai di desa Pabuaran, Kecamatan Makale Selatan, Kabupaten Tana Toraja. Sulawesi Selatan. Dalam penelitian ini hanya akan menghitung jatuh tegangan pada gardu distribusi di jalan-jalan utama saja. Dan dapat dilihat Single line diagramnya pada gambar 2

B. Menghitung Resistansi Saluran

untuk semua penghantar aluminium pada suhu  $20^\circ\text{C}$  yaitu sebesar  $2,83 \cdot 10^{-8} \text{ Ohm-m}$  dengan demikian resistansi penghantar per meter dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$R_{DC} = \rho \frac{l}{A}$$

$$R_{DC} = 2,83 \cdot 10^{-8} \frac{1}{70 \cdot 10^{-6}}$$

$$R_{DC} = \frac{2,83}{70 \cdot 10^{-8} \cdot 10^6}$$

$$R_{DC} = 0,0404 \cdot 10^{-2} \text{ Ohm/m}$$

$$R_{DC} = 0,404 \text{ Ohm/km}$$

Resistansi yang diperoleh disebut resistansi pada suhu  $20^\circ\text{C}$  ( $R_1$ ) selanjutnya karena dalam pengukuran di saluran dilakukan pada saat beban puncak maka pada saat beban penuh tidak lebih dari  $50^\circ$  maka digunakan suhu  $50^\circ$  ( $R_2$ ) untuk mencari nilai resistansinya dengan menggunakan persamaan 4 sebagai berikut

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{T + t_2}{T + t_1}$$

$$\frac{R_2}{0,404} = \frac{228 + 50}{228 + 20}$$

$$R_2 = \frac{278}{248} \cdot 0,404$$

$$R_2 = 0,45287 \text{ ohm/km}$$

C. Menghitung Induktansi dan Reaktansi Induktif Penghantar

Besarnya induktansi penghantar tergantung pada konfigurasi saluran. Adapun konfigurasi dapat ditentukan dengan persamaan 6 sebagai berikut.

$$D = 3\sqrt{D_{12} \cdot D_{13} \cdot D_{31}}$$

$$D = 3\sqrt{0,95 \cdot 0,95 \cdot 1,9}$$

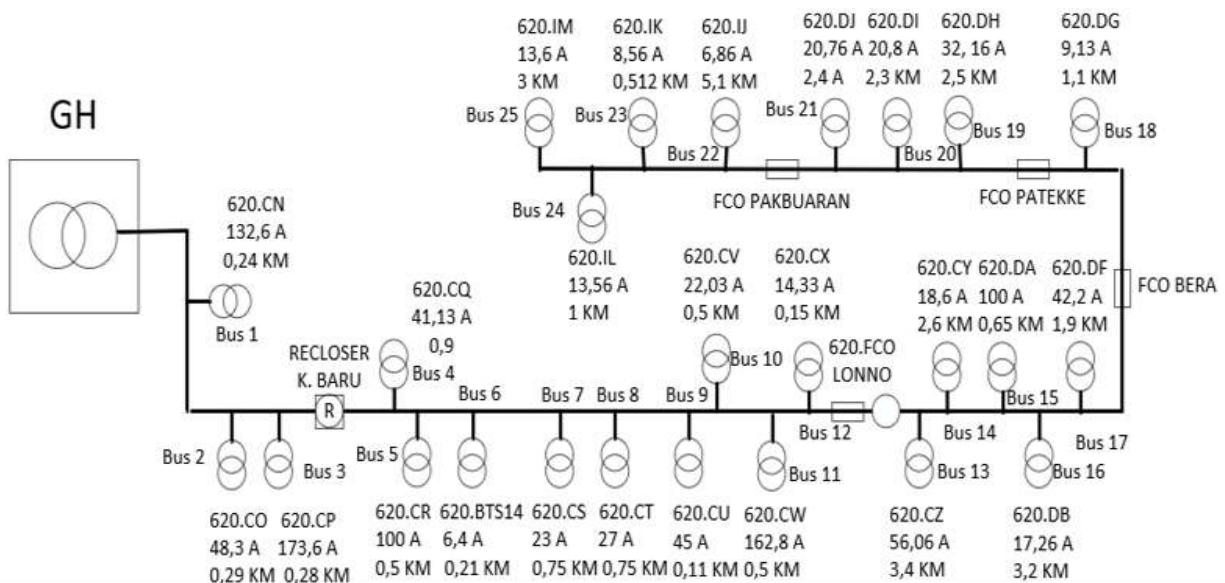
$$D = 3\sqrt{1,71475}$$

$$D = 1,1969$$

Telah diketahui luas penampang adalah  $70 \text{ mm}^2$  maka untuk radius (r) pada penghantar adalah sebagai berikut

$$A = \pi r^2$$

$$A = (3,14)r^2$$



Gambar 2 SLD Penyulang yang akan dihitung



$$70 = (3,14)\Gamma^2$$

$$\Gamma^2 = 70/3,14$$

$$r = \sqrt{22,29} \text{ mm}$$

$$r = 4,721228 \text{ mm}$$

$$r = 0,004721228 \text{ m}$$

Selanjutnya induktansi penghantar dapat di hitung dengan persamaan

$$L = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \frac{D_m}{r} \text{ H/m}$$

$$L = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln \frac{1,1969}{0,004721228} \text{ H/m}$$

$$L = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \ln (235,51455) \text{ H/m}$$

$$L = 11,0708424 \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$L = 11,0708424 \cdot 10^{-4} \text{ H/km}$$

Maka reaktansi induktif penghantar per-km dapat di hitung dengan persamaan (2.10) sebagai berikut :

$$X_L = 2\pi fL$$

$$X_L = 2 \cdot (3,14) \cdot 50 \cdot 11,0708424 \cdot 10^{-4}$$

$$X_L = 0,34762 \text{ Ohm/km}$$

Jadi impedansi setiap Feeder per km adalah

$$Z = R_2 + j X_L$$

$$Z = 0,45287 + j 0,34762 \text{ Ohm/km}$$

#### D.Perhitungan Penurunan Tegangan

Perhitungan penurunan tegangan dari GH ke Komp. Smp Kristen dengan tegangan 20kV dan arus beban 132,6 A ,luas penampang saluran 70  $\text{mm}^2$  dengan menggunakan persamaan

$$\text{Voltage Drop} = \sqrt{3} \times I \times l (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$R = 0,45287 \text{ ohm/km}$$

$$X = 0,34762 \text{ ohm/km}$$

$$L = 0,24 \text{ kms}$$

$$\cos \varphi = 0,85$$

$$\sin \varphi = 0,53$$

diperoleh

$$\text{Voltage Drop} = \sqrt{3} \times 132,6 \times 0,24 ((0,45287 \times 0,85) + (0,34762 \times 0,53))$$

$$= 55,12078 \times 0,5691781$$

$$= 31,3735408 \text{ V}$$

$$= 0,03137 \text{ kV}$$

Besar turun tegangan pada beban 132,6 A adalah 0,03137 kV. Maka tegangan setelah penurunan tegangan adalah 19,96863 kV

Untuk menghitung besar Voltage Drop dalam %

$$\% \text{ Voltage Drop} = \frac{\text{Voltage Drop}}{20} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,03137}{20} \times 100 \%$$

$$= 0,15682 \%$$

Dengan metode perhitungan yang sama pada setiap titik sampai pada ujung penyulang maka diperoleh tegangan di ujung penyulang sebesar 18,767 kV maka jatuh tegangan dalam persen adalah

$$(\%) = \frac{\text{Tegangan Sumber} - \text{Tegangan ujung penyulang}}{\text{Tegangan Sumber}} \times 100 \%$$

$$(\%) = \frac{20 \text{ kV} - 18,767 \text{ kV}}{20 \text{ kV}} \times 100 \%$$

$$(\%) = 6,165 \%$$

#### E.Perbaikan Dengan Penggantian Penghantar Feeder

[15]Misalkan dengan luas penampang pertama 70  $\text{mm}^2$  diganti menjadi 150  $\text{mm}^2$  maka Jatuh Tegangan dapat hitung sebagai berikut

Perhitungan penurunan tegangan dari GH ke Komp. Smp Kristen dengan tegangan 20kV dan arus beban 132,6 A ,luas penampang saluran 150  $\text{mm}^2$  dengan menggunakan persamaan Jatuh Tegangan =  $\sqrt{3} \times I \times l (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$ ,  $R = 0,21074 \text{ ohm/km}$ ,  $X = 0,3236 \text{ ohm/km}$ ,  $L = 0,24 \text{ kms}$ ,  $\cos \varphi = 0,85$ ,  $\sin \varphi = 0,53$  Diperoleh :

$$\text{Jatuh Tegangan} = \sqrt{3} \times 132,6 \times 0,24 ((0,21074 \times 0,85) + (0,3236 \times 0,53))$$

$$= 55,12078 \times 0,350637$$

$$= 19,32739 \text{ V}$$

$$= 0,019327 \text{ kV}$$

Besar turun tegangan pada beban 132,6 A adalah 0,019327 kV Maka tegangan setelah penurunan tegangan adalah 19,98067 kV. Besar Voltage Drop dalam % adalah 0,096637 %

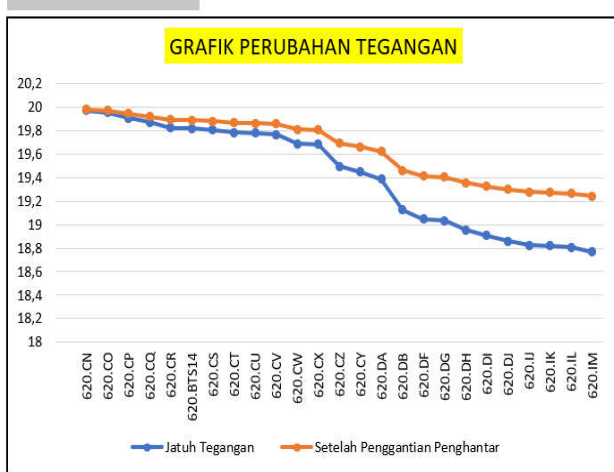
Dengan cara yang sama untuk setiap titik maka diperoleh tegangan di ujung penyulang setelah mengalami penurunan dengan luas penghantar 150  $\text{mm}^2$  sebesar 19,2404 kV. Untuk jatuh tegangan dalam persen adalah

$$(\%) = \frac{\text{Tegangan Sumber} - \text{Tegangan ujung penyulang}}{\text{Tegangan Sumber}} \times 100 \%$$

$$(\%) = \frac{20 \text{ kV} - 19,2404 \text{ kV}}{20 \text{ kV}} \times 100$$

$$(\%) = 3,8 \%$$

Tegangan sebelum dan sesudah pegantian penghantar dapat di lihat dengan grafik pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Grafik Perubahan Tegangan

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan mengenai Perbaikan Mutu Tegangan Jaringan Distribusi 20kV Feeder Tinoring PT. PLN. ULP. Makale Tana Toraja dapat diambil kesimpulan yaitu :

Dari hasil perhitungan jatuh tegangan di atas maka di dapatkan bahwa untuk nilai penurunan tegangan (*Voltage Drop*) sudah tidak memenuhi standar jatuh tegangan yaitu 6,165 % . Dimana dalam penelitian ini di tetapkan batas toleransi adalah jika mengalami jatuh tegangan tidak lebih dari 5%.

Dari hasil perhitungan dengan pergantian diameter kabel penghantar dapat di lihat bahwa nilai jatuh tegangan telah mengalami perubahan yang awalnya nilai jatuh tegangan melebihi batas toleransi telah sesuai dengan batas yang diijinkan yaitu sebesar 3,8 % .

##### B. Saran

Dari penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa nilai resistansi dan induktansi pada penghantar dalam pendistribusian sangat berpengaruh dalam permasalahan penurunan tegangan atau *Voltage Drop*

#### V. KUTIPAN

- [1] S. Bandri, R. Andari, and F. E. Mustika, "ANALISIS PERBAIKAN DROP TEGANGAN MELALUI PERUBAHAN POLA OPERASI PADA PENYULANG KOTO TINGGA," *RADIAL J. Perad. Sains, Rekayasa dan Teknol.*, vol. 9, no. 2, pp. 221–233, Dec. 2021, doi: 10.37971/radial.v9i2.238.
- [2] E. Wijanarko, "OPTIMASI PENEMPATAN KAPASITOR SHUNT UNTUK PERBAIKAN DAYA REAKTIF PADA PENYULANG DISTRIBUSI PRIMER RADIAL DENGAN ALGORITMA GENETIK," 2005.
- [3] W. A. Oktaviani, D. G. Saputri, and T. Barlian, "Analisis Drop Tegangan Dan Manuver Jaringan Pada Penyulang Kikim Dan Parkit Di Pt. Pln (Persero) Area Palembang," *Electrician*, vol. 13, no. 3, pp. 83–88, 2019.
- [4] A. Tegangan Jatuh, "Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT.PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu," 2018.
- [5] Y. Rahmawati, "PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN NETRAL TRAFU PADA GARDU TRAFU TIANG 20 kV DENGAN MENGGUNAKAN TAHANANTINGGI," *Tekno*, pp. 63–72, 2012, [Online]. Available: <http://journal.um.ac.id/index.php/tekno/article/view/3291>
- [6] M. T.S. Dwiyanto, "Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Pt Pln (Persero) Area Sorong," *J. Electro Luceat*,

vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2018.

- [7] G. Induk Bandung Selatan and F. Siswoyo Hadisantoso, "Analisa Penurunan Tegangan (Voltage Drop) dan Rugi-rugi (Losses) Penyulang Menggunakan ETAP di Gardu Induk Bandung Selatan," *ELEKTRA*, vol. 1, no. 2, pp. 42–53, 2016.
- [8] H. Ardiansyah, "Pengaruh Penggunaan Kapasitor Bank pada Penyulang Kota di PT. PLN (Persero) Rayon Meulaboh Kota," *VOCATECH Vocat. Educ. Technol. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 21–28, Apr. 2020, doi: 10.38038/vocatech.v1i2.25.
- [9] M. Soleh, "Desain Sistem SCADA Untuk Peningkatan Pelayanan Pelanggan Dan Efisiensi Operasional Sistem Tenaga Listrik di APJ Cirebon," *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 5, no. 1, p. 25, 2017, doi: 10.22441/incomtech.v5i1.1132.
- [10] T. Sukmadi, "PERHITUNGAN DAN ANALISIS KESEIMBANGAN BEBAN PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 KV TERHADAP RUGI-RUGI DAYA (STUDI KASUS PADA PT. PLN UPJ SLAWI)," 2009.
- [11] R. S. Distribusi *et al.*, "Rekonfigurasi Saluran Distribusi 20 kV Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Abang," 2018.
- [12] P. Mangera Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik and D. Hardiantono Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, "ANALISIS RUGI TEGANGAN JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV PADA PT. PLN (Persero) CABANG MERAUKE," *J. MJEME*, vol. 1, no. 2, 2019.
- [13] Y. Marniati, "Evaluasi Susut Daya Penyulang Cendana 20 kV Pada Gardu Induk Bungaran Dengan ETAP 12.6," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 7, no. 1, pp. 79–92, 2018, doi: 10.21063/jte.2018.3133712.
- [14] L. Savitri, "Analisa Pengaruh Perubahan Impedansi Kawat Saluran Terhadap Setting Relai Jarak Pada Saluran Transmisi 150 Kv (Gi Paya Pasir)," *175.45.187.195*, p. 31124, 2010, [Online]. Available: [ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri \(0710710019\).pdf](ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri (0710710019).pdf)
- [15] "analisa-alternatif-perbaikan-untuk-menga," 2016.



**Ahasweros Mampori**, lahir di Mambi pada tanggal 21 April 1999. Pada tahun 2018 penulis memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2020 penulis mengambil konsentrasi minat Teknik Tenaga Listrik .Dalam menempuh pendidikan, penulis juga pernah Kerja Praktek di PT PLN (persero) ULP Makale Tana Toraja pada bulan Oktober 2021 . Selama perkuliahaan penulis bergabung di beberapa organisasi yaitu Himpunan Mahasiswa Elektro (HME), EURO Unsrat dan UPKkr FT Unsrat.Dan pada bulan juli 2022 penulis telah menyelesaikan Pendidikan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan Judul Penelitian adalah Perbaikan Mutu Tegangan pada Saluran Distribusi 20kV Feeder Tinoring PT PLN ULP Makale Tana Toraja.