

Analisa Penggunaan Metode Direct Grounding Pada Perhitungan Pentanahan Sistem Transmisi 150 KV ULTG Panakukang

Analysis Of The Use Of The Direct Grounding Method In The Calculation Of Grounding Of The 150 KV ULTG Panakukang Transmission System

Nurmiati Pasra¹, Adji Bhaskara² Kartika Tresya Mauriraya³, Nana Suryana⁴

^{1,2,3}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Ketenaga Listrikan dan Energi Terbarukan.

⁴Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan

Jln. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Jakarta Barat

Institut Teknologi PLN

nurmiati@itpln.ac.id, adji1871038@gmail.com, kartika@itpln.ac.id, nanasuryana@itpln.ac.id

Abstrak - Sistem pentanahan pada tower SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) pada jaringan transmisi merupakan bagian instalasi listrik yang berfungsi untuk mengamankan peralatan- peralatan listrik. Sistem pentanahan ini memiliki sifat low impedanc, sehingga arus yang berlebih yang di sebabkan oleh gangguan sambaran petir dapat di alirkan secara cepat ke tanah sehingga dapat meminimalisir kerusakan-kerusakan pada peralatan tower transmisi dan mengamankan mahluk hidup yang beraktifitas di sekitar tower transmisi. Nilai resistansi pentanahan kaki tower dilakukan pengukuran pada setiap tower transmisi dengan pengukuran secara langsung pada tower dengan menggunakan metode Direct Grounding (DG). Standar nilai resistansi pentanahan tower SUTT saluran transmisi pada 150 sd 175 kV nilai resistansinya $\leq 10\Omega$. Pada ULTG Panakukang Makassar, jumlah tower pada line Maros – Bollangi sebanyak 112 tower transmisi dan telah terpasang DG sebanyak 19 tower serta jumlah tower pada line Sungguminasa - Maros sebanyak 31 tower transmisi dan telah terpasang DG sebanyak 6 tower. Pada tower 60, nilai resistansi sebesar $9,65\Omega$ dan setelah melakukan pemeliharaan dengan metode Direct Grounding nilai resistansi menjadi $3,30\Omega$

Kata kunci: Sistem pentanahan, Direct Grounding, saluran Tranmisi

Abstract - The grounding system on the SUTT tower (High Voltage Air Line) on the transmission network is part of the electrical installation that functions to secure electrical equipment. This grounding system has low impedance properties, so that excessive current caused by lightning strike disturbances can be flowed quickly to the ground so as to minimize damage to transmission tower equipment and secure living things that are active around the transmission tower. The value of the grounding resistance of the tower foot is measured on each transmission tower by measuring directly on the tower, using the Direct Grounding (DG) method. The standard value of the SUTT tower grounding resistance of the transmission line at 150 to 175 kV has a resistance value of 10Ω . At ULTG Panakukang Makassar, the number of towers on the Maros – Bollangi line is 112 transmission towers and 19 towers have been installed and the number of towers on the Sungguminasa - Maros line is 31 transmission towers and 6 DG towers have been installed. In tower 60, the resistance value is 9.65Ω and after maintenance with the Direct Grounding method the resistance value becomes 3.30Ω

Keywords: Grounding system, Direct Grounding, Transmission line tower

1. Pendahuluan

Salah satu hal paling penting dalam untuk menjaga peralatan atau bahan listrik apa pun adalah pentanahan. Sistem pentanahan melindungi perangkat yang menggunakan listrik sebagai sumber daya dari lonjakan listrik, seperti yang disebabkan oleh petir dari pusat tenaga listrik

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 168-175

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477



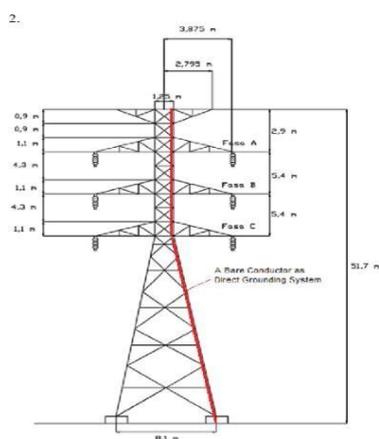
hingga penggunaan tenaga listrik, diperlukan suatu sistem tenaga listrik. Pentanahan merupakan sistem yang paling umum yang sering digunakan dalam kelistrikan tujuannya adalah untuk melindungi instalasi dan aktifitas warga di sekitar tower transmisi agar tidak terkena sambaran petir [1], [2]. Sistem tenaga listrik terdiri dari dua bagian yaitu sistem pembangkit listrik dan sistem distribusi tenaga listrik. Sistem saluran udara terbagi menjadi dua jenis yaitu SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) 70 sd 150 kV dan SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) 270 kV-500 kV.

Pada saluran transmisi dengan bentang paling banyak bertebaran, sering terjadi gangguan [3]. Adapun gangguan yang terjadi baik dari dalam sistem ataupun gangguan dari luar system, yang mana merupakan masalah yang dapat terjadi. Gangguan pada saluran transmisi 150kV, sering terjadi gangguan sambaran petir pada tower 150 kV dan gangguan sambaran petir yang mengenai fasa kabel. Gangguan kabel fasa ini biasa disebut dengan gangguan GPR (*Ground Fault Relay*), yaitu relay yang mendeteksi sirkuit pendek. Dalam hal saluran transmisi, yang perlu diperhatikan adalah towernya. Ada berbagai gangguan pada peralatan, termasuk gangguan menara saluran transmisi 150 kV, maka sistem pemeliharaan sektor transmisi memerlukan pemutus arus listrik. Ketika menara 150 kV tersambar petir, dapat diamankan dengan menggunakan pentanahan metode *Direct Grounding* untuk dengan cepat menyalurkan tegangan yang dihasilkan oleh sambaran ke tanah. Pemeliharaan tower dengan memasang metode *Direct Grounding* pada tower transmisi 150 kV, untuk menghindari gangguan sambaran petir yang menyambar pada fasa R, S dan T.

Sistem transmisi saat ini dari PT. PLN (Persero) yang berdampak signifikan terhadap penyediaan dan permintaan energi listrik bagi masyarakat umum serta masyarakat industri dan manufaktur. Sumber energi listrik yang diberikan oleh PLN tidak selalu tersedia atau konsisten, akan ada kehilangan daya di beberapa titik karena gangguan listrik. Untuk mengatasi masalah ini, peralatan gardu induk harus dilindungi.

2. Metode Penelitian

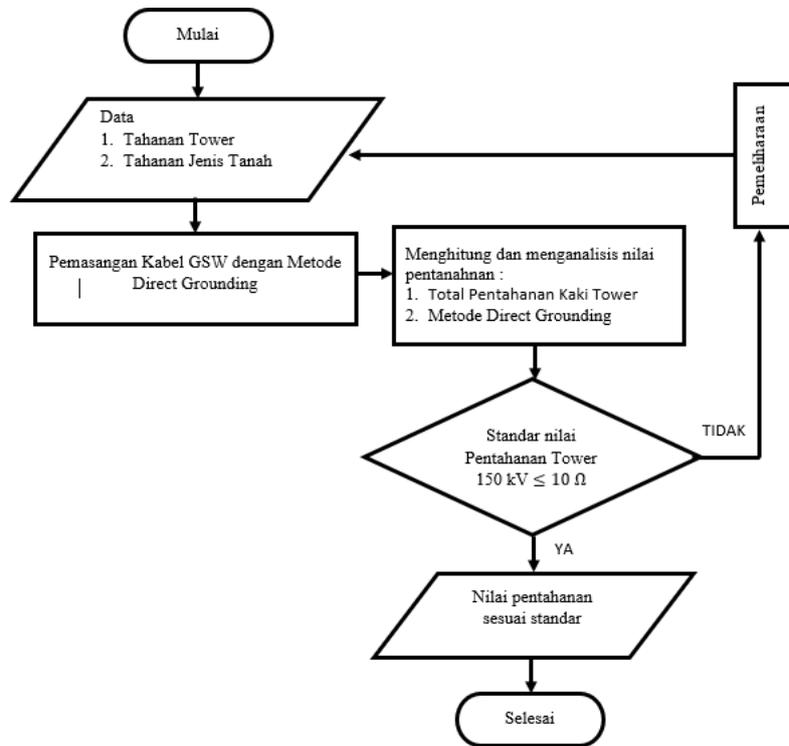
Penelitian berlokasi di PT PLN Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Panakkukang Makassar. Pada penelitian ini, teknik pengumpulan data adalah dengan melakukan teknik penelitian pengukuran langsung dilapangan pada kaki tower 150 kV dengan metode kuantitatif. Juga melakukan perhitungan dalam menganalisis nilai pentanahan pada kaki tower dan pentanahan setelah menggunakan metode *Direct Grounding*, model pemasangan kabel GWS dengan menggunakan metode *Direct Grounding* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Pentanahan Direct Grounding [8][10]

2.1. Metode Pengambilan Data

Metode pengukuran yang dilakukan untuk pengambilan data dengan cara berikut : 1) pengukuran tahanan pentanahan sebelum melakukan metode *Direct Grounding* dan 2) setelah melakukan metode *Direct Grounding*, di mana nilai tahanan tower transmisi di ambil di bawa tower transmisi 150 kV. Urutan alur penelitian pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

Pada pengukuran tahanan pentanahan, di lakukan pada tower yang terdata mempunyai nilai resistansi pentanahan yang tinggi dilinanya, pengukuran di lakukan pada salah satu kaki tower transmisi, karna terdapat root pada setiap kaki tower yang yang terhubung parallel jadi tidak perlu untuk di ukur satu persatu. Standar pentanahan pada tower dapat di lihat pada table berikut:

Tabel 1. Nilai Standarisansi Resistansi Tower Transmisi

No	Jenis Tower	Jenis Tower Transmisi	Nilai Standar Pentanahan
1	70 kV	SUTT	≤ 5 Ω
2	150 kV- 175 kV	SUTT	≤ 10 Ω
3	275 kV - 500 kV	SUTET	≤ 15 Ω

Faktor yang mempengaruhi nilai resistansi pada tower menjadi lebih di atas nilai standarisasi PLN yaitu tahanan jenis tanah, panjang elektroda pada setiap kaki tower yang tertanam di tanah. Tabel 1 memperlihatkan standar yang digunakan untuk nilai pentanahan pada SUTT 150 kV sd 175 kV.

Tabel 2. Nilai Tahanan Jenis Tanah [4][6]

No	Tahanan jenis tanah	Nilai Tahanan Jenis tanah (Ω/m)
1	Tanah rawa	30 Ω
2	Tanah liat dan tanah Ladang	100 Ω
3	Tanah liat berpasir	150 Ω
4	Pasir Basah	200 Ω
5	Pasir Lembab	300 Ω
6	Kerikil Basah	500 Ω
7	Kerikil kering	1000 Ω
8	Tanah Berbatu	3000 Ω

2.2. Metode dan Analisa Data

2.2.1. Perhitungan Tahanan pada Kaki Tower

Melakukan perhitungan pentahanan total berdasarkan pengukuran pentahanan pada masing-masing ke empat kaki tower, sebagai berikut [7]:

$$1/R_p = 1/R_a + 1/R_b + 1/R_c + 1/R_d \tag{1}$$

Keterangan :

- Rp = Tahanan elektroda ke tanah (Ω)
- Ra = Kaki bagian kanan tower (Ω)
- Rb = Kaki bagian kiri tower (Ω)
- Rc = Kaki bagian kanan Belakang tower (Ω)
- Rd = Kaki kiri belakang tower (Ω)

2.2.2. Perhitungan Pertahanan dengan Metode *Direct Grounding*

Melakukan perhitungan nilai pentahanan dengan menggunakan metode *Direct Grounding* tahanan kaki tower, dimana pentahanan diukur setelah pemasangan kabel GWS dengan metode *Direct Grounding*, dapat dilihat pada persamaan sebagai berikut : [8]-[10].

$$1/R_T = 1/R_{RDG} + 1/R_{PKT} \tag{2}$$

Keterangan :

- R_T = R total Kaki tower (Ω)
- R_{RDG} = R setelah di pasang DG (Ω)
- R_{PKT} = R_P = R Pentanahan di kaki tower (Ω)

2.2.3. Perhitungan Error

Adanya perbedaan nilai pentahanan hasil pengukuran dan hasil perhitungan, sehingga diperlukan untuk menghitung error dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Error(100\%) = \frac{|(Nilai\ perhitungan\ teori) - (Nilai\ Pengukuran)|}{(nilai\ perhitungan\ teori)} \times 100\% \quad (3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Perhitungan Tahanan pada Kaki Tower

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung pada tower transmisi 150 kV di Line Maros – Bolanggi (M-B) dan line Sungguminasa - Maros (S-M) pada PT. PLN (Persero) ULTG Panakkukang. Jumlah tower trasmisi 150 kV pada line Maros – Bollangi sebanyak 112 tower dan line Sungguminasa 32 tower. Pemeliharaan telah dilakukan dengan pemasangan kabel GWS dengan metode *Direct Grounding* pada di Line Maros – Bolanggi sebanyak 19 tower dan line Sungguminasa – Maros 6 tower.

Tabel 3. Nilai Tahanan Kaki Tower

No	Nomor Tower	Line	Jenis Tanah	Pentanahan Setiap Kaki (Ω)			
				Ra	Rb	Rc	Rd
1	71	S-M	Pasir Lembab Tanah rawah	300	300	300	30
2	66	S-M	Pasir Basah , Tanah ladang	200	200	100	100
3	60	S-M	Kerikil basah , Pasir Basah, Pasir Lembab	500	500	200	300
4	130	M-B	Tanah Liat Berpasir Pasir Lembab	150	150	150	300

Tabel 3 merupakan nilai tahana setiap kaki tawer. Dengan menggunakan persamaan 1 dan data pada Tabel 3 untuk data pada nomor tower 71, maka dapat ditentukan nilai pentahanan pada tower tersebut, yakni:

$$\begin{aligned} 1/R_p &= 1/R_a + 1/R_b + 1/R_c + 1/R_d \\ 1/R_p &= 1/300 + 1/300 + 1/300 + 1/30 \\ R_p &= 300/13 = 23,0 \Omega \end{aligned}$$

Hasil perhitungan untuk tower lain dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Perhitungan rata-rata resistansi kaki tower

No	Nomor Tower	Pentanahan setiap kaki (Ω)				Nilai PentahanTotal (Rp) Ω
		Ra	Rb	Rc	Rd	
1	71	300	300	300	30	23,076
2	66	200	200	100	100	33,333
3	60	500	500	200	300	28,441
4	136	100	100	100	200	28,571

3.2. Hasil Perhitungan dengan Metode *Direct Grounding*

Tabel 5. Nilai Tahanan Sebelum dan Setelah Pemasangan Kabel GSW dengan Metode *Direct Grounding*

No	Nomor Tower	Tahanan R (Ω)		Jenis Tanah
		Sebelum	Setelah	
1	71	9,48	3,24	Pasir Lembab Tanah rawah
2	66	3,85	1,65	Pasir Basah , Tanah ladang
3	60	9,65	3,30	Kerikil basah , Pasir Basah, Pasir Lembab
4	136	3,86	1,66	Tanah Liat Berpasir Pasir Lembab

Perhitungan ini memerlukan data pentahana pada kaki tower (Tabel 4), data sebelum dan setelah melakukan pemeliharaan dengan memasang kabel GSW menggunakan metode *Direct Grounding* (Tabel 5). Dengan menggunakan persamaan 2 nilai pentahannya diperoleh sebagai berikut:

$$1/R_T = 1/R_{RDG} + 1/R_{PKT}$$

$$1/R_T = 1/(3,24) + 1/(23,076)$$

$$R_T = 2,94\Omega$$

Hasil perhitungan untuk tower lainnya, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan dengan Metode *Direct Grounding*

No	Nomor Tower	R _{RDG} (Ω)	R _{PKT} (Ω)	R _T (Ω)
1	71	3,24	23,076	2,941
2	66	1,65	33,333	1,587
3	60	23,30	28,441	3,154
4	130	1,99	28,571	1,913

3.3. Hasil Perhitungan Error

Perhitungan *error* antara hasil pengukuran dengan hasil perhitungan pada tower yang menggunakan metode *Direct Grounding* dengan menggunakan persamaan (3) dan data pada Tabel 6, maka dapat dihitung *error*nya sebagai berikut:

$$Error(100\%) = |(Nilai\ perhitungan\ teori - Nilai\ Pengukuran) / (nilai\ perhitungan\ teori)| \times 100\%$$

$$14,48\% = |(2,941\Omega - 3,24\Omega) / (2,941\Omega)| \times 100\%$$

Dengan Perhitungan yang sama, hasil perhitungan *error* dapat di lihat pada Tabel 7 .

Tabel 7. Hasil Perhitungan Error

No	Nomor Tower	Tahana (R) Ω		Presentasi Error (%)
		Hasil Pengukuran	Hasil Perhitungan	
1	71	3,24	2,941	10,167
2	66	1,65	1,587	3,698
3	60	3,30	3,154	4,629
4	130	1,99	1,913	4,025

Semakin kecil hasil presentasi error yang di dihasilkan maka akan semakin akurat hasil perhitungan teori dan nilai hasil pengukuran pada tower transmisi. Terlihat pada tower 130 dengan metode *Direct Grounding* di mana hasilnya 4,1025% itu sangat kecil di dibandingkan pada tower 71 yang mempunyai hasil presentasi eror sebesar 10,167%, ini kemungkinan juga disebabkan tahanan jenis tanah juga mempengaruhi hasil perhitungan pada tower transmisi.

Pada Tabel 7, dapat dilihat perbandingan nilai tahanan hasil pengukuran pada saat setelah dipasang kabel GSW dengan menggunakan metode *Direct Grounding* dan hasil perhitungan, dimana hasil perhitungan mempunyai nilai pentahanan yang lebih kecil dibandingkan hasil pengukuran. Hal ini disebabkan, pada perhitungan, memperhitungkan nilai pentahanan kaki tower.

3.4. Hasil dan Analisa Perhitungan

Hasil pengukuran sebelum pemasangan kabel GSW dengan menggunakan metode *Direct Grounding* nilai pentahan pada tower 60 paling tinggi sebesar 9,65 Ω , setelah menggunakan metode *Direct Grounding* menghasilkan nilai pentahanan sebesar 3,30 Ω , hasil perhitungan dengan rumus *Direct Grounding* menghasilkan nilai pentahanan sebesar 3,154 Ω dan nilai error 4.629%. Ini menunjukkan adanya penurunan nilai pentahanan setelah pemasangan kabel GSW dengan menggunakan metode *Direct Grounding*.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada saluran transmisi 150 kV dengan melakukan pemeliharaan rutin atau menggunakan metode lainnya. Pemeliharaan yang dapat dilakukan yakni 1) pemeliharaan ahlaman tower; 2) pemeliharaan tanah pada tower; 3) pemeliharaan dengan pengecekan nilai pentahanan secara rutin; 4) pemeliharaan gangguan dari luar; 5) pemeliharaan penggantian isolasi yang sudah tidak berfungsi / rusak; 6) penggantian besi tower (rusak atau dicuri) dan 7) pemeliharaan kelengkapan *step bolt*.

4. Kesimpulan

Penelitian dengan 143 tower saluran transmisi 150 kV, yang telah dipasang kabel GSW dengan metode *Direct Grounding* sebanyak 25 tower. Hasil pengukuran dan perhitungan pada empat tower, dimana tower 60 memiliki nilai pentahan sebesar 9,65 Ω dan setelah dilakukan metode *Direct Grounding* nilai pentahanan sebesar 3,30 Ω . Hal yang sangat penting pada tower saluran transmisi 150 kV dengan melakukan pemeliharaan tower. Pemeliharaan yang dapat dilakukan dengan membersihkan area sekitar tower, mengecek apabila terdapat rumput liar, mencegah area tower dimanfaatkan oleh warga, mengecek nilai tahanan resistansi pada tower, apabila nilai resistansi pada tower tersebut tinggi di lakukan penambahan root pentanahan dengan menggunakan metode *Direct Grounding* atau bisa menggunakan metode yang lain.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada PT (Persero) PLN Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Panakukang Makassar dan Institut Teknologi PLN, yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penelitian dan penulisan artikel.

Referensi

- [1] T. Siahaan and S. Laia, “STUDI PEMBUMIAN PERALATAN DAN SISTEM INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG KANTOR BICTPT. PELINDO I (PERSERO) BELAWAN,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. VIII, no. 2, pp. 96–101, 2019.
- [2] Zulhajji and S. Wahyuni, “SISTEM PEMBUMIAN MENARA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 150 KV RUTE PAREPARE-BALUSU,” *Media Elektronik*, vol. 19, no.1, pp. 6–8, 2021.
- [3] N. Lembang, S. Manjang, and I. Kitta, “Efek Penurunan Tahanan Pembumian Tower 150 kV Terhadap Sistem Penyaluran Petir,” 2017.
- [4] M. Mukmin, A. Kali, and B. Mukhlis, “PERBANDINGAN NILAI TAHANAN PENTANAHAN PADA AREA REKLAMASI PANTAI (CITRALAND),” *Metrik*, vol. 1, no. 1, pp. 29–39, 2014.
- [5] Amal and Ansar, “Analisis Pentanahan Transmisi Jalur Tello-Sungguminasa 150 kV,” Skripsi, Universitas Muhamamdiyah Makassar, Makassar, 2021.
- [6] A. Tri Wahyudi and S. Hani, “ANALISIS PERBAIKAN SISTEM PENTANAHAN PADA KAKI MENARA DI JARINGAN TRANSMISI 150KV GARDU INDUK PEDAN – KENTUNGAN,” 2018.
- [7] Faturahman Zulfikar, “ANALISIS PERFORMA PEMBUMIAN SEBAGAI PROTEKSI TERHADAP PANEL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI ITPLN,” Skripsi, Institut Teknologi PLN, Jakarta, 2021.
- [8] M. Ulil Abshar, J. Teknik Elektro, and P. Negeri Ujung Pandang, “Analisis Resistansi Pentanahan Pada Menara Transmisi 150 kV Jalur Maros-Sungguminasa,” in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTEI)*, 2020, vol. 7 Oktober, pp. 53–59.
- [9] A. Jaya, A. Rizal Sultan, A. Salim, T. Elektro, P. Negeri, and U. Pandang, “Proteksi Transmisi 150 kV Maros - Sungguminasa Menggunakan Metode Pentanahan Langsung (Direct Grounding),” in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, 2021, vol. 21 September 2021, pp. 44–50.
- [10] D. S. Ode and M. R. Ramly, “ANALISA PENURUNAN NILAI PENTANAHAN TOWER MENGGUNAKAN DIRECT GROUNDING,” Skripsi, Universitas Muhammadiyah, Makassar, 2021.
- [11] PT PLN (Persero). (2014). Buku Pedoman Pemeliharaan Transmisi Kepdir 0520-1.K.Dir.2014.1, 145.