

Analysis of Transmission Condition on The 150kV Lopana-GIS Teling Transmission Line

ANALISIS KONDISI JARINGAN TRANSMISI PADA SALURAN TRANSMISI 150kV JALUR LOPANA-TELING

Immanuel A. Tuwaidan, Lily S. Patras, Novi M. Tulung
Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia
e-mails : imanueltuaidan023@student.unsrat.ac.id, lily_spatras@unsrat.ac.id,
novi.tulung@unsrat.ac.id

Received: [date]; revised: [date]; accepted: [date]

Abstract — *Transmission lines are the connection line between power generation and distribution line. Therefore, it is important to consider the existing regulations or standards, the condition of the towers and components within them. In the process of electricity transmission, the electrical components must be in standard operational condition and required for maintenance. Due to the clearance distance from transmission towers, calculations must be performed to measure the clearance value of the sag. By measuring the sag, the clearance distance can be determined and compared with governing regulation, as mentioned by the Minister of Energy and Mineral Resources Regulation number 2 in 2019.*

The results show that the sag value ranging from 19m to 22m which is calculated from 3 transmission towers (T094-T096). The inspection results show that the maintenance is needed since the conductor wires and the nearest object (trees) roughly exceeds the existing clearance distance and requiring maintenance immediately.

Keyword — *Transmission Line , Inspection Tower, Calculate Sag, Clearance Distance.*

Abstrak — Saluran transmisi merupakan saluran penghubung antara pembangkit dan saluran distribusi. Oleh karena itu pada saluran transmisi perlu memperhatikan peraturan atau standar yang ada dan juga kondisi dari menara atau komponen yang ada di dalamnya. Dalam proses penyaluran listrik terdapat komponen listrik yang harus ada pada kondisi layak operasi, dimana harus dilakukan pemeliharaan. Dalam memperhatikan jarak bebas dari menara transmisi maka harus dilakukan perhitungan untuk mengukur nilai dari andongan kawat penghantar. Dengan mengukur andongan maka jarak bebas dapat ditentukan atau ditemukan dan dapat dibandingkan dengan peraturan yang mengatur tentang jarak bebas dimana terdapat pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 2 Tahun 2019.

Berdasarkan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan maka hasil nilai andongan yaitu berkisar 19m – 22m yang dihitung pada 3 tower transmisi (T094-T096), dan hasil inspeksi keadaan menara adalah kondisi lingkungan menara harus dilakukan pemeliharaan karena kawat penghantar dan objek terdekat yaitu pohon sebagai konduktor terdekat dalam posisi kurang lebih melewati jarak bebas yang ada dan harus dilakukan pemeliharaan.

Kata Kunci — Saluran Transmisi, Inspeksi Tower, Perhitungan Andongan, Jarak Bebas

I. PENDAHULUAN

Saat ini, listrik telah menjadi suatu kebutuhan yang esensial dalam setiap rumah tangga, perekonomian, dan dunia secara keseluruhan. Jaringan transmisi memiliki peran yang sangat krusial dalam mengatur proses penyaluran daya dari pusat-pusat pembangkit listrik ke pusat-pusat beban melalui saluran udara. Untuk memastikan pemenuhan pasokan tenaga listrik yang optimal, perlu ada sistem transmisi tenaga listrik yang dapat diandalkan serta memiliki tingkat keamanan yang memadai.

Transmisi tenaga listrik sendiri terdiri dari menara transmisi sebagai salah satu komponen pendukung dimana menara transmisi memiliki Menara/tiang transmisi, isolator, kawat penghantar (Konduktor), kawat tanah (Ground Wire). Menara transmisi ini berada pada ruang terbuka dimana banyak memiliki faktor-faktor yang bisa merusak atau mengganggu jaringan transmisi, misalnya faktor cuaca, dan aktivitas dari makhluk hidup contohnya burung atau kelelawar.

Konstruksi Menara transmisi juga memiliki aturan yang mengatur atau standarisasi, misalnya jarak antara tiang transmisi, serta antar konduktor dari tiang ke tiang, pondasi dari menara transmisi, dan umur dari setiap komponen yang tergabung didalamnya.

A. Saluran Transmisi

Saluran transmisi adalah jalur yang digunakan untuk menghantarkan energi listrik dari pembangkit listrik ke dalam sistem distribusi, dan selanjutnya sampai ke pelanggan yang menggunakan listrik. Arus listrik mengalir melalui konduktor yang bertindak sebagai penghantar listrik. Dalam konteks sistem tenaga listrik, jarak yang cukup jauh antara pembangkit dan beban dapat menyebabkan perubahan dalam kualitas tegangan listrik. (Masarrang et al., 2019)

B. Tower Transmisi

Tower Transmisi atau Menara Transmisi mempunyai fungsi sebagai penopang konduktor yang dipasang pada menara-menara sepanjang jalur transmisi melewati isolator. (Sepannur Bandri, 2016). Listrik yang melewati jaringan udara pada umumnya menggunakan kawat tanpa pelindung sehingga mengandalkan udara sebagai pembantu antar isolasi dan

konduktor. Pada tower atau menara transmisi terdapat komponen-komponen utama atau pendukung yaitu sebagai berikut.(Masarrang et al., 2019)

1) Pembawa Arus (konduktor)

Pembawa arus (*konduktor*) dalam saluran udara adalah komponen-komponen yang berfungsi sebagai penyalur atau pembawa arus listrik dari pembangkit sampai saluran distribusi. (*Pedoman_SUTT_SUTET_Final_PLN*, n.d.)

2) Isolator

isolator sebagai bagian pelindung agar terpisahnya bagian yang bertegangan dan bagian yang tidak bertegangan. Hal ini dilakukan supaya tidak ada aliran listrik yang tidak semestinya ada, antara bagian suatu dengan bagian lain. (*Pedoman_SUTT_SUTET_Final_PLN*, n.d.) (Aryanto et al., 2014)

3) Grounding

Grounding adalah sebuah komponen listrik yang digunakan untuk menghantarkan arus yang berlebih ke tanah. Tujuan menghantarkan arus ke tanah menjadikan alat elektronik yang ada terhindar dari pengaruh petir. (Komang Agus Indra Prayoga et al., n.d.)

4) Arching Horn

Arching Horn atau disebut tanduk api berfungsi memotong tegangan impuls petir secara pasif sederhananya ketika terjadi gangguan tidak akan mengenai isolator.(Warmi, 2019)

5) Jumper Joint

Jumper joint adalah komponen current carrying yang berfungsi sebagai pembagi arus di setiap titik sambungan penghantar. (*Pedoman_SUTT_SUTET_Final_PLN*, n.d.)

6) Damper Vibration

Damper Vibration atau Peredam Getaran memiliki fungsi meredam getaran agar kawat tidak mengalami beban berlebih (Komang Agus Indra Prayoga et al., n.d.)

C. Struktur

Struktur adalah bagian penopang atau bagian yang membentuk berdirinya sebuah bangunan (menara transmisi). Dalam struktur menara transmisi harus memiliki penopang atau penyusun yang kuat sebagai tempat dipasangnya komponen-komponen listrik saluran udara agar dapat beroperasi dengan baik.

1) Besi Siku (*Bracing*)

Besi siku tower atau disebut *bracing* berfungsi untuk mempertahankan kawat penghantar (konduktor) pada jarak *ground clearance* tertentu sehingga proses transmisi daya berlangsung terus-menerus. (*Pedoman_SUTT_SUTET_Final_PLN*, n.d.)

2) Mur dan Baut

Mur dan baut memiliki peran untuk menyambung atau menempelkan *bracing* sehingga dapat membentuk badan tower.

3) Pondasi

Pondasi merupakan beton bertulang untuk menahan badan tower dengan tanah . Pondasi harus dibuat sekokoh atau sekuat mungkin guna untuk menahan beban berat dari menara atau tower transmisi. (Yuniar Lubis, 2019)

4) Tiang

Sebuah tiang adalah struktur bangunan yang kuat yang dirancang untuk menopang atau mengatur penghantar dengan jarak yang ideal untuk makhluk hidup dan lingkungan di sekitar. (Jurnal, 2018)

D. Peraturan Menteri ESDM

Dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 2 Tahun 2019 tentang Perubahan Atas Peraturan ESDM No. 18 Tahun 2015 tentang Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT), Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) , dan Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah (SUTTAS) Untuk Penyaluran Listrik. (Tinggi et al., 2019)

TABEL I
TABEL JARAK BEBAS MENURUT PERMEN ESDM NO.2 TAHUN 2019

Lokasi	SUTT		SUTET		SUTTAS	
	66 kV (m)	150 kV (m)	275 kV (m)	500 kV (m)	250 kV (m)	500 kV (m)
tanaman/ tumbuhan hutan,	4,5	5,0	7,0	9,0	6,0	9,0

E. Andongan

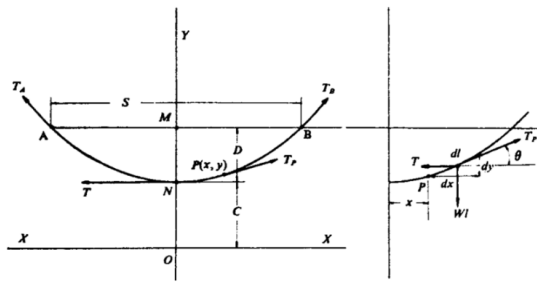
Andongan (*sag*) adalah jarak proyeksi yang diukur dari tinggi menara saluran transmisi ke jarak terendah antara penghantar dengan lingkungan sekitarnya. Fenomena ini terjadi akibat berat penghantar yang direntangkan antara dua tiang transmisi.(Stephanus Antonius Ananda et al., 2006)

Andongan pada saluran transmisi dilihat pada dua kondisi yaitu konduktor yang berada pada menara atau tower yang tingginya sama, dan konduktor berada pada menara atau tiang yang tingginya berbeda. Untuk mencari nilai andongan dengan menara atau tiang yang sama tinggi maka digunakan persamaan berikut. (Azis & Nurdin, 2020)

$$D = \frac{w s^2}{8 T} (m) \tag{1}$$

Dimana :

- D = Andongan (m)
- W = Berat penghantar persatuan panjang (kg/m)
- S = Rentangan (m) / Jarak Span
- T = Tegangan tarik kerja [kg]



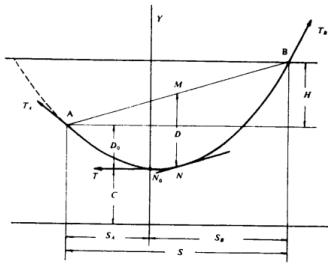
Gambar 1. Andongan dengan tinggi menara yang sama tinggi. (sumber : A. Azis dan A. Nurdin.)

Bila kedua menara yang tingginya tidak sama maka digunakan persamaan berikut.

$$\frac{\delta q_2 S^2}{8 f_2} \tag{2}$$

Dimana :

- D = Andongan (m)
- $q_2 = 1,37$ (untuk tegangan maksimum)
- S = Rentangan (m) / Jarak Span
- δ = Berat konduktor perluas penampang (kg/m/mm²)
- f_2 = Tegangan tarik terhadap andongan (kg/mm²)



Gambar 2. Andongan dengan tinggi menara yang tingginya tidak sama tinggi. (sumber : A. Azis dan A. Nurdin.)

Dalam sistem transmisi, jarak tiap penghantar harus di perhitungkan, besar kemungkinan terjadinya gangguan seperti loncatan api jika kedua penghantar saling berdekatan. Namun hal yang sering diperhitungkan adalah jarak penghantar terhadap objek atau konduktor terdekat seperti pohon, rumah atau objek yang berada pada lingkungan sekitar tower.

Dalam menghitung andongan ada beberapa faktor atau perhitungan yang harus dihitung untuk mendapat nilai andongan yang tepat, seperti mencari berat konduktor perluas penampang, gaya tarik dari penghantar, perhitungan tinggi menara, dan sebagainya.

Ada beberapa rumus atau pendekatan yang bisa digunakan untuk menghitung andongan,yaitu sebagai berikut

Untuk mencari berat konduktor perluas penampang (δ)(Komang Agus Indra Prayoga et al., n.d.)

$$\delta = \frac{W}{A} \tag{3}$$

Dimana :

- δ = Berat konduktor perluas penampang
- W = Berat Penghantar (kg/m)
- A = Luas Penampang (mm²)

Untuk mencari tegangan kerja kawat penghantar f_1

$$f_1 = \frac{T}{A} \tag{4}$$

Dimana:

- f_1 = Tegangan Kerja Kawat Penghantar (kg/mm²)
- T = Tegangan Tarik Kerja (kg)
- A = Luas Penampang (mm²)

Apabila hasil perhitungan dari pendekatan atau rumus mencari berat konduktor perluas penampang (δ) dan tegangan kerja kawat penghantar (f_1) pada menara telah didapat. Maka digunakanlah perhitungan untuk mencari gaya tarik dari penghantar (K) pada menara transmisi, sebagai berikut.

$$K = f_1 \frac{(\delta q_1)^2 S^2 E}{f_1} \tag{5}$$

Dimana :

- K = Gaya tarik penghantar
- f_1 = Tegangan kerja kawat penghantar (kg/mm²)
- δ = Berat konduktor luas penampang
- $q_1 = 1$ (untuk tegangan maksimum)
- S = Rentangan (m)
- E = Koefisien (kg/mm²)

Dengan menggunakan pendekatan diatas maka untuk menghitung tegangan tarik penghantar penghantar (M) sebagai berikut. (Ariby, 2019)

$$M = \frac{(\delta q_2)^2 S^2 E}{24} \tag{6}$$

Dimana :

- M = Tegangan tarik penghantar
- δ = Berat konduktor perluas penampang (kg/m/mm²)
- $q_2 = 1,37$ (untuk tegangan maksimum)
- S = Rentangan (m)
- E = Koefisien elastisitas penampang (kg/mm²)

Untuk mencari tegangan kerja kawat terhadap andongan pada menara adalah sebagai berikut.

$$f_2^2 \{f_1 + (K - atE)\} = M \tag{7}$$

Dimana

- f_1 = Tegangan kerja kawat penghantar (kg/mm²)
- t = Suhu maksimum pada andongan tertentu (°C)
- E = Koefisien elastisitas penghantar (kg/mm²)
- a = Koefisien pemulaan linier (°C)
- K = Koefisien tegangan tarik (kg/mm²)
- M = Tegangan tarik kawat (kg/mm²)

Dalam mencari atau mengukur tegangan tarik penghantar pada tower.

$$T_A = T + W + D \quad (8)$$

$$T_B = T + W + (D + H) \quad (9)$$

Dimana :

T_A = Tegangan tarik pada tower A (kg/m²)

T_B = Tegangan tarik pada tower B (kg/m²)

T = Kuat tarik minimum (kg)

W = Berat konduktor (kg/m)

H = tinggi tower (m)

Untuk menentukan perkiraan tinggi menara atau tower transmisi dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$T_M = j_B + j + j_T + D_{max} \quad (10)$$

Dimana :

T_M = Tinggi menara

j_B = Jarak bebas

j = Jarak antar penghantar

j_T = Jarak penghantar dengan kawat tanah

Perhitungan jarak penghantar pada tuwer transmisi dengan menggunakan metode sebagai berikut. Metode yang digunakan adalah *Swedish Formula*. (Sumarsono, 2009)

$$a = 6,5\sqrt{S + V} \text{ (cm)} \quad (11)$$

Dimana :

S = Andongan dalam cm

V = tegangan dalam kV

II. DATA TEKNIS DAN PERHITUNGAN

A. Saluran Transmisi 150kV Jalur Lopana – GIS Teling

Saluran transmisi 150kV jalur Lopana – GIS Teling melayani arus listrik dari gardu induk Lopana sampai ke GIS Teling. Saluran transmisi jalur Lopana – GIS Teling memiliki panjang jaringan 48,6 km dengan jumlah menara sebanyak 152 menara. Dari banyaknya menara yang ada, terdapat beberapa menara yang menjadi objek penelitian, dengan nomor tower 094, 095, 096. Tower transmisi yang diambil bertipe *tension* tower, yaitu tipe tower yang memiliki fungsi sebagai penegang yang menanggung gaya tarik lebih besar dibandingkan gaya berat, tower ini biasanya memiliki sudut belokan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

TABEL II
DATA TEKNIS MENARA TRANSMISI 150kV JURUSAN LOPANA – GIS TELING

No Urut	Tinggi Tower/Menara (M)	Tower Type	LOKASI		Jarak Span
			DESA	KECAMATAN	
94	41,95	Tension	Koha	Pineleng	477,11
95	41,95	Tension	Koha	Pineleng	471,57
96	41,95	Tension	Koha	Pineleng	522,77

Berdasarkan hasil dari pengambilan yang dilakukan dengan tujuan menganalisa beberapa menara yang ada maka ada beberapa yang penting dalam guna menghitung atau membantu menganalisa seperti, data konduktor yang dipakai PLN, data sudut kawat tanah, dan sifat fisik kawat tanah tanpa isolasi, dapat dilihat pada tabel dibawah.

TABEL III
DATA KONDUKTOR

TYPE KONDUKTOR	JENIS KONDUKTOR	STANDAR YANG DIGUNAKAN	DATA KONDUKTOR			KETEGORIAN
			LUAS (mm ²)	DIAMETER (mm)	BERAT (kg/Km)	
ACSR	ACSR 240/40	DIN 48204	282,5	21,9	987	150 kV

TABEL IV
DATA SUDUT KAWAT TANAH

No	SHIELDING ANGLE	66 kV	150 kV	275 kV	500 kV
1	Tower gantung (Derajat)	15	15	5	0
2	Tower Sudut dan Ujung (Derajat)	15	15	5	0

Data Sifat fisik kawat tanah tanpa isolasi digunakan untuk menghitung tegangan tarik pada konduktor yaitu diambil nilai dari koefisien elastisitasnya yang dapat dilihat pada Tabel V.

TABEL V

Data Sifat Fisik Kawat Tanah Tanpa Isolasi

Sifat Fisik Jenis kawat	Konduktivitas (%)	Berat Jenis (g/cm ³)	Batas Elastis (kg/m ²)	Koefisien Elastisitas (kg/m ²)	Titik Lebur (°C)	Koefisien Pemuaian Linier (/deg)
Aluminium Hard-drawn	61	2,7	k.l. 9,8	k.l. 6.300	658,7	0.000023

Kabel atau konduktor yang dipakai PLN pada menara transmisi 150kV jalur Lopana – GIS Teling yaitu bertipe ACSR dengan nilai kuat tarik minimum 10,210 kg dan spesifikasi lainnya dapat dilihat pada tabel 6

TABEL VI
KABEL ACSR

Ukuran Normal (mm ²)	Luas Penampang Terhitung mm ²		Kuat Tarik Minimum kg	Diameter Luar (mm)		Berat kg/km	Tahanan Listrik Ω/km
	Aluminium	Baja		Aluminium	Baja		
240	241,3	56,29	10.210	22,4	9,6	1.110	0,12

Berikut adalah beberapa nilai yang akan digunakan dalam perhitungan.

Luas penampang	: 240 mm ²
Type kawat penghantar	: ACSR
Luas penampang terhitung	: 282,5 mm ²
Diameter konduktor	: 21,9 mm
Berat konduktor	: 0,98 kg/m
Koefisien elastisitas konduktor	: 6300
Koefisien ekspansi linear	: 0,000023 / 23 x 10 ⁻⁶
Panjang span saluran transmisi	
Tower 094	: 477,11 m
Tower 095	: 471,57 m
Tower 096	: 522,77 m
Jarak bebas kawat penghantar	: 5,0 m
Jarak Antar Kawat	: 3,7 m
Faktor keamanan	: Maksimum = 75°C Minimum = 15°C Sehari – hari = 50°C
Tegangan tarik kerja maksimum	: 10,210 kg

B. Data Hasil Inspeksi

Data Inspeksi adalah data hasil analisa secara langsung pada tower dengan menganalisa atau melihat kondisi dari komponen-komponen tower yang ada. Tower yang diamati adalah tower nomor 094-096 yang terletak di Desa Koha, Kecamatan Pineleng.

TABEL VII
 DATA HASIL INSPEKSI

NO	Komponen	Kondisi / Status		
		T094	T095	T096
1	Konduktor Line 1	Normal	Normal	Normal
2	Konduktor Line 2	Normal	Normal	Normal
3	Piringan Isolator Line 1	Normal	Normal	Normal
4	Piringan Isolator Line 2	Normal	Normal	Normal
5	Konduktor Jumper	Normal	Normal	Normal
6	Jumper Joint	Normal	Normal	Normal
7	Vibration Damper	Normal	Normal	Normal
8	Arching Horn	Normal	Normal	Normal
9	Mur-Baut Tower	Normal	Normal	Normal
10	Bracing	Normal	Normal	Normal
11	Plat Sambungan Rangka	Normal	Normal	Normal
12	Anti Climbing Device	Normal	Kendor	Normal
13	Step Bolt	Normal	Normal	Normal
14	Plat Informasi Tower	Normal	Normal	Normal
15	Plat Rambu Bahaya	Normal	Normal	Normal
16	Pondasi	Retak	Normal	Normal

C. Perhitungan

Berdasarkan data yang ada, menara atau tower transmisi yang akan dihitung nilai andongannya adalah menara dengan nomor tower T094, T095, T096. Akan tetapi hasil perhitungan yang diperlihatkan hanya diambil satu gawang atau antara dua menara saja yaitu T094 dan T095 adalah sebagai berikut.

Dapat dicari nilai dari berat konduktor perluas penampang pada T094-T095, menggunakan rumus berikut (3).

$$\delta = \frac{W}{A}$$

$$\delta = \frac{0,98 \text{ kg/m}}{240\text{mm}^2}$$

$$\delta = 0,004083 \text{ kg/m/m}^2$$

Menghitung tegangan kerja kawat penghantar pada T094-T095, dapat dicari menggunakan rumus (4).

$$f_1 = \frac{T}{A}$$

$$f_1 = \frac{10,210 \text{ kg}}{240\text{mm}^2}$$

$$f_1 = 42,541 \text{ kg/m/mm}^2$$

Dapat dicari gaya tarik (K) menggunakan rumus (5).

$$K = f_1 \frac{(\delta q_1)^2 S^2 E}{f_1}$$

$$K = 42,541 \text{ kg/mm}^2 \frac{(0,004083 \text{ kg/m/mm}^2 \times 1)^2 \times (477,11\text{m})^2 \times 6300 \text{ kg/mm}^2}{(42,54 \text{ kg/mm}^2)^2}$$

$$K = 42,541 \text{ kg/mm}^2 \frac{0,00001667 \text{ kg}^2/\text{m}^2/\text{mm}^4 \times 227.633,9521 \text{ m}^2 \times 6300 \text{ kg/mm}^2}{1809,6516 \text{ kg}^2/\text{m}^2}$$

$$K = 42,541 \text{ kg/mm}^2 \frac{23.906,3452 \text{ kg}^3/\text{m}^6}{1809,6516 \text{ kg}^2/\text{m}^2}$$

$$K = 42,541 \text{ kg/mm}^2 - 21,939 \text{ kg/mm}^2$$

$$K = 20,601 \text{ kg/mm}^2$$

Jika menentukan tegangan tarik penghantar (M) pada T094-T095 menggunakan rumus berikut (6).

$$M = \frac{(\delta q_2)^2 S^2 E}{24}$$

$$M = \frac{(0,004083 \text{ kg/m/mm}^2 \times 1,37)^2 \times (477,11\text{m})^2 \times 6300 \text{ kg/mm}^2}{24}$$

$$M = \frac{0,000031289 \text{ kg}^2/\text{m}^2/\text{mm}^4 \times 227.633,9521 \text{ m}^2 \times 6300 \text{ kg/mm}^2}{24}$$

$$M = \frac{44.871.363 \text{ kg}^3/\text{mm}^6}{24}$$

$$M = 1869,640 \text{ kg}^3/\text{mm}^6$$

tegangan tarik terhadap andongan (f₂) pada T094-T095 menggunakan rumus (7).

$$f_2^2 \{f_1 + (K - atE)\} = M$$

$$f_2^2 \{42,541 \text{ kg/mm}^2 + (20,061 \text{ kg/mm}^2 - 23 \times 10^{-6} \times 75^\circ\text{C} \times 6300 \text{ kg/mm}^2)\} = 1869,640 \text{ kg}^3/\text{mm}^6$$

$$f_2^2 \{42,541 \text{ kg/mm}^2 + (20,06 \text{ kg/mm}^2 - 10,8675)\} = 1869,640 \text{ kg}^3/\text{mm}^6$$

$$f_2^2 \{42,541 \text{ kg/mm}^2 + 9,7325 \text{ kg/mm}^2\} = 1869,640 \text{ kg}^3/\text{mm}^6$$

$$f_2^2 \{52,27\} = 1869,640 \text{ kg}^3/\text{mm}^6$$

$$f_2^2 = \frac{1869,640 \text{ kg}^3/\text{mm}^6}{52,27 \text{ kg/mm}^2}$$

$$f_2^2 = 35,76 \text{ kg}^2/\text{mm}^4$$

$$f_2^2 = \sqrt{35,76 \text{ kg}^2/\text{mm}^4}$$

$$f_2^2 = 5,97 \text{ kg}/\text{mm}^2$$

Maka nilai andongan maksimum (D) dapat ditentukan dengan rumus (2).

$$D = \frac{\delta q_2 S^2}{8 f_2}$$

$$D = \frac{0,004083 \text{ kg}/\text{m}/\text{mm}^2 \times (477,11\text{m})^2}{8 (5,97 \text{ kg}/\text{mm}^2)}$$

$$D = \frac{0,004083 \text{ kg}/\text{m}/\text{mm}^2 \times 227.633,9521\text{m}^2}{47,76 \text{ kg}/\text{mm}^2}$$

$$D = \frac{929,429 \text{ kg}/\text{mm}^2\text{m}}{47,76 \text{ kg}/\text{mm}^2}$$

$$D = 19,46 \text{ m}$$

Maka rumus atau perhitungan untuk menghitung tegangan tarik pada tower (8) (9) adalah

$$T_A = T + W + D$$

$$T_A = 10,210 \text{ kg} + 0,98 \text{ kg}/\text{m} + 19,46 \text{ m}$$

$$T_A = 29,2808 \text{ kg}/\text{m}^2$$

$$T_B = T + W + (D + H)$$

$$T_B = 10,210 \text{ kg} + 0,98 \text{ kg}/\text{m} (19,46 \text{ m} + 41,95 \text{ m})$$

$$T_B = 10,210 \text{ kg} + 0,98 \text{ kg}/\text{m} \times 61,41$$

$$T_B = 70,3918 \text{ kg}/\text{m}^2$$

Untuk menentukan tinggi tower minimal dapat ditentukan dengan perhitungan berikut (10).

$$T_M = j_B + j + j_T + D_{max}$$

$$T_M = 5,0 \text{ m} + 3,7 \text{ m} + 3,7 \text{ m} + 19,46 \text{ m}$$

$$T_M = 31,86 \text{ m}$$

Dengan mempertimbangkan tinggi tower, jarak antara penghantar dapat ditentukan dengan menggunakan *Swedish Formula* adalah sebagai berikut (11).

$$a = 6,5 \sqrt{S + V} \text{ (cm)}$$

$$a = 6,5 \sqrt{1946 + 150}$$

$$a = 6,5 \sqrt{2096}$$

$$a = 6,5 \times 45,78 \text{ cm}$$

$$a = 297,57 \text{ cm}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

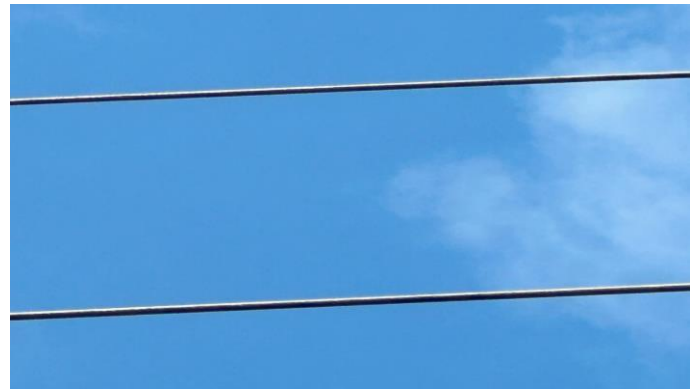
A. Hasil Inspeksi Tower Transmisi

Inspeksi ini bertujuan untuk melihat kondisi tower transmisi

150kV. Mulai dari komponen-komponen yang ada, misalnya konduktor yang terpasang, dan juga komponen yang lain seperti komponen yang berfungsi sebagai proteksi terhadap tower tersebut. Observasi serta analisa ini dilakukan dengan menggunakan *smartphone* sebagai alat untuk mengambil dokumentasi objek yang akan diteliti serta untuk melihat objek (komponen) yang diamati dari jarak jauh. Tentunya *smartphone* yang digunakan ditunjang dengan spesifikasi kamera yang mumpuni untuk mengambil dokumentasi serta menjadi alat untuk mengamati objek dari kejauhan.

1) Konduktor Line 1 (T094-T096)

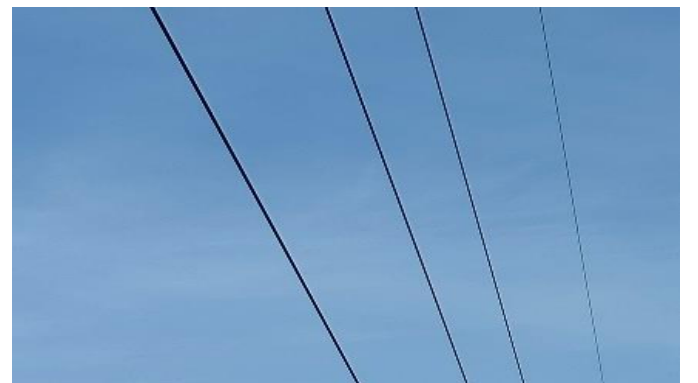
Konduktor *Line 1* terpasang pada sisi sebelah kanan tower transmisi 150kV (T094-096). Konduktir *line* ini dalam keadaan beroperasi dan juga dalam kondisi normal atau tanpa gangguan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Pada kawat konduktor ini tidak terdapat gangguan seperti mekar atau konduktor yang terdapat benda asing yang menempel.



Gambar 3. Konduktor *Line 1* (T094-T096)

2) Konduktor Line 2 (T094-T096)

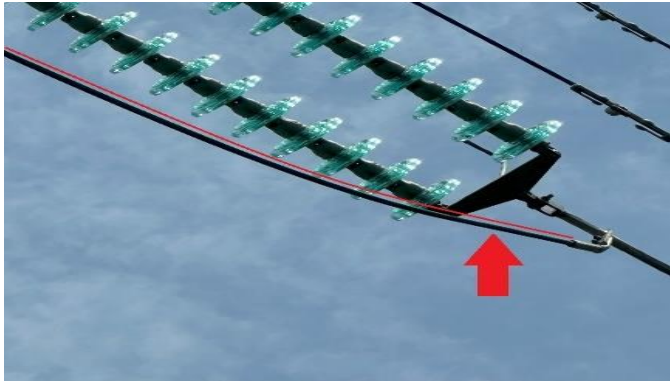
Konduktor *Line 2* terpasang pada sisi sebelah Kiri tower transmisi 150kV (T094-096). Konduktir *line* ini dalam keadaan beroperasi dan juga dalam kondisi normal atau tanpa gangguan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4. Pada Kawat konduktor ini tidak terdapat gangguan seperti konduktor mekar atau konduktor yang terdapat benda asing yang menempel.



Gambar 4. Konduktor *Line 2* (T094-T096)

3) Conductor Jumper

Conductor jumper yang terpasang pada tower transmisi 150kV (tower 094-096) dalam keadaan normal atau tidak dalam gangguan seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Kondisi pada *conductor jumper* ini terbilang normal karena tidak adanya rantas maupun mekar yang terlihat dan juga bebas dari benda asing yang menyangkut ke *conductor jumper*.



Gambar 5. *Conductor Jumper* (T094-T096)

4) Jumper Joint

Jumper joint atau tempat terpasangnya atau tersambungannya *conductor jumper* pada dua sisi konduktor line tower transmisi (T094-096). *Jumper joint* dalam keadaan beroperasi dan memiliki kondisi yang normal seperti yang ditunjukkan pada gambar 6. dalam komponen ini, tidak ditemukannya gangguan berupa *joint* yang kendor maupun lepas.



Gambar 6. *Jumper Joint* (T094-T096)

5) Piringan Insulator Line 1 (T094-T096)

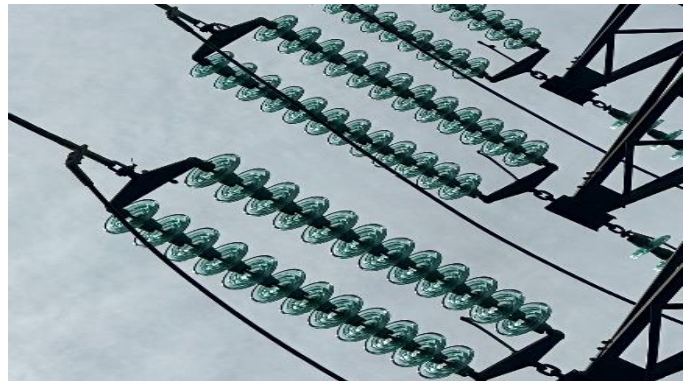
Piringan *Insulator Line 1* terpasang pada sisi sebelah kanan isolator *line* tower transmisi 150kV (T094-096) dengan jenis isolator yang terpasang adalah isolator kaca. Pada piringan insulator ini tidak terdapat gangguan seperti yang terlihat pada gambar 7. Kondisi yang terlihat pada gambar menunjukkan bahwa isolator tidak dalam keadaan pecah atau kotor.



Gambar 7. *Piringan Insulator Line 1* (T094-T096)

6) Piringan Insulator Line 2 (T094-T096)

Piringan *Insulator Line 2* terpasang pada sisi sebelah kiri isolator *line* tower transmisi 150kV (T094-096) dengan jenis isolator yang terpasang adalah isolator kaca. Pada piringan insulator ini tidak terdapat gangguan seperti yang terlihat pada gambar 4.6. Kondisi yang terlihat pada gambar menunjukkan bahwa isolator tidak dalam keadaan pecah atau kotor.



Gambar 8 *Piringan Insulator Line 1* (T094-T096)

7) Vibration Damper

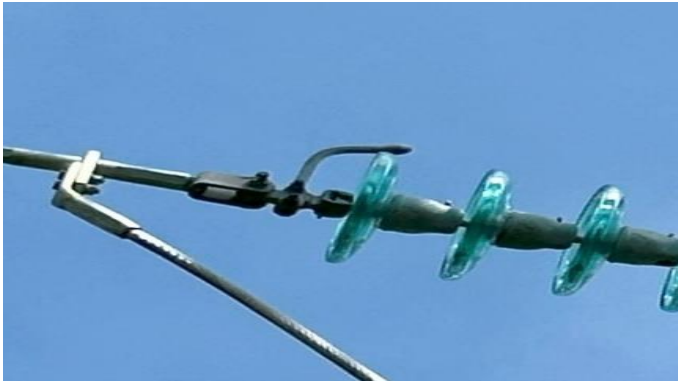
Vibration damper terpasang pada seluruh kawat konduktor line yang ada pada tower transmisi 150kV (T094-096) dan juga terpasang pada kawat *Ground Wire* (T094-096). *Vibration damper* terpasang pada konduktor line yang dalam kondisi beroperasi dan memiliki kondisi normal atau tidak ada gangguan seperti yang ditunjukkan pada gambar 9. Komponen ini dalam kondisi normal seperti yang terlihat tidak ada *vibration damper* yang bergeser atau kendor pada (T094-096).



Gambar 9. *Vibration Damper* (T094-T096)

8) Arching Horn

Arching horn terpasang pada sisi kanan dan kiri isolator tower transmisi 150kV (T094-096). Arching horn yang terpasang dalam kondisi beroperasi dan memiliki kondisi tidak ada gangguan seperti yang ditunjukkan pada gambar 10. Komponen ini tidak ditemukannya gangguan berupa arching horn kendor atau juga terpasang tidak simetris.



Gambar 10. Arching Horn (T094-T096)

9) Step Bolt

Step Bolt terpasang pada bagian badan tower dari bagian bawah sampai bagian atas tower transmisi 150kV (T094-096). Step Bolt dalam keadaan normal atau tidak adanya gangguan yang terlihat seperti bengkok dan juga hilang bisa dilihat pada gambar yang ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11 Step Bolt (T094-T096)

10) Anti Climbing Device

Anti climbing device terdapat pada 4 sisi badan tower transmisi 150kV (T094-096). Anti climbing device yang terpasang pada menara 095 tepatnya pada sisi bagian kiri terdapat adanya gangguan kecil yaitu longgar atau kendor, akan tetapi sebagian besar anti climbing device yang terpasang pada (T094-096) semua dalam kondisi baik kecuali pada tower 094 bagian kanan. Kondisi anti climbing device dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Anti Climbing Device (T094-T096)

11) Mur dan Baut

Mur dan baut tower terpasang pada setiap sambungan rangka tower maupun bagian-bagian tertentu pada tower transmisi 150kV (T094-096). Sebagian besar baut dan mur yang terpasang pada (T094-096) dalam keadaan normal tapi hanya terdapat baut dan mur yang kendor pada ACD tower 094 tepatnya pada bagian sebelah kiri tower. Seperti yang terlihat pada gambar yang ditunjukkan pada 13.



Gambar 13. Mur dan Baut (T094-T096)

12) Bracing

Bracing pada tower transmisi 150kV (T094-096) yaitu tension tower dalam kondisi normal karena posisi tower transmisi 150kV jalur Lopana-GIS Teling dapat berdiri tegak atau kokoh. Seperti yang terlihat pada gambar 14.



Gambar 15. Bracing (T094-T096)

13) Plat Sambungan Rangka

Plat sambungan rangka terpasang pada setiap sisi badan tower transmisi 150kV (T094-096). Plat sambungan rangka yang terpasang pada tower transmisi 150kV (T094-096) dalam kondisi normal atau tidak ditemukan gangguan seperti plat yang bengkok, seperti yang ditunjukkan pada gambar 15.



Gambar 15. Plat Sambungan Rangka (T094-T096)

14) Plat Informasi Tower

Plat informasi tower terpasang pada badan tower dan hanya ada 1 disetiap tower yang berfungsi sebagai informasi atau identitas dari tower transmisi 150kV (T094-096). Kondisi plat informasi tower yang terpasang dalam kondisi normal seperti yang ditunjukkan pada gambar 18. Kondisi plat informasi tower ini tidak adanya karat atau plat informasi tower yang tidak dapat dibaca atau juga kurangnya identitas atau informasi pada tower.



Gambar 16. Plat Informasi Tower (T094-T096)

15) Plat Rambu Bahaya

Plat rambu bahaya terpasang pada bagian badan tower yang berfungsi untuk peringatan tanda bahaya disekitar lingkungan tower transmisi 150kV (T094-096). Plat rambu bahaya ini dalam kondisi normal atau tidak adanya gangguan seperti yang terlihat pada gambar 17. Kondisi dari plat rambu bahaya ini normal atau tidak adanya karat atau longgar maupun plat yang tidak bisa dibaca atau jelas.



Gambar 17. Plat Rambu Bahaya (T094-T096)

16) Pondasi

Pondasi terpasang pada bagian bawah tower sebagai pondasi utama penahan setiap tower transmisi 150kV (T094-096). Kondisi dari pondasi tower transmisi 150kV (T094-096) sebagian besar berada pada kondisi normal seperti pada gambar yang ditunjukkan pada gambar 18. Pondasi yang terpasang sebagian besar tidak menunjukkan adanya retak atau hancur akan tetapi ada satu pondasi yang retak pada T094 dibagian sebelah kanan tower.



Gambar 18. Pondasi (T094-T096)

B. Hasil perhitungan Andongan Pada Menara Transmisi 150kV Jalur Lopana-GIS Teling Dengan Menara Yang Tingginya Tidak Sama Tinggi.

Untuk mengestimasi jarak antara dua titik pada menara dengan ketinggian yang bervariasi, diperlukan perhitungan menggunakan panjang span 477,11m (T094), 471,57m (T095) dan 522,77m (T096). Sebagai pendekatan, rumus-rumus dan perhitungan yang dipergunakan untuk menghitung andongan adalah menggunakan rumus pada persamaan (3) sampai dengan (8). sehingga mendapatkan hasil nilai andongan (D) sebagai berikut.

$$D = 19,46 \text{ m (T094)}$$

$$D = 20,82 \text{ m (T095)}$$

$$D = 22,53 \text{ m (T096)}$$

Dari hasil perhitungan, yang nilai maksimum andongan untuk tower yang tingginya tidak sama khususnya T094-T096

yang menggunakan kawat penghantar ACSR 240/40 telah terhitung. Temperatur yang digunakan adalah temperatur maksimumnya, ini dilakukan untuk tujuan keamanan sebagai langkah pencegahan jika temperatur mencapai nilai maksimum agar tidak menimbulkan risiko bagi saluran transmisi tersebut.

C. Perhitungan Tegangan Tarik Penghantar Pada Tower (T094-096)

Perhitungan ini adalah untuk menghitung tegangan tarik pada tower yang ketinggiannya tidak sama (T_A dan T_B). Untuk menghitung tegangan tarik penghantar pada tower maka nilai andongan maksimum harus dihitung terlebih dahulu dan menghasilkan hasil seperti pada hasil diatas. Rumus yang digunakan untuk perhitungan ini adalah pada persamaan (8) dan (9). Dari hasil perhitungan pada tabel di bawah nilai tegangan tarik pada tower A dan B (T094-096) terlihat hasilnya tower A lebih kecil hasilnya dibandingkan tower B yang nilainya lebih besar.

TABEL VIII
HASIL PERHITUNGAN TEGANGAN TARIK PENGHANTAR PADA TOWER T094-096

No	Tower	T_A	T_B
1	T094	29,2808 kg/m ²	70,3918 kg/m ²
2	T095	30,6136 kg/m ²	71,7246 kg/m ²
3	T096	32,2894 kg/m ²	73,4004 kg/m ²

D. Perhitungan tinggi menara transmisi pada tower (T094-T096)

Dalam saluran transmisi, penting sekali untuk mempertimbangkan tinggi tower yang akan dibangun. Ini disebabkan oleh kebutuhan menyesuaikan menara dengan kondisi topografi atau lingkungan sekitarnya untuk mencapai jarak bebas yang optimal atau sesuai dengan standar yang diharapkan antara konduktor dan permukaan bumi atau isolator terdekat. Maka hasil dari minimal tinggi tower dapat dilihat di bawah ini atau ditentukan dengan rumus atau persamaan berikut. (10)

$$T_M = 31,86 \text{ m (T094)}$$

$$T_M = 33,24 \text{ m (T095)}$$

$$T_M = 34,93 \text{ m (T096)}$$

Jadi untuk tinggi dari tower saluran transmisi 150kV jalur Lopana – GIS Teling (T094-096) bisa terlihat dengan hasil diatas. Dengan dibandingkan dengan tinggi tower yang ada pada saluran transmisi 150kV (T094-096) yaitu sebesar 41,95 m maka bisa dikatakan konduktor atau penghantar pada tower (T094-096) masih berada pada jarak aman atau melebihi dari jarak bebas yang ada yaitu sebesar 5,0 m dari kawat penghantar.

E. Hasil Perhitungan Jarak Antar Kawat Penghantar pada Tower T094-T096

Hasil dari menentukan jarak antar penghantar dibutuhkan panjang span dan tegangan yang ada pada saluran transmisi.

Maka dapat dilihat pada hasil berikut atau dapat ditentukan dengan rumus (11)

$$a = 297,57 \text{ cm (T094)}$$

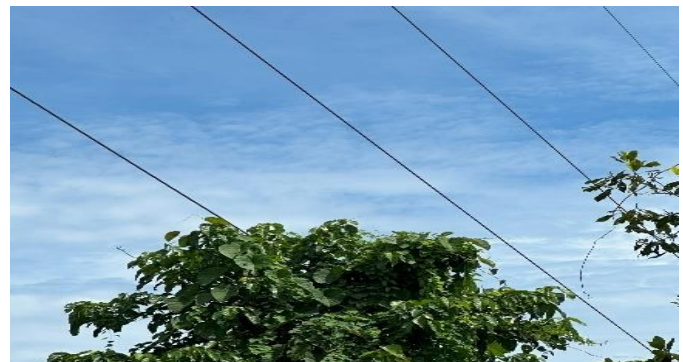
$$a = 307,08 \text{ cm (T095)}$$

$$a = 318,63 \text{ cm (T096)}$$

F. Hasil Analisa Kondisi Jarak Aman Pada Lokasi Saluran Transmisi 150kV Jalur Lopana-GIS Teling

Dalam menganalisa atau memperhitungkan jarak bebas dari sebuah saluran transmisi tentunya harus mengacu pada peraturan yang ada atau sebagaimana mestinya, seperti yang terlihat pada tabel jarak bebas dibawah. Yang diatur berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No. 2 Tahun 2019.

Dalam hasil analisa pada lokasi saluran transmisi 150kV jalur Lopana – GIS Teling khususnya T095 terlihat bahwa kondisi lingkungan dan jarak andongan atau kawat penghantar sudah tidak sesuai dengan jarak bebas atau jarak aman yang ada. Ditinjau dari objek konduktor terdekat, terlihat ada pohon yang telah mendekati di bagian kawat penghantar dari menara T095 seperti yang terlihat pada gambar 19 berikut.



Gambar 19. Tampak pohon yang jaraknya sudah mendekati penghantar atau telah melawati jarak bebas

Dalam kasus ini tentunya harus segera dilakukannya pemeliharaan sebagai tindakan untuk mencegah gangguan terjadi. Maka dari itu pemeliharaan yang dilakukan adalah dengan menebang pohon atau objek konduktor yang posisinya telah mendekati kawat penghantar yang ada. Seperti yang terlihat pada gambar 20 berikut. Sebagaimana mestinya kondisi lingkungan dari saluran transmisi (bagian bawah saluran transmisi) harus didesain *clear* atau tanpa adanya pepohonan yang berpotensi mengganggu saluran transmisi tersebut. tapi dalam kasus ini langkah pemeliharaan adalah langkah yang tepat untuk dilakukan.



Gambar 20. Tampak kondisi pohon sesudah dilakukan pemeliharaan

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil dari analisa atau inspeksi di lokasi penelitian yaitu terletak pada saluran transmisi 150kV jalur Lopana – GIS Teling khususnya T094-096 dapat dilihat ada sekitar 16 komponen tower yang diamati oleh peneliti. Diantaranya semua dalam kondisi normal atau tidak ada gangguan. Hanya beberapa komponen yang harus diperhatikan lagi yaitu pada, salah satu pondasi tower (T094) yang terdapat retakan yang harus di restorasi kembali, dan juga salah satu komponen yaitu *ACD (Anti Climbing Device)* yang mengalami kendur dikarenakan kurang kencangnya pada pemasangan baut dan mur yang menempel pada *ACD*.

Pehitungan yang dipakai peneliti adalah perhitungan menghitung andongan dengan ditunjang menara yang tinggi tidak sama, hasil dari perhitungan andongan tersebut akan disesuaikan dengan perhitungan tinggi tower agar dapat dibandingkan dengan peraturan jarak bebas yang ada (PERMEN ESDM, No. 2 Tahun 2019 tentang Perubahan Atas Peraturan ESDM No. 18 Tahun 2015 tentang Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum) hasil dari perhitungan andongan dan tinggi minimal tower didapatkan bahwa tinggi tower yang ada pada saluran transmisi 150kV jalur Lopana-GIS Teling lebih dari minimal tinggi tower dari hasil perhitungan yaitu tinggi tower yang ada berkisar 41,95 m.

Hasil dari pengamatan atau menganalisa langsung di lokasi saluran transmisi 150kV jalur Lopana – GIS Teling terlihat bahwa ada objek atau konduktor yaitu pohon yang kurang lebih mendekati pada kawat penghantar yang ada. Ini tentunya sudah melewati jarak bebas yang ada dimana posisi pohon atau konduktor lainnya harus berada dalam jarak bebas 5.0 m dari kawat penghantar. Dalam melakukan tinjauan ke lokasi terlihat bahwa pihak pengelola saluran langsung mengambil tindakan pemeliharaan terhadap gangguan yang ada dengan cara menebang pohon yang mengganggu dan yang berpotensi mengganggu pada saluran transmisi diwaktu depan.

B. Saran

Bagi pihak yang mengelolah atau yang melakukan pemeliharaan bahwa untuk menjaga kondisi menara tetap pada kondisi yang maksimal dengan memperhatikan kondisi komponen tower yang ada. Sebagai saran tambahan untuk pihak yang mengelola saluran transmisi 150kV jalur Lopana – GIS Teling untuk memperhatikan area sekitar tower dan area sepanjang bagian bawah kawat penghantar yang harusnya lebih baik tidak ada tumbuhan atau konduktor terdekat yang berada di bawah penghantar.

V. KUTIPAN

- Ariby, E. E. Z. (2019). Pengaruh Suhu dan Tekanan Angin Terhadap Andongan dan Tegangan Tarik Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV. *Jurnal Teknik Elektro, Vol 8, No 2 (2019): Jurnal Teknik Elektro*, 93–98. https://ejournal.itp.ac.id/index.php/telekro/article/view/3133817/Pengaruh_Suhu_Dan_Tekanan_Angin
- Aryanto, R., Dhofir, M., & Suyono, H. (2014). Studi Distribusi Tegangan dan Arus Bocor pada Isolator Rantai dengan Pembasahan. *Jurnaleecci*, 3(3), 1–8.
- Azis, A., & Nurdin, A. (2020). Pengaruh Andongan Terhadap Kapasitansi Ke Tanah Pada Saluran Transmisi 150 Kv Dari Gardu Induk Keramasan Ke

- Gardu Induk Mariana. *Jurnal Ampere*, 4(1), 274. <https://doi.org/10.31851/ampere.v4i1.2955>
- Jurnal, R. T. (2018). Perilaku Struktur Tower Transmisi Tipe Suspension Terhadap Beban Angin. *Forum Mekanika*, 7(1), 13–19. <https://doi.org/10.33322/forummekanika.v7i1.90>
- Komang Agus Indra Prayoga, I., Stiowaty Patras, L., Margritje Tulung, N., Teknik Elektro, J., Sam Ratulangi Manado, U., & Kampus Bahu, J. (n.d.). *Analisa Perhitungan Andongan Kawat Saluran Pada Jaringan Transmisi 150 KV Jalur Lopana-GIS Teling*.
- Masarrang, R., Patras, L. S., Tumaliang, H., & Transmisi, A. P. S. (2019). Efek Korona pada Saluran Transmisi Gardu Induk Tello Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 8(2), 67–74. <https://doi.org/10.33322/forummekanika.v7i1.90>
- Pedoman_SUTT_SUTET_Final_PLN. (n.d.).
- Sepannur Bandri. (2016). Studi Settingan Distance Relay Pada Saluran Transmisi 150 kV Di GI Payakumbuh Menggunakan Software Matlab. *Jurnal Teknik Elektro ITP, Vol : 5(2252)*, 108–112.
- Stephanus Antonius Ananda, Emmy Hosea, & Vicky Chandra. (2006). Pengaruh Perubahan Arus Saluran Terhadap Tegangan Tarik dan Andongan pada Sutet 500 KV di Zona Krian. *Jurnal Teknik Elektro*, 6(1), 8–14. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/elk/article/view/16431>
- Sumarsono, H. (2009). Analisis Perhitungan Jarak Antar Kawat Dan Clearance Saluran Transmisi Udara. *Universitas Diponegoro*, 1–7.
- Tinggi, T., Udara, S., & Ekstra, T. (2019). *Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Lembaran Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (Lembaran Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Bebas Minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi , Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi , dan Salu*. hal 1.
- Warmi, Y. (2019). Analisa Pengaruh Panjang Gap Arcing Horn Terhadap Jumlah Trip-out Pada Saluran Transmisi 150 kV Payakumbuh – Koto Panjang. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 8(2), 82–86. <https://doi.org/10.21063/jte.2019.3133815>
- Yuniar Lubis. (2019). Analisa Konstruksi Pondasi Borepile Pada Proyek Pekerjaan Transmisi 150 Kv Pasir Putih-Pangkalan Kerinci Sec. 2. *Universitas Darma Agung*.

TENTANG PENULIS



Penulis bernama lengkap **Immanuel Josephus Antariksa Tuwaidan**, Anak kedua dari dua bersaudara, Miguel Josafat Tuwaidan (kakak), dari pasangan suami istri Johannes Venche Tuwaidan (Ayah) dan Lidwina Linda Wenur (Ibu). Penulis lahir di Tomohon, Sulawesi Utara pada tanggal 22 Januari 2002.

Penulis memulai masa pendidikan di TK St. Tarsisius Tomohon dan melanjutkan ke tingkat dasar di SD Katolik 5 Tomohon pada tahun 2007 – 2013, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Lokon St. Nikolaus Tomohon pada tahun 2013 – 2016 lalu melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Tomohon pada tahun 2016 – 2019. Di tahun 2019, penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat strata 1 di program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado dan mengambil konsentrasi minat Teknik Tenaga Listrik dan Tegangan Tinggi pada Tahun 2021. Selama menjalani pendidikan, penulis pernah melaksanakan Kerja Praktek (Magang) di PT. Pertamina Geothermal Energy Lahendong pada bulan maret sampai mei tahun 2022 dan penulis pernah mengikuti pelaksanaan kegiatan Kuliah Kerja Terpadu (KKT) pada KKT 133 posko Kali Selatan Kecamatan Pineleng, Kabupaten Minahasa pada tahun 2022.

Penulis ikut aktif tergabung dalam kepengurusan organisasi Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) periode 2022-2023, pernah ikut aktif tergabung dalam kepengurusan organisasi Keluarga Mahasiswa Katolik (KMK) periode 2021-2022 dan 2022-2023.

