

# Studi Analisa Rugi Daya Pada Saluran Distribusi Primer 20 kV Di Kota Tahuna

Rizky B.Binilang, Hans Tumaliang, Fielman Lisi.

Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115,

Email: beltsazarbinilang@gmail.com, hans\_tumaliang@ymail.com, filmanlisi54@gmail.com.

**Abstrak**— Perkembangan kota Tahuna sebagai pusat pengembangan wilayah Kabupaten Kepulauan Sangihe Provinsi Sulawesi Utara kini semakin pesat seiring dengan meningkatnya gaya hidup masyarakat dan maraknya pusat pembangunan dan pusat kegiatan publik di kota Tahuna sampai saat ini sehingga mengakibatkan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan energi listrik. Perhitungan jatuh tegangan untuk penyulang Kota diperoleh hasil sebesar 11,51% dan untuk penyulang Kolongan sebesar 10,185% maka dengan demikian jatuh tegangan untuk penyulang Kota dan Kolongan tidak memenuhi standart yang ditentukan oleh PLN yaitu jatuh tegangan tidak boleh lebih dari 10%. Untuk itu diperlukan penanganan secepatnya untuk mengantisipasi pertumbuhan beban yang semakin tinggi.

**Kata kunci:** Distribusi, Jatuh Tegangan, Susut Daya, Tegangan Menengah.

*Abstract*— The development of the town of Tahuna as a regional development center of Sangihe Islands Regency of North Sulawesi Province is now growing rapidly along with the needs and needs of the community in the middle. Tahuna to this day is very much needed by the community for electrical energy. The calculation of the voltage drop for the repeater of the City obtained the results of 11.51% and for repeaters Kolongan of 10.185% then thus the voltage drop for repeater Kota and Kolongan does not meet the standard specified by the PLN that voltage drop should not exceed 10%. For that required immediate handling to anticipate the growth of the higher load.

**Keywords :** Distribution, Medium Voltage, Power Losses, Voltage drop.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan kota Tahuna sebagai pusat pengembangan wilayah Kabupaten Kepulauan Sangihe Provinsi Sulawesi Utara kini semakin pesat seiring dengan meningkatnya gaya hidup masyarakat dan maraknya pusat pembangunan dan pusat kegiatan publik di kota Tahuna sampai saat ini sehingga mengakibatkan meningkatnya kebutuhan masyarakat

akan energi listrik. Dengan adanya kondisi seperti ini maka ketersediaan energi listrik harus dapat memenuhi kebutuhan beban listrik yang semakin bertambah sampai saat ini, dan energi listrik haruslah dapat digunakan secara optimal oleh pelanggan atau tidak mengalami penyusutan energi dalam sistem jaringan listrik dimulai dari pembangkit, jaringan transmisi, jaringan distribusi dan sampai pada konsumen.

Akan tetapi perlu diketahui bahwa penyusutan energi listrik tidak mungkin dapat dihindari karena peralatan pada sistem jaringan listrik tidak mungkin memiliki tingkat efisiensi 100%, namun yang perlu dapat diperhatikan yaitu apakah penyusutan energi listrik yang terjadi masih dalam batas yang wajar. Sebagian besar penyusutan energi terjadi pada jaringan distribusi hal ini disebabkan karena pada jaringan distribusi tegangan yang dipakai yaitu tegangan menengah dan rendah. Dimana pada tegangan menengah dan rendah arus yang mengalir pada jaringan nilainya besar, sehingga penyusutan daya juga besar.

mengingat sistem jaringan listrik kota Tahuna merupakan jaringan yang cukup lama oleh sebab itu perlu adanya peninjauan atau analisa kemampuan sistem jaringan listrik.

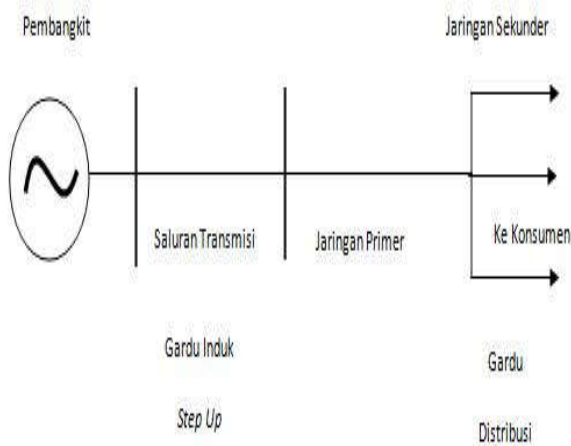
### A. Pengertian Sistem Distribusi Energi Listrik

Sistem distribusi adalah semua bagian yang termasuk dalam peralatan sistem tenaga listrik yang mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk hingga ke kWh meter pada konsumen melalui sistem jaringan tegangan menengah dan sisem jaringan tegangan rendah.

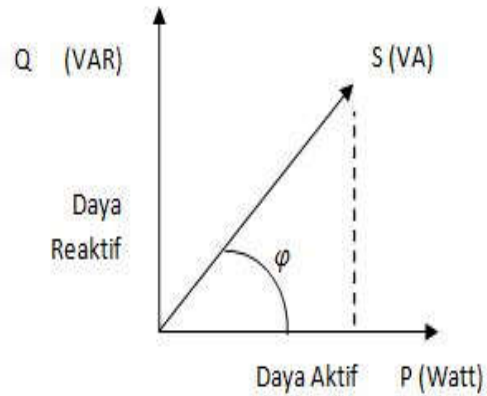
Sistem distribusi di bagi menjadi dua bagian yaitu :

#### 1) Distribusi primer

Distribusi primer adalah sistem jaringan distribusi dengan tegangan menengah 20 kV yang berasal dari gardu induk sampai dimana titik tegangan di turunkan oleh trafo penurun tegangan ke tingkat tegangan lebih rendah atau tegangan sesuai kebutuhan konsumen.



Gambar 1. Diagram satu garis sistem tenaga listrik



Gambar 2. Segitiga Daya

2) *Distribusi sekunder*

Distribusi sekunder adalah dimana jaringan distribusi dengan tegangan rendah 380V/220V yang bermula dari trafo distribusi melewati penghantar tegangan rendah hingga sampai ke kWh meter konsumen.

Sistem distribusi primer dan sekunder dapat dilihat pada gambar 1.

*B. Daya*

Pada sistem tenaga listrik terdapat perbedaan antara daya atau kekuatan (*power*) dan energi; energi adalah daya dikalikan waktu sedangkan daya listrik merupakan hasil perkalian tegangan dan arusnya, dengan satuan daya listrik yaitu Watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu [*joule/s*]. daya listrik [P] yang dihasilkan oleh arus listrik [i] pada tegangan [V] dinyatakan dalam persamaan :

$$P = I.V \tag{1}$$

Dimana : P = daya [Watt]  
 I = arus [Ampere]  
 V = tegangan [Volt]

Dan untuk penyusutan daya listrik dengan besaran daya yang sama, maka penurunan tegangan akan sejalan dengan kenaikan arus pada sistem. Arus yang

besar pada konduktor tersebut karna fungsi arus merupakan fungsi kuadrat persamaan daya yang hilang dinyatakan dalam persamaan 2.

$$P_{losses} = I^2.R \tag{2}$$

$P_{losses}$  = daya yang hilang pada rangkaian (Watt)  
 I = Arus yang mengalir pada rangkaian (Ampere)  
 R = Hambatan pada rangkaian (Ohm)

Dari gambar 2, terlihat bahwa semakin besar nilai daya reaktif (Q) akan meningkatkan sudut antara daya nyata dan daya semu atau biasa disebut *power factor*/  $\text{Cos}\phi$ . Sehingga daya yang terbaca pada alat ukur (S) lebih besar dari pada daya yang sesungguhnya dibutuhkan oleh beban (P).

$$\text{Dimana : } P = V.I.\text{Cos } \phi \tag{3}$$

$$Q = V.I.\text{Sin } \phi \tag{4}$$

$$S = V.I \tag{5}$$

*C. Tahanan Penghantar*

Sebuah tahanan penghantar tergantung pada material, temperatur dan frekuensi. Keadaan fisik penghantar menentukan besar tahanan arus searah (DC) dari penghantar. Yang berbanding lurus dengan tahanan jenis dan panjang penghantar dan berbanding terbalik dengan luas penampang.

$$R_{dc} = \rho \frac{l}{A} \text{ (Ohm)} \quad (6)$$

Dimana :  $R_{dc}$  = Tahanan dari kawat (Ohm)

$$\begin{aligned} \rho &= \text{Tahanan jenis pada suhu } 20^\circ\text{C} \\ &= 0,0175 \text{ ohm mm}^2/\text{m} \text{ untuk tembaga} \\ &= 0,0287 \text{ ohm mm}^2/\text{m} \text{ untuk aluminium} \end{aligned}$$

$l$  = Panjang kawat (m)

$A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

Secara umum kawat-kawat penghantar terdiri dari kawat pilin untuk menghitung pengaruh dari pilin, panjang kawat dikalikan 1,02 (2% dari factor koreksi). Tahanan kawat berubah oleh temperatur dan batas temperatur  $10^\circ\text{C}$  sampai  $100^\circ\text{C}$ , maka tembaga dan aluminium berlaku persamaan :

$$\frac{R_{t2}}{R_{t1}} = \frac{T_0+t_2}{T_0+t_1} \quad (7)$$

Atau

$$R_{t2} = R_{t1} \frac{T_0+t_2}{T_0+t_1} \text{ [Ohm/km]} \quad (8)$$

Dimana,

$R_{t2}$  = tahanan dc pada temperatur  $t_2^\circ\text{C}$

$R_{t1}$  = tahanan dc pada temperatur  $t_1^\circ\text{C}$

$T_0$  = temperatur transisi bahan

= 238,5 untuk tembaga dalam  $^\circ\text{C}$

= 288,1 untuk aluminium dalam  $^\circ\text{C}$

$t_1$  =  $20^\circ\text{C}$ , suhu terendah pada penghantar telanjang SUTM (SPLN87:1991)

$t_2$  =  $60^\circ\text{C}$ , suhu tertinggi pada penghantar telanjang SUTM (SPLN87:1991).

Bila  $T_0$  sama dengan temperatur absolute ( $273^\circ\text{C}$ ), untuk tembaga yang sempurna (*purity*) atau kemurnian

100% maka temperatur dari tahanan pada suhu  $20^\circ\text{C}$ .

Menghitung tahanan dari kawat telanjang ada beberapa factor yang mempengaruhi diantaranya factor efek kulit, dapat dirisamakan

$$R_{ac} = K \times R_{t2} \text{ [ohm/km]} \quad (9)$$

Dimana :

$R_{ac}$  = Tahanan AC pada frekuensi yang diketahui

$R_{t2}$  = Tahanan *dc* pada temperatur  $t_2^\circ\text{C}$

$K$  = Faktor koreksi (1,02)

#### D. Induktansi dan Reaktansi Induktif

Dalam menganalisa suatu sistem, induktansi dan reaktansi induktif dari saluran merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan. Harga-harga induktansi reaktansi induktif tergantung dari material, jarak dan bentuk dari konfigurasi jarring. Seperti diketahui bahwa bentuk konfigurasi dari jarring terdiri dari konfigurasi simetris dan tidak simetris.

Sistem saluran tiga fasa dalam bentuk konfigurasi, dimisalkan jarak antara masing-masing penghantar adalah sama lihat pada gambar 3.

Maka, untuk mencari GMD pada kawat 3 fasa dinyatakan dengan persamaan :

$$\text{GMD} = \sqrt[3]{D_{1,2} \times D_{2,3} \times D_{1,3}} \quad (10)$$

Untuk mencari GMR dinyatakan dengan persamaan :

$$\text{GMR} = \alpha \times \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (11)$$

Karena bentuk gelombang dari arus dan tegangan adalah sinusoidal, maka dinyatakan reaktansi induktif :

$$X_L = 2 \pi f L \text{ [ohm/Km]} \quad (12)$$

Untuk menentukan induktansi dari masing-masing kawat penghantar dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{\text{GMD}}{\text{GMR}} \text{ [ohm/Km]} \quad (13)$$

Sehingga menjadi :

$$X_L = 2 \pi \cdot f \cdot 2 \times 10^{-7} \ln \frac{GMD}{GMR} \text{ [ohm/Km]} \quad (14)$$

Dimana :  $f$  = Frekuensi (Hz)

$L$  = Induktansi

$a_g$  = Faktor ketergantungan pada jumlah urat kawat penghantar

$GMD$  = *Geometric Mean Radiance* (Jarak rata-rata geometris)

$GMR$  = *Geometric Mean Radius* (Radius rata-rata geometris)

$A$  = Besar Penampang (mm<sup>2</sup>)

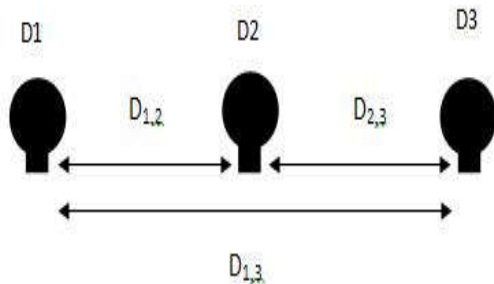
$X_L$  = Reaktansi Induktif

$D$  = Jarak antar Penghantar (850 mm)

*E. Perhitungan jatuh tegangan*

Perhitungan jatuh tegangan pada jaringan distribusi adalah selisi antara tegangan pangkal pengirim (*sending end*) dengan tegangan pada ujung penerima (*receiving end*). Jatuh tegangan terjadi karena ada pengaruh dari tahanan dan reaktansi saluran, perbedaan sudut fasa antara arus dan tegangan serta besar arus beban, jatuh tegangan pada arus bolak-balik tergantung pada impedansi, beban dan jarak.

Suatu sistem arus bolak-balik, besar jatuh tegangan dapat dihitung berdasarkan diagram fasor tegangan jaringan distribusi sekunder.



Gambar 3. Konfigurasi Konduktor

Penurunan tegangan maksimum pada beban penuh, yang diperbolehkan di beberapa titik pada jaringan distribusi (SPLN 72 :1987) adalah sebagai berikut :

- a) SUTM = 5% dari tegangan kerja bagi sistem radial.
- b) Trafo Distribusi = 3% dari tegangan kerja.
- c) Saluran tegangan rendah = 4 % dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban.
- d) Sambungan rumah = 1% dari tegangan nominal.

Aliran daya lihat pada gambar 4, jatuh tegangan dapat dihitung dengan pendekatan yaitu :

$$\Delta V\% = \frac{100(R \cdot \cos\theta_R + x \cdot \sin\theta_R)}{V_s^2} \sum_{i=1}^n S_i \cdot l_i \text{ [%]} \quad (15)$$

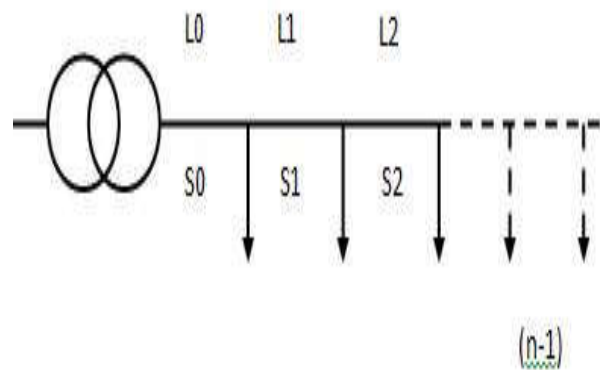
Jika :

$$S_i \cdot l_i = F_L = \text{Momen beban ke - I} \quad (16)$$

Maka :

$$\Delta V\% = \frac{100(R \cdot \cos\theta_R + x \cdot \sin\theta_R)}{V_s^2} \sum_{i=1}^n F_L \text{ [%]} \quad (17)$$

Jika nilai induktansi diabaikan maka jatuh tegangan dapat dihitung dengan pendekatan yaitu :



Gambar 4. Aliran Daya Pada Jaringan Distribusi

$$\Delta V (\%) = \frac{100(R\cos\theta_R)}{V_s^2} \sum_{i=1}^n F_L [\%] \quad (18)$$

Dimana,

$\Delta V\%$  = Jatuh tegangan dalam [%]

S = Daya yang disalurkan dalam [VA]

x = Reaktansi saluran dalam [ $\Omega$ /km]

r = Resistansi saluran dalam [ $\Omega$ /km]

$\ell$  = Panjang penghantar dalam [km]

$\theta_R$  = Faktor daya

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Tempat dan Waktu Penelitian

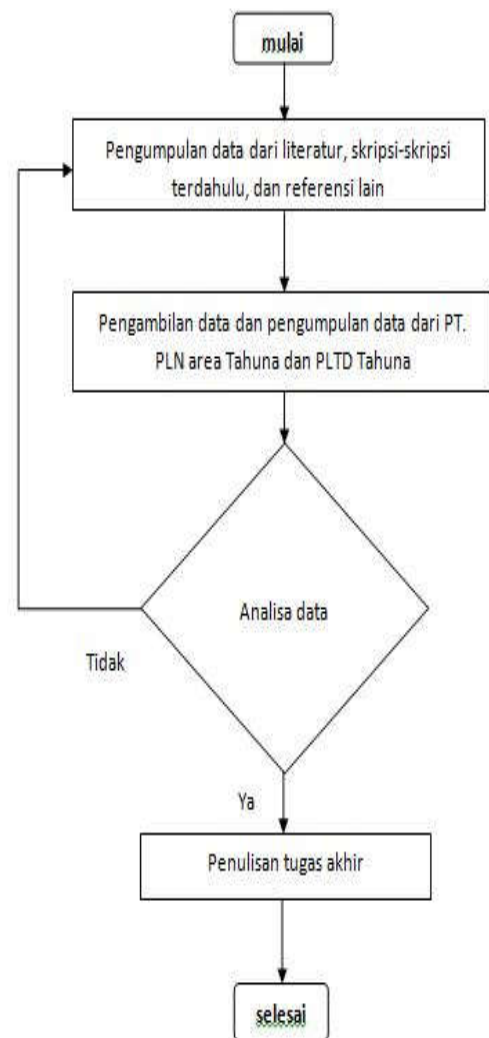
Januari 2017. Tempat pengambilan data yaitu di PT. PLN (Persero) Area Tahuna dan PLTD. Tahuna.

TABEL I. DATA PENYULANG PLTD TAHUNA

NO	Penyulang	Panjang penyulang (km)	Ukuran Kawat AAAC (mm <sup>2</sup> )				
			35	50	70	95	120
1.	TONA	7,5	-	-	3,5	1,5	2,4
2.	KOTA	8,6	-	-	3,8	0,9	3,7
3.	LESABE	35,39	35,39	-	-	-	-
4.	KOLONGAN	33,67	4,8	-	24,95	3,8	-
5.	PETTA	9,47	3,7	-	-	4,5	1,7
6.	TAMAKO	20,85	3,8	-	9,8	6,2	9,4

TABEL II. DATA SISTEM TENAGA LISTRIK PENYULANG KOTA, TONA DAN KOLONGAN

Penyulang	Panjang (m)	Jumlah Gardu (Unit)	Kapasitas Gardu (kVA)
KOTA	8.600	24	2.395
TONA	7.500	17	1.945
KOLONGAN	33.670	14	710



Gambar 5. Flow chart Penelitian

## B. Perhitungan

- 1) Untuk mencari besar nilai jatuh tegangan dan susut daya pada tiap penyulang kita harus mencari terlebih dahulu resistansi dan reaktansi pada konduktor yang digunakan dan untuk menghitung besar resistansi pada konduktor, kita menggunakan persamaan (9) sedangkan untuk mencari nilai reaktansi pada konduktor maka kita menggunakan persamaan (14).
- 2) Untuk menghitung besar jatuh tegangan yang terjadi pada tiap penyulang maka kita menggunakan persamaan (15).
- 3) Untuk menghitung besar susut daya listrik yang terjadi pada tiap penyulang, maka kita menggunakan persamaan (2).

## C. Pengolahan Daya Listrik di Kota Tahuna

Kebutuhan daya listrik di Kota Tahuna dilayani oleh PLTD Tahuna, pada pusat pembangkit ini terdapat 6 penyulang, dapat di lihat pada tabel (I). dan khususnya yang melayani beban untuk Kota Tahuna hanya 3 penyulang saja yaitu penyulang Kota, Tona dan Kolongan, 3 penyulang lainnya sudah melayani beban diluar Kota Tahuna, dapat di lihat pada tabel (II). Dengan daya mampu pembangkit yaitu 5.700 KW.

## II. ANALISA DATA

### A. Resistansi Konduktor

Suatu jaringan distribusi dapat dikatakan handal ketika memiliki mutu dan kualitas yang baik dalam penyaluran energi listriknya, kualitas dari suatu energi yang baik dapat diketahui dari besar kecilnya susut energi yang terjadi pada penyaluran energi listrik tersebut, sebab jika semakin kecil jumlah penyusutannya maka semakin baik juga kualitas daya yang disalurkan.

Untuk menghitung berapa besar penyusutan daya listrik yang terjadi menggunakan persamaan (2) sebelum itu kita harus mencari dahulu jatuh tegangan menggunakan persamaan (15) lalu kita harus mengetahui juga berapa harga dari tahanan (R), GMD, GMR dan reaktansi (X). Dimana saluran distribusi primer pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) TAHUNA khususnya pada penyulang Kota, Tona dan penyulang Kolongan menggunakan penghantar dengan jenis AAAC (*All Aluminium Alloy Conductor*) dengan luas penampang 35mm<sup>2</sup>, 70mm<sup>2</sup>, 95 mm<sup>2</sup> dan 150mm<sup>2</sup>.

Dan untuk memudahkan perhitungan ini, maka diambil beberapa asumsi, yaitu :

- 1) Suhu untuk resistansi (R) semua saluran sama, yaitu 60°C, suhu tertinggi pada penghantar telanjang (SUTM, SPLN 87 : 1991).
- 2) Faktor daya untuk semua saluran dianggap sama, yaitu 0.8 (Standar SPLN 72 1987 spesifikasi desain untuk JTM &JTR).

a) Menghitung tahanan kawat jenis AAAC 35 mm<sup>2</sup>

Mencari besar tahanan menggunakan persamaan (8).

$$R_{t2} = R_{t1} \frac{T_0 + t_2}{T_0 + t_1} [\Omega/\text{km}]$$

Untuk nilai dari R<sub>t1</sub> (lampiran 5), sedangkan nilai T<sub>0</sub>, t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub> lihat pada tabel 2.1 mengenai tahanan penghantar.

$$\begin{aligned} R_{t2} &= 0,958 \times \frac{228,1 + 60}{228,1 + 20} \\ &= 0,958 \times 1,161 \\ &= 1,11 \Omega/\text{km} \end{aligned}$$

Ketika hasil sudah diketahui maka untuk mendapatkan nilai R<sub>ac</sub> dilakukan dengan factor koreksi (K=1,02), menggunakan persamaan (9) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R_{ac} &= K \times R_{t2} [\Omega/\text{km}] \\ &= 1,02 \times 1,11 \\ &= 1,13 \Omega/\text{km} \end{aligned}$$

Selanjutnya mencari nilai reaktansi (X) dalam perhitungannya menggunakan persamaan (14) untuk penghantar jenis AAAC 35 mm<sup>2</sup> dengan jumlah urat 7, dengan nilai α = 0,726 lihat pada tabel 2.2 dan jarak antara penghantar (D = 0,85 m), A = 35 mm<sup>2</sup> dengan R<sub>ac</sub> = 1,13 Ω/km.

$$\text{GMD} = \sqrt[3]{D_{1,2} \times D_{2,3} \times D_{1,3}}$$

$$= \sqrt[3]{0,85 \times 0,85 \times 1,7}$$

$$= 1,070 \text{ m}$$

$$\text{GMR} = \alpha \times \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$= 0,726 \times \sqrt{\frac{35}{3,14}}$$

$$= 2,41 \text{ mm}^2 = 2,41 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{\text{GMD}}{\text{GMR}} \Omega/\text{km}$$

$$= 2 \times 10^{-7} \ln \frac{1,070}{2,41 \times 10^{-6}}$$

$$= 2,6 \times 10^{-6} \Omega/\text{m} = 2,6 \times 10^{-3} \Omega/\text{km}$$

$$X_L = 2 \pi f L$$

$$= 2 \times 3,14 \times 50 \times 2,6 \times 10^{-3}$$

$$= 0,81 \Omega/\text{km}$$

Dengan mengikuti serupa dengan perhitungan di atas maka hasil untuk resistansi untuk ukuran luas penampang pada konduktor lainnya bisa di lihat pada tabel III.

TABEL III. HASIL PERHITUNGAN NILAI R DAN  $X_L$  UNTUK KAWAT JENIS AAAC DARI PENYULANG KOTA, TONA DAN KOLONGAN

Jenis Kawat	R( $\Omega/\text{km}$ )	$X_L$ ( $\Omega/\text{km}$ )
AAAC 35 mm <sup>2</sup>	1,13	0,81
AAAC 70 mm <sup>2</sup>	0,518	0,791
AAAC 95 mm <sup>2</sup>	0,392	0,78
AAAC 120 mm <sup>2</sup>	0,346	0,772

### B. Perhitungan Jatuh Tegangan

Untuk mencari besar jatuh tegangan yang terjadi maka digunakan persamaan (15)

$$\Delta V(\%) = \frac{100(R \cos \phi R + X \sin \phi R)}{V_s^2} \sum_{i=1}^n S_i \cdot I_i[\%]$$

#### 1) Perhitungan jatuh tegangan untuk penyulang Kota.

Jatuh tegangan antara GI. Kota dan Sawang.  
Diketahui :

Jenis Penghantar : AAAC 120 mm<sup>2</sup>

Panjang Penghantar : 0,156 km

Beban (S) : 8,1 kVA

Tegangan = 20 kV = 20.000 V

$$\Delta V(\%) = \frac{100(R \cos \phi R + X \sin \phi R)}{V_s^2} \sum_{i=1}^n S_i \cdot I_i[\%]$$

$$\Delta V(\%) = \frac{100((0,346 \times 0,8) + (0,772 \times 0,6))}{20000^2} \times 8,1 \times 0,156$$

$$= \frac{100((0,2768 + 0,4632))}{400} \times 1,263$$

$$= 0,184 \times 1,263$$

$$= 0,232 \%$$

$$\Delta V = 0,232 \times \frac{20.000}{100} = 46,47 \text{ V}$$

Dengan perhitungan yang sama maka dapat di peroleh hasil pada tabel IV.

Dengan mengikuti serupa dengan perhitungan jatuh tegangan pada penyulang Kota, maka untuk jatuh tegangan pada penyulang Tona dan Kolongan bisa di lihat pada tabel V.

TABEL IV. HASIL PERHITUNGAN JATUH TEGANGAN PADA PENYULANG KOTA

Penyulang		Jenis Penampang	Panjang	$\Delta V$	$\Delta V$
Awal	Akhir	(mm <sup>2</sup> )	(km)	(%)	(Volt)
GI. Tahuna	Sawang	AAAC 120	0,156	0,232	46,47
Sawang	BPU	AAAC 95	0,960	1,353	270,12
Bpu	Lpng Bola	AAAC 120	0,196	0,213	42,78
Lpng Bola	Megaria	AAAC 70	0,297	0,448	89,77
Megaria	Swng Bendar	AAAC 70	0,411	0,739	147,97
Swng Bendar	Tidore	AAAC 120	1,109	1,210	242,09
Megaria	Pengadilan	AAAC 120	0,769	1,024	204,86
Pengadilan	Apengsembeka	AAAC 120	0,860	1,239	247,98
Apengsembeka	Ktr sinode	AAAC 120	0,690	0,753	150,62
Apengsembeka	Bungalawang	AAAC 70	0,412	0,54	108,04
Bungalawang	RSU	AAAC 70	0,158	0,252	50,56
Bungalawang	Lanal	AAAC 70	0,320	0,369	73,96
Lanal	PDAM	AAAC 70	0,060	0,096	19,20
Lanal	SD Inpres	AAAC 70	0,311	0,407	81,56
SD Inpres	Per.Baru	AAAC 70	0,109	0,164	32,94
Per.Baru	PBB	AAAC 70	0,108	0,172	34,56
PBB	Ktr PBB	AAAC 70	0,158	0,207	41,43
Ktr PBB	Malebur	AAAC 70	0,156	0,204	40,91
PBB	Psr Manente	AAAC 70	0,210	0,242	48,53
Psr Manente	Prm Dinasti	AAAC 70	0,205	0,328	65,60
Prm Dinasti	Perum	AAAC 70	0,351	0,465	92,05
Perum	Kolam	AAAC 70	0,191	0,220	44,14
Kolam	Manente Kota	AAAC 70	0,260	0,404	80,89
Manente Kota	Manente	AAAC 70	0,143	0,228	45,76
<b>TOTAL</b>			<b>8,600</b>	<b>11,51</b>	<b>2.303</b>

TABEL V. HASIL JATUH TEGANGAN PADA PENYULANG KOTA, TONA DAN KOLONGAN

Penyulang	Jenis Penampang	Panjang Penghantar	$V_s$	$\Delta V$	$\Delta V$	$V_R$
	(mm <sup>2</sup> )	(km)	(kV)	(%)	(kV)	(kV)
AAAC						
KOTA	70, 95, 120	8,6	20	11,51	2,303	17,697
AAAC						
TONA	70, 95, 120	7,5	20	9,66	1,932	18,068
AAAC						
KOLO	AAAC					17,963
NGA	35, 70, 95	33,67	20	10,185	2,037	3

### C. Susut Daya Listrik

#### 1) Susut daya listrik untuk Penyulang Kota.

Untuk mencari besar susut daya listrik yang terjadi pada Penyulang Kota, maka kita menggunakan persamaan (2).

$$P_{\text{susut}} = I^2 \cdot R_{\text{kawat}}$$

Di asumsikan bahwa :

$$I = \frac{\Delta v}{R_{ac}}$$

Perhitungan susut daya antara GI. Tahuna dan Sawang

Diketahui :

Jenis dan luas penampang : AAAC 120 mm<sup>2</sup>

Panjang Penghantar : 0,156 km = 156 m

Jatuh Tegangan : 0,232 % = 46,47 V

$$\rho = 0,0287 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$P_{\text{susut}} = I^2 \cdot R_{\text{kawat}}$$

$$I = \frac{\Delta v}{R_{ac}} = \frac{46,47}{0,34} = 136,67 \text{ A}$$

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,0287 \times \frac{156}{120} = 0,03731 \Omega$$

$P_{\text{susut}} = 136,67^2 \times 0,03731 = 696,96 \text{ Watt}$   
 Dengan perhitungan yang sama maka dapat di peroleh hasil pada tabel VI.



TABEL VI. HASIL PERHITUNGAN SUSUT DAYA LISTRIK PADA PENYULANG KOTA

Penyulang		Jenis Penampang (mm <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Susut Daya (Watt)
Awal	Akhir			
GI. Tahuna	Sawang	AAAC 120	156	696,96
Sawang	Bpu	AAAC 95	960	137.71 2
Bpu	Lpng Bola	AAAC 120	196	716
Lpng Bola	Megaria	AAAC 70	297	3.657
Megaria	Swng Bendar	AAAC 70	411	13.751
Swng Bendar	Tidore	AAAC 120	1109	129.85 2
Megaria	Pengadilan	AAAC 120	769	64.475
Pengadilan	Apengsembe ka	AAAC 120	860	219.60 5
Apengsembe ka	Ktr Sinode	AAAC 120	690	31.275
Apengsembe ka	Bungalawang	AAAC 70	412	7.349
Bungalawang	Rsu	AAAC 70	158	617
Bungalawang	Lanal	AAAC 70	320	2.675
Lanal	PDAM	AAAC 70	60	33
Lanal	SD Inpres	AAAC 70	311	3.161
SD Inpres	Per.Baru	AAAC 70	109	180
Per.Baru	PBB	AAAC 70	108	197
PBB	Ktr PBB	AAAC 70	158	414
Ktr PBB	Malebur	AAAC 70	156	398
PBB	Psr Manente	AAAC 70	210	756
Psr Manente	Prm Dinasti	AAAC 70	205	1.348
Prm Dinasti	Perum	AAAC 70	351	4.544
Perum	Kolam	AAAC 70	191	568
Kolam	Manente Kota	AAAC 70	260	2.600
Manente Kota	Manente	AAAC 70	143	457
		<b>TOTAL</b>	<b>8.600</b>	<b>627.03 3</b>

TABEL VII. HASIL PERHITUNGAN SUSUT DAYA LISTRIK PADA PENYULANG KOTA, TONA DAN KOLONGAN

Penyulang	Jenis Penampang (mm <sup>2</sup> )	Panjang Penghantar (m)	Susut Daya (kW)
KOTA	AAAC 70, 95, 120	8.600	627,033
TONA	AAAC 70, 95, 120	7.500	237,672
KOLONGAN	AAAC 35, 70, 95	33.670	1.431,493

Dengan mengikuti serupa dengan perhitungan susut daya pada penyulang Kota, maka untuk susut daya pada penyulang Tona dan Kolongan untuk hasilnya bisa dilihat pada tabel VII.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian serta juga perhitungan pada jaringan distribusi primer 20 KV di Kota Tahuna khususnya pada penyulang Kota, Tona dan Kolongan, dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Jatuh tegangan pada penyulang Kota yaitu sebesar 11,51% atau 2,303 kV, untuk penyulang Tona yaitu sebesar 9,66% atau 1,932 kV dan untuk penyulang Kolongan yaitu sebesar 10,185% atau 2,037 kV.
- 2) Penyusutan daya pada penyulang Kota yaitu sebesar 627,033 kW, untuk penyulang Tona yaitu sebesar 237,672 kW dan untuk penyulang Kolongan yaitu sebesar 1.431,49 kW.
- 3) Dari kesimpulan 1 dan 2 jatuh tegangan untuk penyulang Kota dan Kolongan sudah tidak memenuhi standart yang ditentukan oleh PLN yaitu jatuh tegangan tidak boleh melebihi dari 10%. Untuk itu diperlukan penanganan secepatnya untuk mengantisipasi pertumbuhan beban yang semakin tinggi.

##### B. Saran

- 1) Untuk jaringan distribusi primer yang ada di Kota Tahuna khususnya untuk penyulang Kota, Tona

dan Kolongan sudah tergolong jaringan yang lama, sehingga perlu adanya pemeliharaan dan pengawasan yang rutin untuk jaringan ini khususnya untuk konduktor dan trafo yang tersebar pada tiap penyulang.

- 2) Pada penyulang khususnya pada titik beban yang menghasilkan jatuh tegangan yang besar dan rugi daya yang besar perlu adanya penambahan atau penggantian ukuran konduktor menjadi lebih besar agar dapat memperkecil jatuh tegangan dan rugi daya yang terjadi.
- 3) Untuk sistem jaringan distribusi yang sudah terlalu panjang diperlukan beberapa metode untuk memperbaiki kualitas tegangan seperti penambahan trafo distribusi atau penambahan kapasitor daya agar dapat memperbaiki jatuh tegangan yang terjadi pada penyulang yang sudah tidak memenuhi standar % jatuh tegangannya.



**Rizky Beltsazar Binilang** lahir di Tahuna, tanggal 24 februari 1993. Pada tahun 2011 memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2013 mengambil konsentrasi Minat Teknik Tenaga Listrik. Dalam menempuh pendidikan penulis juga pernah melaksanakan Kerja

Praktek yang bertempat di PT. PLN (Persero). PLTU Amurang pada bulan februari tahun 2016 sampai selesai dan pada bulan juni tahun 2017 telah menyelesaikan pendidikan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan minat penelitian adalah tentang Studi Analisa Rugi Daya pada Saluran Distribusi Primer 20 kV di Kota Tahuna.

#### KUTIPAN

- [1] A.J. Pansini, *Guide to electrical power distribution systems, sixth edition by The Fairmont Press, Inc. All rights reserved.* 2005.
- [2] Dj.Marsudi, “Operasi Sistem Tenaga Listrik”, edisi pertama-Yogyakarta ; Penerbit Graha Ilmu, 2006.
- [3] T.S.Hutauruk, *Transmisi Daya Listrik.* Erlangga. Jakarta, 1993.
- [4] J.N. Hontong, “Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi di PT.PLN Palu (Rayon Kota)”, *Skripsi S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado*, 2014.
- [5] N.M.Nelwan, “Analisis Penyusutan Energi Listrik Pada Penyulang SU2 Jaringan Distribusi Minahasa Utara”, *Skripsi S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado*, 2015.
- [6] PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2000, 04-0225 2000 Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [7] PT. PLN, SPLN ( Standar Perusahaan Umum Listrik Negara) 41-8.1981 dan 72.1987 “HANTARAN ALUMUNIUM CAMPURAN (AAAC)” dan “Spesifikasi Desain Untuk JTM dan JTR.”,1981.
- [8] PT. PLN (Persero) Area Tahuna, Data Penyulang Kota, Tona dan Kolongan.
- [9] SPLN ( Standar Perusahaan Umum Listrik Negara),1981.