

# ANALISIS RUGI – RUGI DAYA PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV MENGGUNAKAN ETAP 12.6.0 PENYULANG POLRES WAISAI PT. PLN (Persero) ULP WAISAI

Arinofal Arifin<sup>1</sup> Abdul Hafid<sup>2</sup> Antarissubhi<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar

E – mail : [arinofall@gmail.com](mailto:arinofall@gmail.com), [abdulhafid@unismuh.ac.id](mailto:abdulhafid@unismuh.ac.id), [antarissubhi@unismuh.ac.id](mailto:antarissubhi@unismuh.ac.id)

*Abstrak : The increasing need for electrical energy in society will continue along with the increasing development of an increasingly sophisticated world. This condition certainly cannot be separated from the availability of effective and of course quality electrical energy. Energy losses must be estimated and anticipated to maintain efficiency. If the power plant has a distribution and transmission system that is far from the customer, it can be used to distribute electrical energy to consumers. Power losses and voltage drops are energy lost which are caused by pressure, resistance, network systems and transformers. This research aims to determine the magnitude of power losses using stage 12.6.0, and the voltage drop at the Waisai PT police station feeder. PLN (Persero) ULP Waisai. The method used in this research is descriptive research, data collection was carried out by surveys, interviews and documentation. The results of this research show that the channel length is 13,223 km, then from the etap simulation results there are 2 (two) highest losses, namely at the Surya branch 3.5 kW and Polres 2.8 Kw, and for calculating the voltage drop there are two highest feeders, namely at the solar feeder and Polres at 3.2733 + j3.5277 Volts. Or  $\Delta V = 4.8124 \angle 47.142^\circ$ .*

*Keywords : Losses, ETAP 12.6.0, Voltage Drop*

**Abstrak :** Seiring dengan perkembangan global yang semakin canggih, kebutuhan akan energi listrik akan terus meningkat. Kondisi ini pasti tidak terjadi meskipun ada energi listrik yang efisien dan tentu saja berkualitas. Untuk menjaga keefisienan, kerugian energi harus diperkirakan dan diantisipasi. Untuk menyalurkan energi daya listrik ke konsumen, pembangkit tenaga listrik dapat menggunakan sistem distribusi dan transmisi yang jauh dari pelanggan. Rugi: Energi yang hilang adalah hasil dari tekanan, resistansi, sistem jaringan, dan transformator. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung besar rugi daya menggunakan fase 12.6.0 dan jatuh tegangan pada penyulang polres

Waisai PT. PLN (Persero) ULP Waisai. Metode penelitian yang digunakan

adalah penelitian analitik yang mengumpulkan data melalui dokumentasi, wawancara, dan survei. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang saluran adalah 13.223 km, dan dari hasil simulasi fase, terdapat 2 (dua) kehilangan tertinggi: cabang Surya 3,5 kW dan Polres 2,8 Kw. Untuk perhitungan jatuh tegangan, cabang surya dan polres masing-masing menghasilkan kehilangan tegangan sebesar 3.2733 + j3.5277 Volt. Atau  $\Delta V = 4.8124 \angle 47.142^\circ$ . Kata kunci : Rugi – Rugi Daya, ETAP 12.6.0, Jatuh Tegangan

## I PENDAHULUAN

Pembangkit listrik di PT. PLN (Persero) ULP Waisai, Kabupaten Raja Ampat menggunakan sistem distribusi radial. Kestabilan dan kesanggupan ditentukan oleh berapa besar daya yang diterima oleh konsumen, artinya rugi – rugi daya tentu perlu dipertimbangkan. Kerugian energi harus diperkirakan dan diantisipasi untuk menjaga keefisiennya. Jika pembangkit tenaga listrik memiliki jarak yang sistem distribusi dan transmisi yang jauh dari pelanggan dapat digunakan agar dapat disalurkan energi daya listrik pada konsumen.

Rugi – rugi daya dan tegangan jatuh adalah energi yang hilang disebabkan oleh tekanan, resistansi, jaringan sistem jari, dan transformator. Rugi - rugi daya yaitu kehilangan energi yang tidak dapat dihindari. Saluran transmisi jika mengalami jatuh tegangan sangat perlu diperhatikan, karena dapat mengalami kehilangan daya yang cukup besar. Sistem tenaga listrik adalah melakukan ketersediaan dan pengiriman energi listrik yang tepat dan memperhatikan kualitas, mutu dan ke – efektifannya, jika penyaluran tenaga listrik mengalami kendala yang bisa saja terjadi yaitu, salah satunya adalah rugi – rugi daya (losses). Rugi – rugi daya pada sistem distribusi tenaga listrik dapat berdampak pada kualitas serta keefisiennya pada sistem rugi – rugi daya, yang terjadi jika arus mengalir yang melalui penghantar tersebut.

## II PEMBAHASAN

### A. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

#### 1. Secara Umum

Salah satu faktor yang akan mendorong peningkatan dan pembangunan ekonomi serta mendukung produktivitas masyarakat adalah ketersediaan daya listrik dalam jumlah dan kualitas yang cukup. Penyaluran tenaga listrik ke konsumen merupakan salah satu hambatan. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan umum konsumen untuk sumber energi listrik yang terus menerus. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen, PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) Persero bertanggung jawab untuk memberikan pelayanan tenaga listrik terbaik. Fakta bahwa jumlah pasokan tenaga listrik yang besar dapat menyebabkan krisis tenaga listrik adalah fakta. Akibatnya, memaksimalkan manajemen operasi sistem tenaga adalah tugas yang sangat penting. Bagian sistem energi listrik yang berhubungan langsung dengan konsumen adalah jaringan distribusi energi listrik.

#### 2. Bagian Sistem Distribusi Daya Listrik

##### a. Jaringan Tegangan Menengah

Pada sistem distribusi, lingkup jaringan tegangan menengah dimulai dari terminal keluar (out-going) pemutus tegangan dari transformator penurun tegangan Gardu Induk (atau, untuk sistem distribusi skala kecil, transformator penaik tegangan pada pembangkit) hingga peralatan pemisah/proteksi sisi masuk (in-coming) transformator distribusi 20 kV–230/400 V.

##### b. Jaringan Tegangan Rendah

Pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah (JTR) merupakan bagian akhir dari sistem satu daya. Listrik disalurkan ke konsumen melalui jaringan distribusi ini. Mengingat skala jaringan distribusi yang terhubung langsung dengan kawasan pemukiman dan berada dikawasan pemukiman juga harus memenuhi syarat aman dan ramah lingkungan bagi pengguna. Konfigurasi maskapai tegangan rendah umumnya radial.

### B. Rugi – Rugi Sistem Tenaga Listrik

#### 1. Secara Umum

Pada kerugian, sistem kelistrikan memang mengalami kerugian. Pada dasarnya, konsumsi daya adalah perbedaan antara jumlah energi listrik yang dihasilkan dan

yang sampai ke tangan konsumen. Kerugian tidak berasal dari aktivitas utama entitas, tetapi dari nilai ekuitas dan derivatif perdagangan yang bertahan lama. Semua transaksi adalah peristiwa lain yang berdampak pada perusahaan selama waktu tertentu. Kecuali untuk transaksi pemilik-ke-pemilik atau biaya.

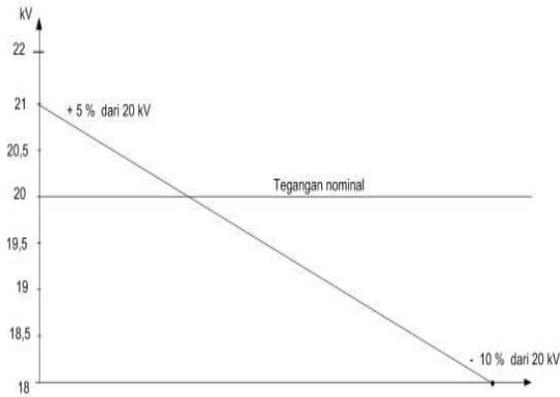
#### 2. Jenis rugi – rugi pada sistem distribusi

Tidak semua peralatan listrik yang digunakan bekerja dengan sempurna setiap saat. Semakin lama digunakan, semakin tidak efisien perangkat dan semakin besar kerugiannya (Hadi, Abdul, 1994: 3). Dalam sistem distribusi tenaga listrik, rugi-rugi daya (Losses) dapat dibedakan menjadi beberapa jenis. Menurut Keputusan Direksi PT. PLN (Persero) No.217 – 1.K/DIR?2005 (2005:2) Ada dua jenis rugi – rugi daya (Losses). Yaitu :

- Rugi transmisi dan distribusi berdasarkan lokasi
- Karena sifatnya, kerugian teknis dan non teknis

### C. Jatuh Tegangan (Drop Tegangan)

Jatuh tegangan pada saluran listrik biasanya berbanding lurus dengan panjang dan beban saluran dan berbanding terbalik dengan luas penampang saluran. Besar jatuh tegangan dapat ditunjukkan dalam besaran volt atau persen. Strategi perusahaan kelistrikan menentukan batas atas dan bawah. Perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas: hanya dengan menghitung besarnya tahanan, batas tertentu masih dapat dipertimbangkan. Namun, pada sistem jaringan, terutama pada sistem tegangan menengah, masalah induktansi dan kapasitansi dipertimbangkan karena nilainya cukup signifikan.



Gambar 2.8 Toleransi Tegangan Yang Di izinkan

Sesuai dengan standar PLN (SPLN), perancangan dirancang untuk menerima 10% jatuh tegangan di ujung jaringan. Ini disebabkan oleh rugi tegangan yang disebabkan oleh hambatan listrik (R) dan reaktansi (X). Jatuh tegangan phasor  $V_d$  pada suatu penghantar yang memiliki impedansi (Z) dan membawa arus (I) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :  $V_d = I \cdot Z$

Dalam pembahasan ini, jatuh tegangan ( $\Delta V$ ) adalah perbedaan antara tegangan kirim ( $V_k$ ) dan tegangan terima ( $V_t$ ). Jatuh tegangan dapat dijelaskan dengan rumus berikut :

$$\Delta V = (V_k) - (V_t)$$

Karena ada resistansi pada penghantar, tegangan yang diterima konsumen ( $V_r$ ) lebih rendah dari tegangan kirim ( $V_s$ ). Akibatnya, tegangan jatuh ( $V_{drop}$ ) adalah perbedaan antara tegangan pada pangkal pengiriman (sending end) dan tegangan pada ujung penerimaan (receiving end). Regulasi tegangan VR (Voltage Regulation) adalah istilah untuk jatuh tegangan relatif, dan dapat diwakili oleh rumus

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

Faktor daya dan reaktansi harus sama untuk menghitung jatuh tegangan. Untuk menyederhanakan perhitungan, dianggap beban sebagai beban tiga fasa yang seimbang dengan faktor daya ( $\cos \phi$ ) antara 0,6 dan 0,85. Metode hubungan digunakan untuk menghasilkan rumus berikut:

$$(\Delta V) = I ( R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi ) L$$

Ket : I = Arus beban (Ampere)

R = Tahanan rangkaian (ohm)

X = Reaktansi rangkaian

#### D. ETAP 12.6.0

ETAP versi 12.6.0 adalah software power system yang bekerja dengan plant. Selanjutnya, setiap pabrik harus menyediakan peralatan yang diperlukan untuk analisis yang akan dilakukan.

ETAP 12.6.0 dirancang untuk menganalisis kondisi persyaratan daya yang berbeda pada sisi konsumen industri dan jaringan listrik atau sisi jaringan listrik, pemasangan kabel, pertahanan GIS, desain papan koordinasi perlindungan dan diagram sistem kontrol AC/DC.

ETAP versi 12.6.0 juga dapat membuat diagram garis secara grafis serta sejumlah analisis/studi antara lain :

##### a. Aliran Daya (Load Flow)

Tujuan dari pengujian aliran daya ini adalah untuk mengetahui sifat aliran daya yang mempengaruhi variasi beban aliran daya dan rugi-rugi transmisi. Analisis aliran daya adalah metode yang sangat penting untuk menyelidiki masalah dalam

##### b. pengopersian dan perencanaan sistem tenaga listrik. Analisis aliran daya juga dapat memberikan keadaan operasi sistem tenaga yang seimbang dan stabil, tanpa mempertimbangkan proses transien sistem.

##### c. Analisis Hubung Singkat

Analisis Hubung Singkat ini dapat digunakan untuk melakukan simulasi keadaan tunak serta untuk melindungi koordinasi dan pengujian dinamis perangkat pelindung. Analisis ini juga mendukung kebutuhan perencanaan dan pengambilan keputusan untuk meningkatkan keandalan.

##### d. Analisis Kordinasi Perangkat Star

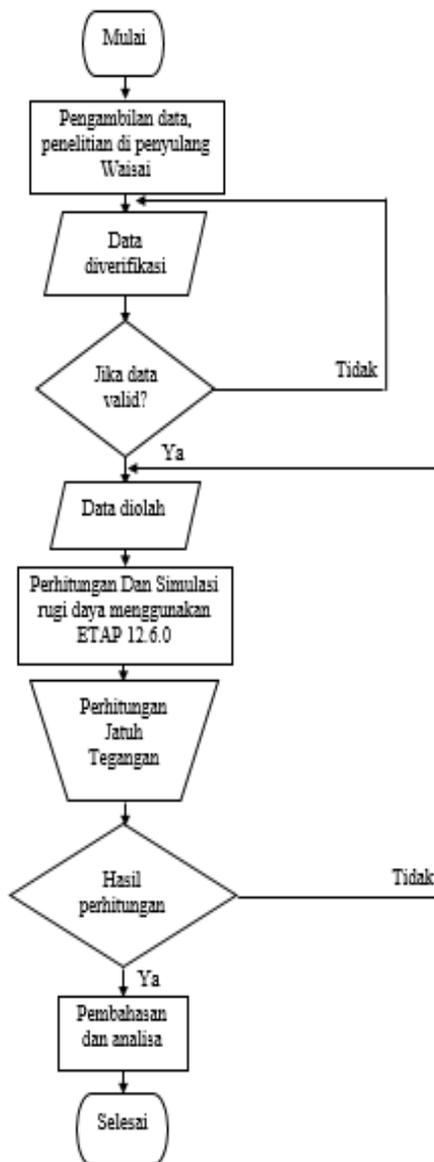
Digunakan untuk menjalankan simulasi kondisi steady – state dan koordinasi, proteksi dan testing dinamik peralatan.

### III Metodologi Penelitian

Adapun waktu penelitian ini dimulai dari bulan Juni – Agustus 2023, dan tempat serta pengambilan data dilakukan di PT PLN (Persero) ULP Waisai, Jl Raya Waisai, Distrik Kota Waisai, Kabupaten Raja Ampat, Papua Barat. Untuk alat dan bahannya yaitu sebuah

perangkat laptop dan *software* ETAP 12.6.0. Adapun metode yang digunakan yaitu kuantitatif dalam penelitian ini, dan dengan teknik survey lapangan, ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar rugi daya yang terjadi pada penyulang Waisai.

Langkah-langkah penelitian: Gambar 3.2. menunjukkan langkah-langkah yang akan diambil untuk melakukan penelitian. Pertama, data dikumpulkan dan diverifikasi untuk memastikan validitasnya. Selanjutnya, hasil perhitungan dilakukan menggunakan ETAP 12.6.0.



Gambar 2 Flow Chart Penelitian

## IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Gambaran Umum Jaringan distribusi Penyulang Polres

Penyulang polres adalah penyulang yang energi listriknya disuplai dari gardu induk PLTD PLN, dan PLTD P3. Dimana penyulang tersebut menggunakan sistem radial yang beroperasi pada tegangan sistem 20 kV. Panjang saluran penyulang polres secara keseluruhan adalah 13.223, dengan trafo distribusi digunakan sebanyak 30 buah.

### B. Data Jaringan Distribusi Penyulang Polres

Pada Penyulang Polres memiliki saluran penghantar tingkat menengah yang panjang salurannya 13.223. km dengan data impedansi saluran dapat dilihat pada tabel 4.1, dan jumlah transformator distribusi sebanyak 30 buah pada gardu distribusi, 2 diantaranya adalah trafo 1 fasa, pada tabel

Tabel 1 Data Penghantar Penyulang Polres

Jenis penghantar	Resistansi $\Omega/\text{km}$	Reaktansi $\Omega/\text{km}$
AAAC 3x70 mm <sup>2</sup>	0,667	3,328

Tabel 2 Data Penyulang Polres Sampai Pada Mansapur

1	Surya	200 kVa
2	Polres	200 kVa
3	Gor	100 kVa
4	HI	100 kVa
5	Adat 2	160 kVa
6	Pertanahan	100 kVa
7	BPBD	100 kVa
8	Mansapur	100 kVa

Penyulang ini memiliki 13.223 km panjang saluran udara dan terdiri dari 8 jalur. Ini adalah penyulang dengan jumlah jalur terbanyak dan terpanjang.

Tabel 3 Data Panjang Saluran Penyulang Polres

Nama Bus	Tegangan Bus KV	MW	Mvar
Bus 2	20	0.137	0.099
Bus 3	20	0.675	0.406
Bus 4	20	0.149	0.095
Bus 6	20	0.525	0.313
Bus 7	20	0.133	0.085
Bus 9	20	0.392	0.231
Bus 10	20	0.069	0.044
Bus 12	20	0.323	0.190
Bus 14	20	0.065	0.041
Bus 15	20	0.258	0.152
Bus 16	20	0.113	0.072
Bus 18	20	0.145	0.082
Bus 19	20	0.031	0.020
Bus 20	20	0.114	0.066
Bus 21	20	0.058	0.037
Bus 22	20	0.056	0.032
Bus 23	20	0.056	0.035

Tabel 4  
Hasil Studi Load Flow pada

Komponen	Panjang (m)
Feeder 1	2000
Feeder 3	1000
Feeder 5	3000
Feeder 7	1000
Feeder 9	1000
Feeder 11	2000
Feeder 13	2000
Feeder 15	1000

Jaringan Distribusi Penyulang Polres

Tabel 5 Losses dan Voltage Drop Saat Sistem Normal Hasil Simulasi Etap 12.6.0

Cabang	Losses		% Bus Voltage		% Voltage Drop
	Nama	kW	kvar	From	
T4	0.1	0.9	100.0	99.6	0.38
T5	0.2	0.3	100.0	99.6	0.38
T6	0.2	0.3	100.0	99.6	0.38
T7	0.1	0.7	100.0	99.6	0.38
T8	0.1	0.9	100.0	99.6	0.38
T9	0.1	0.9	100.0	99.6	0.38
Line1	0.9	-2.0	99.6	99.4	0.18
Line3	0.6	-2.5	99.4	99.3	0.14
SURYA	3.5	5.3	99.4	96.2	3.25
Line4	0.3	-2.9	99.3	99.2	0.11
POLRES	2.8	4.2	99.3	96.4	2.89
Line6	0.2	-3.0	99.2	99.1	0.09
GOR	1.5	2.2	99.2	96.2	3.00
Line8	0.1	-3.1	99.1	99.0	0.07
.H.I	1.3	2.0	99.1	96.3	2.82
Line9	0.0	-3.2	99.0	99.0	0.04
ADAT	2.6	3.8	99.0	95.9	3.10
Line10	0.0	-3.2	99.0	99.0	0.03
PERTANAHAN	0.3	0.5	99.0	97.6	1.37
Line11	0.0	-3.3	99.0	99.0	0.02

### C. Hasil Pengujian Losses Pada Jaringan Distribusi Pada Penyulang Polres

Pada pengujian telah dilakukan simulasi pada jaringan distribusi pada penyulang Polres menggunakan ETAP 12.6.0. Simulasi yang diawali dengan melakukan simulasi aliran daya dengan menggunakan metode Newton Raphson yang terintegrasi pada ETAP. Selanjutnya menentukan saluran – saluran dengan losses tertinggi, dalam hal ini diambil 2 (dua) saluran yang memiliki nilai losses tertinggi.

BPBD	1.1	1.6	99.0	96.4	2.34
MANSAPUR	1.0	1.5	99.0	96.5	2.43
	<b>17.3</b>	<b>1.9</b>			

Berdasarkan hasil dari Losses pada tabel 4.5 maka dapat dilihat saluran yang memiliki losses tertinggi terdapat pada cabang Surya sebesar 3.5 kW, dan Polres sebesar 2.8 kW.

#### D. Perhitungan Jatuh Tegangan yang terjadi pada Penghantar

Jatuh tegangan adalah jumlah tegangan yang hilang dari penghantar. Besar jatuh tegangan dinyatakan dalam satuan volt (v) atau persen (%). Ini adalah perhitungan jatuh tegangan praktis pada batas tertentu, di mana hanya menghitung besarnya tahanan yang dapat dipertimbangkan. Namun, saluran jaringan tenaga menengah memiliki nilai yang cukup signifikan. Beberapa faktor mempengaruhi terjadinya jatuh tegangan, salah satunya adalah:

- Tahanan Saluran
- Arus Saluran
- Faktor Daya ( $\cos \phi$ )

Data – data yang diperlukan untuk perhitungan yang dibutuhkan yaitu data penghantar tabel 4.1 dan trafo tabel 4.2 serta data feeder pada tabel 4.3. Maka dari itu penulis akan menghitung jatuh tegangan saluran distribusi pada penyulang Polres Kota Waisai, Kabupaten Raja Ampat.

- Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 1, daya 200 kVa dengan jarak 2000 m :

$$I_{FL} = \frac{200 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 5.7735 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos \phi + j X \cdot \sin \phi) L$$

$$\Delta V = 5.7735 (0.667 \cdot 0.85 + j 3.328 \cdot 0.53) 2$$

$$\Delta V = 3.2733 + j3.5277 \text{ Volt Atau}$$

$$|\Delta V| = \sqrt{3.2733^2 + 3.5277^2} = 4.8124 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left( \frac{3.5277}{3.2733} \right) = 47.142^\circ$$

$$\Delta V = 4.8124 \text{ V} \angle 47.142^\circ$$

Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 3, daya 200 kVa dengan jarak 1000 m :

$$I_{FL} = \frac{200 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 5.7735 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos \phi + j X \cdot \sin \phi) L$$

$$\Delta V = 5.7735 (0.667 \cdot 0.85 + j 3.328 \cdot 0.53) 2$$

$$\Delta V = 3.2733 + j3.5277 \text{ Volt Atau}$$

$$|\Delta V| = \sqrt{3.2733^2 + 3.5277^2} = 4.8124 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left( \frac{3.5277}{3.2733} \right) = 47.142^\circ$$

$$\Delta V = 4.8124 \text{ V} \angle 47.142^\circ$$

- Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 5, daya 100 kVa dengan jarak 3000 m :

$$I_{FL} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 2.8868 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos \phi + j X \cdot \sin \phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0.667 \cdot 0.85 + j 3.328 \cdot 0.53) 3$$

$$\Delta V = 1.6366 + j5.2915 \text{ Volt Atau}$$

$$|\Delta V| = \sqrt{1.6366^2 + 5.2915^2} = 5.5351 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left( \frac{5.2915}{1.6366} \right) = 17.405^\circ$$

$$\Delta V = 5.5351 \text{ V} \angle 17.405^\circ$$

- Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 7, daya 100 kVa dengan jarak 1000 m :

$$I_{FL} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 2.8868 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos \phi + j X \cdot \sin \phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0.667 \cdot 0.85 + j 3.328 \cdot 0.53) 1$$

$$\Delta V = 1.6366 + j1.7638 \text{ Volt Atau}$$

$$|\Delta V| = \sqrt{1.6366^2 + 1.7638^2} = 2.4059 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left( \frac{1.7638}{1.6366} \right) = 44.457^\circ$$

$$\Delta V = 2.4059 \text{ V} \angle 44.457^\circ$$

5. Perhitungan Jatuh Tegangan pada feeder 9, daya 160 kVa dengan jarak 1000 m :

$$I_{FL} = \frac{160 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 4.6189 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 4.6189 (0,667 \cdot 0,85 + j 3,328 \cdot 0,53) \cdot 1$$

$$\Delta V = 2.6186 + j1.7638 \text{ Volt Atau}$$

$$|\Delta V| = \sqrt{2.6186^2 + 1.7638^2} = 3.1598 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left( \frac{2.6186}{1.7638} \right) = 55.226^\circ$$

$$\Delta V = 3.1598 \text{ V} \angle 55.226^\circ$$

6. Perhitungan jatuh Tegangan pada feeder 11, daya 100 kVa dengan jarak 2000 m :

$$I_{FL} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 2.8868 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0,667 \cdot 0,85 + j 3,328 \cdot 0,53) \cdot 2$$

$$\Delta V = 1.6367 + j3.5276 \text{ Volt}$$

Atau

$$|\Delta V| = \sqrt{1.6367^2 + 3.5276^2} = 3.8897 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left( \frac{1.6366}{3.5276} \right) = 24.788^\circ$$

$$\Delta V = 3.8897 \text{ V} \angle 24.788^\circ$$

7. Perhitungan jatuh tegangan pada feeder 13, daya 100 kVa dengan jarak 2000 m :

$$I_{FL} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 2.8868 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0,667 \cdot 0,85 + j 3,328 \cdot 0,53) \cdot 2$$

$$\Delta V = 1.6367 + j3.5276 \text{ Volt Atau}$$

$$|\Delta V| = \sqrt{1.6367^2 + 3.5276^2} = 3.8897 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left( \frac{1.6366}{3.5276} \right) = 24.788^\circ$$

$$\Delta V = 3.8897 \text{ V} \angle 24.788^\circ$$

8. Perhitungan jatuh tegangan pada feeder 15, daya 100 kVa dengan jarak 1000 m :

$$I_{FL} = \frac{100 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ KV}} = 2.8868 \text{ A}$$

$$\Delta V = I (R \cdot \cos\phi + j X \cdot \sin\phi) L$$

$$\Delta V = 2.8868 (0,667 \cdot 0,85 + j 3,328 \cdot 0,53) \cdot 1$$

$$\Delta V = 1.6367 + j1.7638 \text{ Volt}$$

Atau

$$|\Delta V| = \sqrt{1.6367^2 + 1.7638^2} = 2.4075 \text{ V}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \left( \frac{1.6366}{1.7638} \right) = 45.271^\circ$$

$$\Delta V = 2.4075 \text{ V} \angle 45.271^\circ$$

## V KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil dari studi aliran daya pada tabel 4.4 maka dapat dilihat saluran yang memiliki losses tertinggi terdapat pada cabang Surya sebesar 3.35 kW, dan cabang Adat sebesar 2.6 kW. Dan total Losses pada penyulang Polres Waisai adalah 17.3 kW dan daya reaktif adalah 1.9
- Dan dari hasil jatuh tegangan setelah dilakukan perhitungan pada feeder 1 – 15, dan terdapat dengan tegangan tertinggi yaitu pada feeder :  
Feeder 1 :  $\Delta V = 3.2733 + j3.5277 \text{ Volt}$   
Feeder 3 :  $\Delta V = 3.2733 + j3.5277 \text{ Volt}$

## REFERENSE

- Syahputra, Ramadoni. "Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik." LP3M UMY, Yogyakarta (2016): 249-256.
- PLN, PT. "Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik." Jakarta PT. PLN (2010).
- PLN, PT. "Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik." (2010).
- Yodiawan, R. R. (2021). Perbaikan Drop Tegangan 150kV Gardu Induk Segoromadu Dengan Software Digsilent (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).
- Suhadi, dkk. (2008). Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid I. Direktorat Pembinaan Sekolah

- Menengah Umum Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.
6. Suswanto, D. (2009). Sistem distribusi tenaga listrik. Padang: Universitas Negeri Padang.
  7. Irfan Abiwaluya Rachmat\*, M. T. (2020). Analisis Rugi Daya pada Sistem Distribusi 20 KV menggunakan Software ETAP. ID: 11, 66.
  8. Wang, X. F., Song, Y., & Irving, M. (2008). Load flow analysis. Modern power systems analysis, 71-128.
  9. Azka Azhari B', M. R. (2017). "ANALISIS RUGI - RUGI DAYA JARINGAN DISTRIBUSI PRIMER PENYUANG ADHYAKSA MAKASSAR". ID, 5, 22, 46.
  10. Guton Albaroka, G. W. (2017). Analisis Rugi Daya Pada jaringan Distribusi Penyulang Barata Jaya Area Surabaya Selatan Menggunakan Software Etap 12,6. Volume 06 , 106 - 107.
  11. Amrulloh, S. (2018). SIMULASI JATUH TEGANGAN JARINGAN DISTRIBUSI
  12. LISTRIK TEGANGAN 20 KV MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP POWER STATION 12.0. Edu Elektrika Journal, 7(2), 45.
  13. Al-afifi, Umar Faruq. "Analisa Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik menggunakan ETAP 12.6." SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri 6.1 (2021): 16-22.
  14. Kurniawan, Rizky, Slamet Hani, and Samuel Kristiyana. "Analisa Aliran Daya pada Sistem Tenaga Listrik di PT. Kirana Megatara Menggunakan Software Electric Transient and Analysis Program (ETAP) 12.6." Jurnal elektrikal 6.1 (2019): 62-69.
  15. Daryanto. (2010). "Teknik Distribusi Tenaga Listrik". Jakarta : PT. Gramedia