

ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN *COUNTERPOISE* DAN *DIRECT GROUNDING* PADA TOWER TRANSMISI SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 70 KV LINE MANDAI-PANGKEP

Ahmad Rosyid Idris¹⁾, Wisna Putri Alfira²⁾, Irawati Razak³⁾, Wanda Suyono⁴⁾
^{1,2,3)}Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
⁴⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

SUTT is a component of the electric power system that plays a very important role in maintaining the stability and reliability of the electric power system. However, this channel is very vulnerable to interference, especially lightning strikes. Therefore, a grounding system is installed as a protection system that can limit the overvoltage due to lightning strikes and can direct it to the ground. A good grounding system has a small grounding resistance value. Therefore, it is necessary to improve the grounding resistance of 4 SUTT towers 70 kV Mandai-Pangkep line by installing a grounding system with counterpoise and direct grounding methods. The purpose of this study was to analyze the effect and effectiveness of counterpoise and direct grounding methods in improving the grounding resistance value of the 70 kV SUTT tower Mandai-Pangkep line. From the results of the study, it was found that the grounding system with the counterpoise method resulted in a change in the value of the grounding resistance of tower 70 by 73.44% from 6.93 to 1.84 and tower 39 by 76.33% from 10.14 to 2.4 and with the direct grounding method, tower 4 was 93% from 17.25 to 1.2 and tower 14 was 78.7% from 8.99 to 1.91 .

Keywords: *Counterpoise, Direct Grounding, Pentanahan*

1. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik terdiri dari suatu sistem yang terintegrasi yang terdiri dari sistem pembangkitan, sistem transmisi dan sistem distribusi. Sistem transmisi berfungsi untuk menyalurkan daya listrik dari sisi pembangkit ke konsumen, yang meliputi saluran udara tegangan extra tinggi (SUTET) 500 kV, Saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 kV maupun 70 kV dan jaringan distribusi, meliputi jaringan tegangan menengah (JTM) 20 kV dan jaringan tegangan rendah (JTR) 380/220 V [4].

Saluran udara tegangan tinggi (SUTT) merupakan komponen sistem tenaga listrik yang berperan sangat penting dalam menjaga kestabilan dan keandalan sistem tenaga listrik. Akan tetapi, saluran ini sangat rawan terhadap gangguan, baik gangguan berasal dari internal maupun dari eksternal transmisi. Gangguan eksternal yang sering terjadi pada saluran transmisi adalah gangguan temporer, seperti gangguan sambaran petir [5]. Oleh karena itu, perlu adanya sistem proteksi yang berperan dalam usaha pengamanan dan perlindungan saluran transmisi. Salah satunya dengan pemasangan sistem pentanahan atau *grounding*.

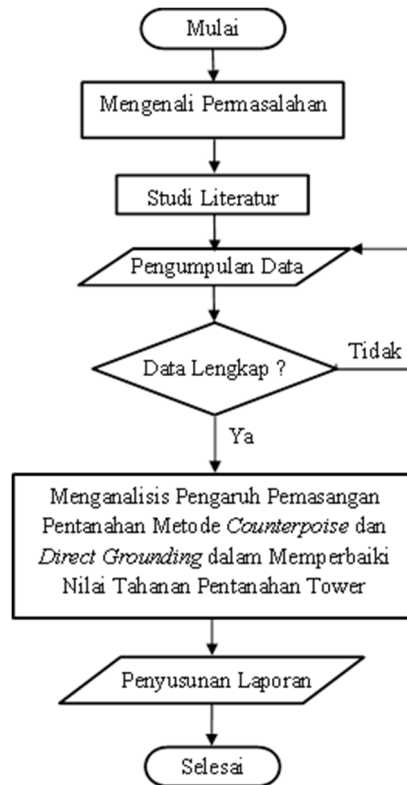
Dengan adanya sistem pentanahan pada kaki menara transmisi dapat membatasi tegangan lebih yang diakibatkan sambaran petir dan dapat langsung mengalirkannya ke tanah. Besarnya nilai tahanan pentanahan tower SUTT 70 kV harus sesuai dengan ketentuan yang diizinkan oleh PT. PLN (Persero) No. 0520-1.K/DIR/2014 yaitu $<5 \Omega$ [1]. Jika nilai tahanan pentanahan lebih dari yang diizinkan maka berpotensi pentanahan tidak bisa menyalurkan tegangan gangguan akibat sambaran petir ke tanah melainkan ke peralatan yang mengakibatkan kerusakan.

Transmisi jalur Mandai-Pangkep merupakan salah satu jalur transmisi yang rawan terjadi gangguan petir. Pada tahun 2020, tercatat 2 kali gangguan petir mengingat daerah ini adalah daerah pegunungan dan perbukitan. Berdasarkan data pengukuran PT. PLN (Persero) ULTG Maros, terdapat beberapa tower transmisi jalur Mandai-Pangkep yang memiliki nilai tahanan pentanahan $>5 \Omega$, maka dari itu diperlukan perbaikan nilai tahanan pentanahan tower SUTT 70 kV. Perbaikan tahanan pentanahan menggunakan Metode *Counterpoise* dan *Direct Grounding* dikarenakan metode ini bersifat sangat efektif dan efisien serta mudah dalam pemasangannya.

2. METODE PENELITIAN

Objek penelitian ini adalah saluran udara tegangan tinggi 70 kV tower 70, 4, 14, dan 39 jalur Mandai-Pangkep yang memiliki nilai tahanan $>5 \Omega$. Lokasi penelitian dilakukan pada PT PLN (Persero) Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Maros. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan seperti yang digambarkan diagram alir berikut:

¹ Korespondensi penulis: Ahmad Rosyid Idris, 085242795195, ahmadrosyid@poliupg.ac.id



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

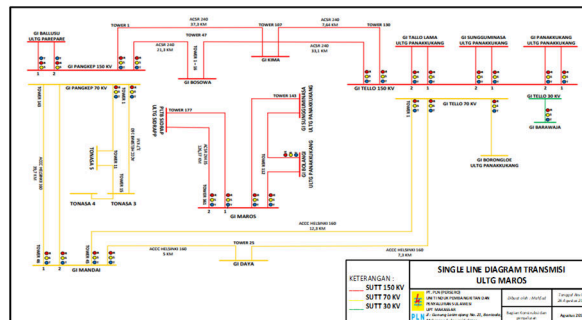
Penjelasan dari diagram alir penelitian diatas adalah sebagai berikut :

1. Mengenali permasalahan yang terjadi
2. Melakukan studi literatur dan pengumpulan data yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) ULTG Maros. Data yang dimaksud berupa:
 - a. *Single line diagram* transmisi ULTG Maros,
 - b. Data gangguan saluran transmisi *line* Mandai-Pangkep,
 - c. Data nilai tahanan pentanahan tower transmisi, dan
 - d. Data IKL
3. Menganalisis pengaruh pemasangan pentanahan metode *counterpoise* dan *direct grounding* dalam memperbaiki nilai resistansi pentanahan dengan cara sebagai berikut :
 - a. Membandingkan nilai resistansi pentanahan sebelum dan setelah dilakukan pemasangan pentanahan metode *counterpoise* dan *direct grounding* dengan hasil setelah pemasangan sesuai dengan SK DIR 520.
 - b. Pada metode *counterpoise* dilakukan perhitungan nilai resistansi pentanahan tower dan membandingkan dengan nilai hasil pengukuran.
4. Jika semua tahapan telah dilakukan, maka analisis data penelitian telah selesai. Selanjutnya adalah penyusunan laporan yang diakhiri dengan menarik kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan sehingga penelitian dinyatakan selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Saluran Transmisi Mandai-Pangkep menghubungkan Gardu Induk Mandai dengan Gardu Induk Pangkep dengan sistem tegangan 70 kV. Transmisi Mandai-Pangkep memiliki 142 Tower dan panjang saluran 39,7 km dengan kuat hantar arus sebesar 792 A.



Gambar 2. Single Line Diagram Transmisi ULTG Maros

Saluran transmisi SUTT 70 kV Mandai-Pangkep ULTG Maros merupakan salah satu jalur transmisi yang rawan terjadi gangguan petir. Pada tahun 2020 tercatat 2 kali gangguan petir terjadi pada ULTG Maros yang menyebabkan kontinuitas penyaluran tenaga listrik terganggu. Adapun data gangguan saluran transmisi 70 kV Mandai-Pangkep dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 1. Data Gangguan Tower SUTT 70 kV Line Mandai-Pangkep

Gardu Induk	Lepas (m/dd/yy)	Sebab Gangguan
Pangkep	7/1/2020 13:47	Petir
Pangkep	9/27/2020 8:25	Petir

Berdasarkan hasil pengambilan data yang dilakukan di ULTG Maros sebelum dilakukan perbaikan nilai tahanan pentanahan tower 70 memiliki nilai tahanan pentanahan sebesar 6,93 Ω, tower 4 sebesar 17,25 Ω, tower 14 sebesar 8,99 Ω, dan tower 39 sebesar 10,14 Ω. Adapun, pemasangan pentanahan *counterpoise* dilakukan pada tower 70 dan 39 yang memiliki nilai tahanan >5 Ω serta tidak dapat dikurangi dengan cara pentanahan *driven ground* sedangkan pemasangan pentanahan *direct grounding* dilakukan pada tower 4 dan 14 yang memiliki nilai tahanan >5 Ω, posisi tower berada pada daerah bukit batu, dan pernah tersambar petir.

Tabel 2. Data Nilai Tahanan Pentanahan Tower 70 kV Line Mandai-Pangkep

No. Tower	Pentanahan Tower (Ω)	Tipe Tower	Lokasi Kabupaten
70	1,84	DT/DT	Maros
4	1,2	SS	Maros
14	1,91	SS	Pangkep
39	2,4	DS	Pangkep

Berdasarkan data dari BMKG Stasiun Geofisika Gowa Daerah Mandai dan Pangkep memiliki tingkat curah petir sedang dengan IKL daerah kabupaten maros sebesar 41.64384 % dan kabupaten pangkep sebesar 36.43836 %, hal ini dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

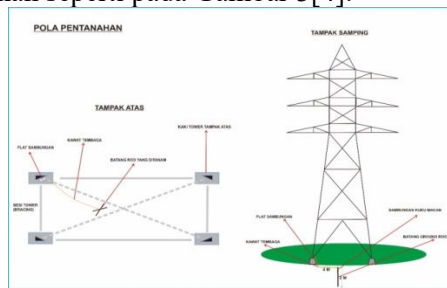
Tabel 3. Data IKL (Isokeraunik Level)

No	Bulan	Maros	Pangkep
		Jumlah Hari Guruh	Jumlah Hari Guruh
1	Januari	24	21
2	Februari	17	17
3	Maret	14	10
4	April	15	12
5	Mei	17	13
6	Juni	3	4
7	Juli	7	4
8	Agustus	3	2
9	September	7	7

10	Oktober	16	16
11	Nopember	18	17
12	Desember	11	10
Jumlah		152	133
= (Jumlah Hari Guruh/365)*100%			
IKL		= (152/365)*100%	= (133/365)*100%
		= 41.64384%	= 36.43836%

B. Pembahasan

Perbaikan tahanan pentanahan dengan metode *Counterpoise* yang dilakukan dengan menanamkan batang elektroda beberapa centimeter di bawah permukaan tanah. Batang elektrode ditanam sedalam antara 150-200 cm dibawah permukaan tanah seperti pada Gambar 3[4].



Gambar 3. Pola Pentanahan *Counterpoise*

Tabel 4. Data Nilai Tahanan Pentanahan Setelah Pemasangan *Counterpoise*

No. Tower	Nilai Tahanan Pentanahan (Ω)		Jenis Tower	Persentase Perubahan
	Sebelum	Setelah		
70	6,93	1,84	Tension	73,44 %
39	10,14	2,4	Suspension	76,33 %

Pada pentanahan metode *counterpoise*, nilai tahanan kaki tower dapat dihitung secara toritis tetapi terlebih dahulu menghitung tahanan jenis tanah berdasarkan persamaan sebagai berikut [2].

Diketahui :

- L = 0,5 m
- d = 0,015 m
- R₇₀ = 6,93 Ω
- R₃₉ = 10,14 Ω

Perhitungan tahanan jenis tanah tower 70

$$\begin{aligned} \rho_{70} &= \frac{2\pi LR}{\ln\left(\frac{8l}{d}\right) - 1} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 0,5 \times 6,93}{\ln\left(\frac{8 \times 0,5}{0,015}\right) - 1} \\ &= \frac{21,76}{4,58} \\ &= 4,75 \Omega\text{-m} \end{aligned}$$

Perhitungan tahanan jenis tanah tower 39

$$\begin{aligned} \rho_{39} &= \frac{2\pi LR}{\ln\left(\frac{8l}{d}\right) - 1} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 0,5 \times 10,14}{\ln\left(\frac{8 \times 0,5}{0,015}\right) - 1} \\ &= \frac{31,83}{4,58} \\ &= 6,95 \Omega\text{-m} \end{aligned}$$

Berikut perhitungan tahanan kaki tower dengan metode *counterpoise* sebagai berikut [3]

Diketahui :

- ρ₇₀ = 4,75 Ω-m
- ρ₃₉ = 6,95 Ω-m
- L = 2 m
- a = 0,0075 m

$$r = 0,015 \Omega/m$$

Perhitungan tahanan kaki tower 70

$$R_{70} = \sqrt{r\rho} \coth(L\sqrt{r/\rho})$$

$$= \sqrt{0,015 \times 4,75} \coth(2\sqrt{\frac{0,015}{4,75}})$$

$$= 0,26 \coth(0,11)$$

$$= 0,26 (9,09)$$

$$= 2,3 \Omega$$

Perhitungan tahanan kaki tower 39

$$R_{39} = \sqrt{r\rho} \coth(L\sqrt{r/\rho})$$

$$= \sqrt{0,015 \times 6,95} \coth(2\sqrt{\frac{0,015}{6,95}})$$

$$= 0,32 \coth(0,09)$$

$$= 0,32 (11,11)$$

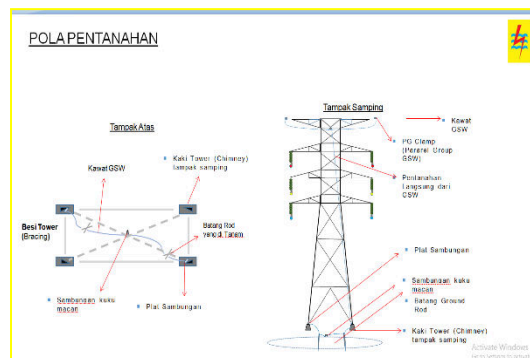
$$= 3,55 \Omega$$

Tabel 5. Data Nilai Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan

No. Tower	Nilai Tahanan Pentanahan (Ω)	
	Pengukuran	Perhitungan
70	1,84	2,3
39	2,4	3,55

Dari Tabel 5 dapat dilihat pada tower 70 dengan nilai pengukuran pentanahan 1,84 Ω dengan nilai hasil perhitungan yaitu 2,3 Ω dan pada pengukuran tower 39 nilai pentanahannya 2,4 Ω sedangkan nilai perhitungannya sebesar 3,55 Ω sehingga diketahui hasil pengukuran langsung di lapangan tidak berbeda jauh dengan hasil perhitungan secara teori. Hal ini juga menunjukkan bahwa dengan dilakukannya pemasangan pentanahan metode *counterpoise* mampu menurunkan besarnya nilai tahanan pentanahan pada tower transmisi sehingga memenuhi standar yaitu <5 Ω [1]

Untuk menjaga keandalan sistem dan mengurangi gangguan akibat sambaran petir, pemasangan *direct grounding* dilakukan pada tower-tower terutama yang ada di daerah rawan petir. Pola pentanahan *direct grounding* dapat dilihat pada Gambar 4 [3]



Gambar 4. Pola Pentanahan *Direct Grounding*

Tabel 6. Data Nilai Tahanan Pentanahan Setelah Pemasangan *Direct Grounding*

No. Tower	Nilai Tahanan Pentanahan (Ω)		Persentase Perubahan
	Sebelum	Setelah	
4	17,25	1,2	93 %
14	8,99	1,91	78,7 %

Berdasarkan Tabel 6 hasil pengukuran tahanan pada tower 4 adalah 17,25 Ω dan pada tower 14 sebesar 8,99 Ω, nilai tersebut sangat tinggi melewati standar yang telah ditetapkan yaitu <5 Ω. Namun, setelah pemasangan pentanahan metode *direct grounding* nilai tahanan berubah menjadi 1,2 Ω untuk tower 4 dengan persentase perubahan sebesar 93% dan 1,91 Ω pada tower 14 dengan persentase perubahan sebesar 78,7%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemasangan pentanahan metode *direct grounding* berpengaruh dalam menurunkan nilai tahanan pentanahan tower transmisi dengan hal ini dapat mempercepat laju surja petir

menuju tanah karena surja petir selalu mencari tahanan yang rendah sehingga dapat mengurangi terjadinya *backflashover* pada isolator.

Pemasangan *direct grounding* terhubung langsung dari *groundwire* ke system pentanahan sehingga sangat efektif dalam memobilisasi tegangan lebih untuk langsung diketanahkan tanpa melalui *body tower*. Dengan pemasangan *direct grounding* diharapkan dapat mengurangi resiko arus balik yang nilainya lebih besar dari arus sambaran petir yang sesungguhnya, sehingga gangguan dapat berkurang.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

Perbaikan nilai tahanan pentanahan tower transmisi dengan metode *counterpoise* mengakibatkan perubahan nilai tahanan pentanahan tower 70 sebesar 73,44 % dari 6,93 Ω menjadi 1,84 Ω dan Tower 39 sebesar 76,33 % dari 10,14 Ω menjadi 2,4 Ω dan dengan metode *direct grounding* dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan sebesar 93 % pada tower 4 dari 17,25 Ω menjadi 1,2 Ω dan 78,7 % pada tower 14 dari 8,99 Ω menjadi 1,91 Ω sehingga memenuhi standar yang telah ditentukan SK DIR 520 yaitu <5 Ω . Dengan kecilnya nilai tahanan pada suatu pentanahan transmisi meredam arus sambaran petir yang bermagnitudo ratusan kA.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. PLN (Persero) No.0520-1.K/DIR/2014, “Buku Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Tinggi Dan Ekstra Tinggi (SUTT/SUTET).” 2014.
- [2] A. Sunawar, “Analisis Pengaruh Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Hambatan Jenis Tanah,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 2, no. 1, p. 16, 2013.
- [3] A. Ar, Sofyan, and M. U. Abshar, “Analisis Resistansi Pentanahan Pada Menara Transmisi 150 kV Jalur Maros – Sungguminasa,” pp. 53–59, 2020.
- [4] A. Muh. Ilham. 2017. *Mitigasi Gangguan Transmisi Akibat Sambaran Petir Line Sungguminasa-Maros*. Laporan Tugas Akhir. Makassar : Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [5] Martha Koestrybuana. 2020. *Pengoptimalan Pentanahan Untuk Mobilisasi Surja Petir Dengan Metode Direct Grounding*. Makassar.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Seluruh Pihak PT. PLN (Persero) ULTG Maros yang telah meluangkan waktu dan ilmunya untuk membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.