Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN: 2723-7052**
Vol. 5, No.2, Desember 2024, Hal 160-167
https://doi.org/10.53695/jm.v5i2.1134

Analisa Kelayakan Tahanan Pembumian Menara Transmisi SUTT 150 KV Dari GI Indarung Ke GI Pauh Limo Padang

Egit Hayya Alfa[1*], Chairul Nazalul Anshar[2], Yani Ridal[3]
[1,2)] Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti, Sumatera Barat
[3)] Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bunghatta, Sumatera Barat
[*]Email: mhdalip2001@gmail.com

ABSTRAK
Pentanahan pada tower transmisi saluran udara tegangan tinggi bertujuan untuk menjamin keamanan personil dari tegangan sentuh dan tegangan langkah pada tower, serta mengalirkan impuls petir ke bumi. Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran terhadap kondisi pentanahan secara keseluruhan, di mana arde kaki tower belum dilepas atau masih dalam keadaan utuh. Pada tower nomor 188, nilai tahanan pentanahannya adalah 8,29 Ω. Berdasarkan standar SPLN T5.012:2020, nilai tahanan pentanahan yang direkomendasikan adalah di bawah 3 Ω. Untuk mencapai standar ini, dilakukan upaya untuk menurunkan tahanan pentanahan dengan menambah panjang dan jumlah elektroda batang. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan menambah panjang elektroda batang hingga 11 meter untuk satu batang, nilai tahanan dapat diturunkan menjadi 5,55 Ω. Selain itu, ketika elektroda dihubungkan secara paralel, nilai tahanan pentanahan berkurang menjadi 2,77 Ω. Penambahan jumlah elektroda batang hingga 6 batang yang ditanam dan dihubungkan secara paralel dapat menurunkan nilai tahanan hingga 2,76 Ω.

Kata kunci: Pentanahan, Saluran udara tegangan tinggi, Tahanan pentanahan, Tahanan jenis tanah, Elektroda batang.

1. PENDAHULUAN

Sistem pendistribusian energi listrik terhubung melalui jaringan saluran udara tegangan tinggi (SUTT) 150 kV dari gardu induk ke gardu induk lain [1]. Dalam proses penyaluran ke konsumen, sering terjadi gangguan eksternal yang dapat menghambat distribusi energi, terutama karena panjangnya penghantar yang menggunakan kawat terbuka tanpa pelindung [2]. Gangguan umum yang dihadapi dalam penyaluran ini antara lain sambaran petir dan arus lebih. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengaman untuk mengatasi gangguan tersebut, seperti sistem proteksi terhadap petir dan hubung singkat [3].

Salah satu komponen pengaman pada tower transmisi SUTT adalah sistem pembumian atau grounding, yang menghubungkan titik tertentu pada rangkaian atau penghantar dengan bumi [4]. Grounding berfungsi sebagai perlindungan bagi perangkat yang menggunakan listrik sebagai sumber tenaga. Pelaksanaan grounding dilakukan dengan menanam batang elektroda secara vertikal ke dalam tanah [5]. Seiring waktu, resistansi pada elektroda tersebut dapat menurun, mengurangi efektivitas aliran arus ke tanah.

Sistem grounding yang baik memiliki resistansi tanah yang rendah, karena resistansi yang rendah mempermudah arus gangguan untuk mengalir ke tanah [6]. Standar umum untuk nilai resistansi grounding adalah maksimal 5 Ohm, dan pengukuran dilakukan menggunakan earth tester. Pada area dengan resistansi jenis tanah yang tinggi, resistansi total sistem grounding dapat mencapai hingga 10 Ohm.

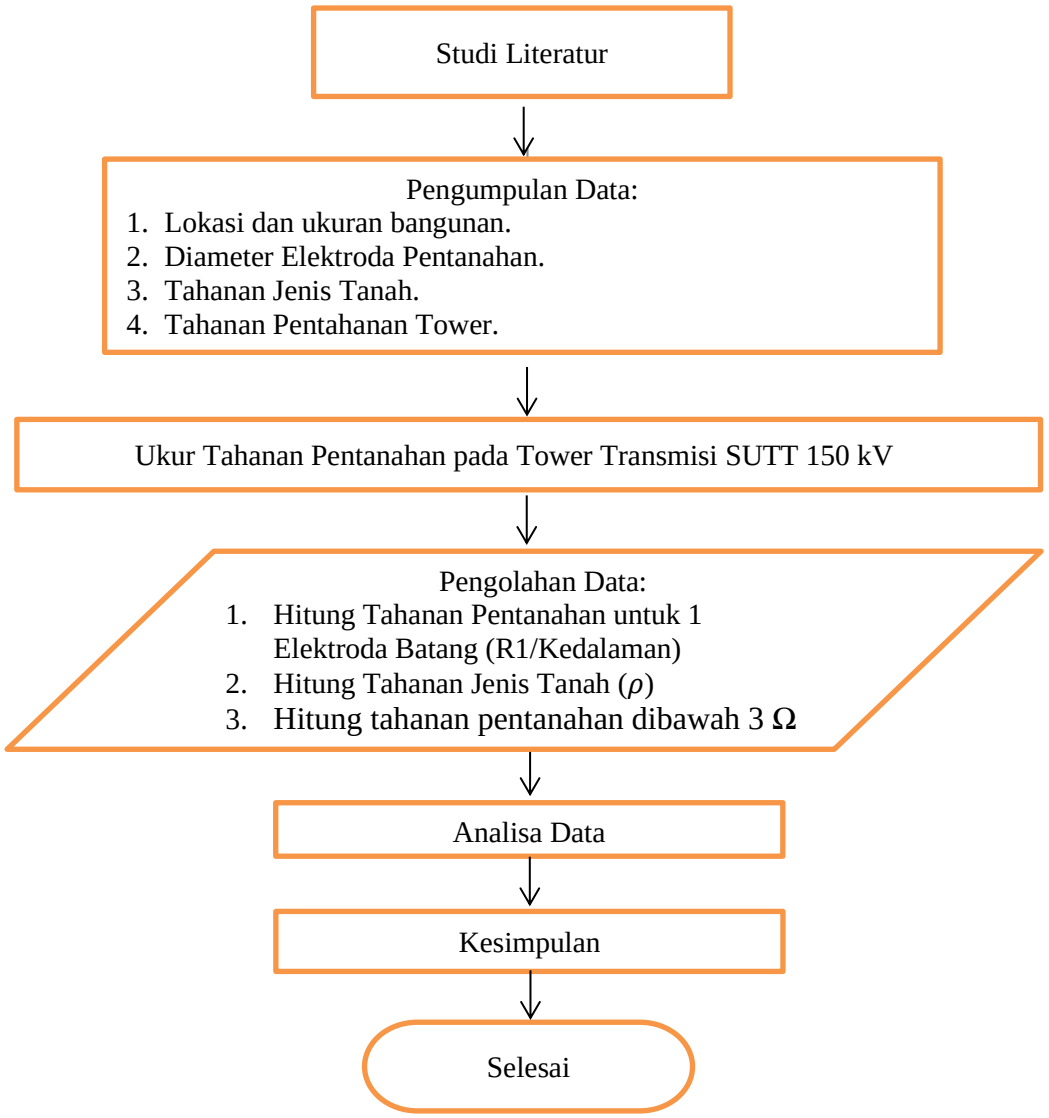
SUTT 150 kV dari gardu induk Indarung ke gardu induk Pauh Limo Padang merupakan bagian penting dari jaringan distribusi tenaga listrik di Sumatera Barat. Untuk menjamin kualitas grounding, diperlukan pengukuran tahanan grounding pada

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN: 2723-7052**
Vol. 5, No.2, Desember 2024, Hal 160-167
https://doi.org/10.53695/jm.v5i2.1134

setiap tower secara berkala dan akurat. Berdasarkan standar SPLN T5.012: 2020, nilai tahanan grounding yang layak adalah di bawah 3 Ohm. Oleh karena itu, penulis mengangkat skripsi dengan judul "Analisa Kelayakan Tahanan Pembumian Menara Transmisi SUTT 150 kV Dari Gardu Induk Indarung Ke Gardu Induk Pauh Limo Padang."

2. METODE PENELITIAN

Adapun alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

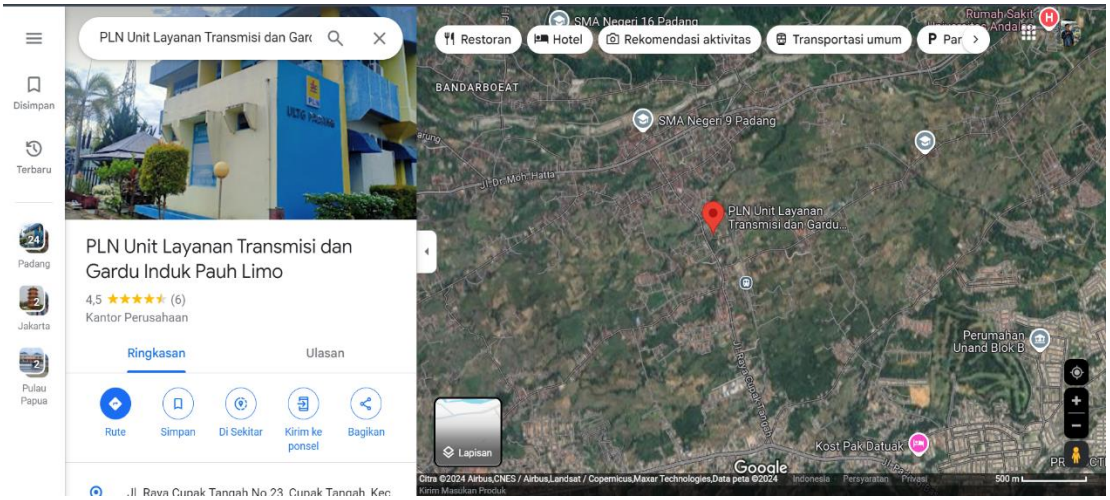
2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis kuantitatif pengumpulan data dengan cara perhitungan tahanan pentanahan untuk 1 elektroda batang ($R1$), Hitung tahanan jenis tanah (ρ), Hitung tahanan pentanahan dibawah 3 Ω.

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN: 2723-7052**
Vol. 5, No.2, Desember 2024, Hal 160-167
https://doi.org/10.53695/jm.v5i2.1134

2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di PT. PLN (Persero) ULTG Padang, gardu induk Indarung dan gardu induk Pauh Limo kota Padang Sumatera Barat, dimulai pada awal bulan maret 2024. Kegiatannya berupa persiapan, pengumpulan data dan analisa terhadap data hasil pengukuran tahanan pentanahan tower untuk mendapatkan hasil penelitian.



Gambar 2. Lokasi penelitian

2.3 Tahapan Analisa Data

Ada beberapa langkah untuk dapat menganalisa data dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Pengolahan data yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Mengambil dan mempersiapkan data hasil pengukuran tahanan pentanahan SUTT 150kV dari gardu induk Indarung ke gardu induk Pauh Limo Padang.
2. Mengukur tahanan pentanahan tower transmisi.
3. Melakukan analisa data hasil dari pengukuran pentanahan pada tower transmisi SUTT 150 kV dari gardu induk Indarung ke gardu induk Pauh Limo Padang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data

Berdasarkan data yang diperoleh penulis dapat menguraikan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di PT. PLN (Persero) ULTG Padang, tower transmisi SUTT 150 kV dari gardu induk Indarung ke gardu induk Pauh Limo Padang berjumlah 22 tower (184-206) dengan panjang 6,66 kms (kilometer sirkit).

➢ Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan peralatan guna mempermudah jalannya penelitian.

1. Alat Ukur Earth Tester

Merek: Duoyi
Tipe: 4100

2. Peralatan K3

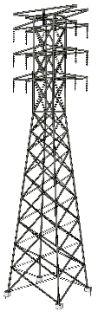
Safety Helmet
Safety Shoes

3. Perlengkapan tulis dan buku

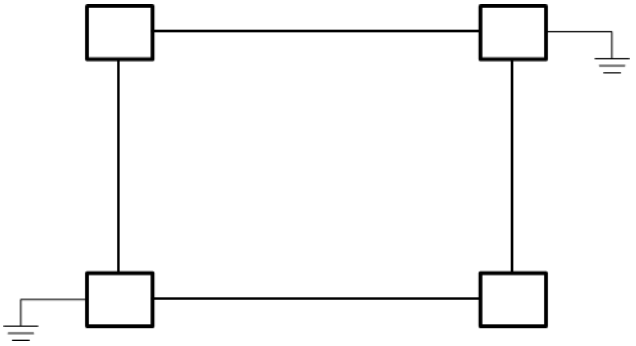
Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN: 2723-7052**
Vol. 5, No.2, Desember 2024, Hal 160-167
https://doi.org/10.53695/jm.v5i2.1134

➢ Hasil Pengukuran Tahanan Pentahanan

Pada tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran tahanan pentanahan di kaki tower transmisi SUTT 150kV dari gardu induk Indarung ke gardu induk Pauh Limo Padang, pada hari Kamis 20 Juni 2024 dengan kondisi cuaca yang cerah. Diketahui jumlah kaki tower yang digunakan dalam pentanahan sebanyak 2 unit pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Tower transmisi SUTT 150kV



Gambar 4. Pondasi tower transmisi SUTT 150kV

Tabel 1. Hasil pengukuran pentanahan tower

No	No Tower	Pentanahan Tower Rp (Ω)
1.	188	8,29
2.	189	4,69
3.	190	4,73
4.	191	4,30

➢ Data Elektroda Pentanahan

Jenis elektroda pentanahan yang digunakan adalah elektroda batang dengan desain sebagai berikut:

1. Panjang elektroda batang (L) = 3 m
2. Diameter elektroda 20 mm (d) = 0,02 m
3. Kawat pentanahan (BC) = 50 mm^2

3.2 Perhitungan

- Perhitungan tahanan pentanahan untuk 1 elektroda batang

Tahanan pentanahan pada 4 tower transmisi SUTT 150 kV dari gardu induk Indarung ke gardu induk Pauh Limo Padang, pada kaki tower menggunakan 2 unit elektroda batang yang dihubungkan paralel, seperti data pada table 1, maka tahanan pentanahan untuk 1 elektroda batang adalah:

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN: 2723-7052**
Vol. 5, No.2, Desember 2024, Hal 160-167
https://doi.org/10.53695/jm.v5i2.1134

$$\frac{1}{Rp} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$$

Karena R1 = R

Maka:

$$\frac{1}{Rp} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R1}$$

$$\frac{1}{Rp} = \frac{2}{R1}$$

Sehingga:

$R1 = 2xRp$

Tahanan pentanahan untuk 1 elektroda batang dicontohkan pada tower nomor 188 dan selanjutnya hasil perhitungan dapat dilihat dari tabel 1.

$R1 = 2x8{,}29\ \Omega$

$R1 = 16{,}58\ \Omega$

Dari hasil perhitungan untuk 1 elektroda batang pentanahan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Tahanan pentanahan untuk 1 elektroda batang

No	No Tower	Rp (Ω)	$R1$ (Ω)
1.	188	8,29	16,58
2.	189	4,69	9,38
3.	190	4,73	9,46
4.	191	4,30	8,60

- Perhitungan tahanan jenis tanah

Dibawah ini perhitungan tahanan jenis tanah (ρ) dicontohkan pada tower nomor 188 menggunakan rumus diatas dan selanjutnya hasil perhitungan dapat dilihat dari tabel 2:

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\left(In\frac{4L}{d}\right) - 1}$$

$$\rho = \frac{2x3{,}14x3x16{,}58}{\left(In\frac{4x3}{0{,}02}\right) - 1} = \frac{312{,}36}{(In\ 600) - 1} = \frac{312{,}36}{5{,}39} = 57{,}95\ \Omega.m$$

Dengan cara yang sama seperti diatas diperoleh hasil perhitungan tahanan jenis tanah pada 4 tower seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan tahanan jenis tanah

No	No Tower	$R1$ (Ω)	ρ ($\Omega.m$)	Jenis Tanah
1.	188	16,58	57,95	Liat dan ladang
2.	189	9,38	32,78	Tanah rawa
3.	190	9,46	33,06	Tanah rawa
4.	191	8,60	30,05	Tanah rawa

- Perhitungan tahanan pentahanan

Setelah diketahui hasil pengukuran pada 4 tower (188-191) yaitu diatas 3 Ω, maka dilakukan upaya untuk menurunkan nilai tahanan pentanahanya. Dengan menambah

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN: 2723-7052**
Vol. 5, No.2, Desember 2024, Hal 160-167
https://doi.org/10.53695/jm.v5i2.1134

panjang elektroda batang dan menambah jumlah elektroda batang agar mencapai nilai tahanan pentanahan dibawah 3 Ω.

- Perhitungan menambah jumlah elektroda batang

Pada 4 tower (188-191), upaya yang dilakukan adalah menambah panjang elektroda batang agar nilai tahanan pentanahannya mencapai dibawah 3 Ω. Untuk membandingkan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan yang tentunya dirubah pada panjang elektroda batang yang ditanam. Data yang dipakai sebagai berikut:

1. Tahanan jenis tanah ρ $(\Omega.m)$ pada 4 tower
2. Panjang elektroda batang (L) = 6 meter, 7 meter, 8 meter, 9 meter, 10 meter, 11 meter
3. Diameter elektroda 20 mm (d) = 0,02 meter

Di bawah ini perhitungan menambah panjang elektroda batang dicontohkan pada tower 188 dan selanjutnya hasil dapat dilihat pada tabel 7.

$L = 6$ meter

$$R = \frac{\rho}{2\pi L}\left(In\frac{4L}{d} - 1\right)$$

$$R = \frac{57{,}95}{2x3{,}14x6}\left(In\frac{4x6}{0{,}02} - 1\right)$$

$$R = 9{,}31\ \Omega$$

Tabel 4. Hasil perhitungan menambah jumlah elektroda batang

No	No Tower	Jumlah Total Elektroda Batang	$Rp(\Omega)$
1.	188	6	2,76
2.	189	4	2,34
3.	190	4	2,36
4.	191	3	2,86

- **Analisa**

Dari hasil perhitungan dengan menambah panjang elektroda batang, dan perhitungan menambah jumlah elektroda batang yang di paralel kan di kaki tower, maka hasil perhitungan tersebut didapatkan hasil sesuai dengan SPLN T5.012: 2020 yaitu tahanan pentanahan dibawah 3 Ω , dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 5. Data hasil perhitungan

No.	No Tower	Panjang Elektroda Batang (L) = Meter	$Rp(\Omega)$	Jumlah Total Elekroda Batang	$Rp(\Omega)$	Standar < 3 (Ω)
1.	188	11	2,77	6	2,76	Dibawah Standar
2.	189	6	2,61	4	2,34	Dibawah Standar
3.	190	6	2,64	4	2,36	Dibawah Standar
4.	191	6	2,40	3	2,86	Dibawah Standar

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh hasil perhitungan dengan menambah panjang elektroda batang dan menambah jumlah elektroda batang yang ditanam, didapatkan hasil dibawah standar yaitu dibawah 3 Ω.

Jurnal Mesil (Mesin Elektro Sipil) **E-ISSN: 2723-7052**
Vol. 5, No.2, Desember 2024, Hal 160-167
https://doi.org/10.53695/jm.v5i2.1134

Pada 4 tower nomor 189-191 jenis tanah nya adalah tanah rawa dan untuk tower nomor 188 jenis tanah nya adalah tanah liat dan ladang. Upaya yang dilakukan untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan pada 4 tower tersebut dilakukan dengan metode menambah panjang elektroda batang.

Pada tower nomor 188 dengan merubah panjang elektroda batang untuk 1 batang (L) sepanjang 11 meter dengan tahanan jenis tanah homogen dapat menurunkan nilai tahanan untuk 1 batang sebesar 16,58 Ω, menjadi 5,55 Ω, lalu dihubungkan paralel menjadi 2,77 Ω, dalam penambahan jumlah elektroda batang sebanyak 4 batang sehingga menjadi 6 batang, yaitu untuk 1 batang elektroda batang sebesar 16,58 Ω lalu ditambahkan 6 elektroda batang dan dihubungkan paralel menjadi 2,76 Ω.

Berdasarkan hasil perhitungan menambah panjang elektroda batang dan menambah jumlah elektroda batang, diketahui bahwa menambah jumlah elektroda batang adalah metode yang paling efektif karena pengerjaannya yang mudah dan praktis.

Penyebab tahanan pentahanan mencapai di atas 3 Ω yaitu dimungkinkan sebagai berikut:

1. Kemampuan elektroda batang yang sudah menurun, keadaan ini disebabkan oleh kondisi elektroda batang yang sudah mengalami korosi karena sudah terpendam dalam tanah selama periode yang cukup lama serta diakibatkan dari faktor kimia tanah, maka koneksi antara elektroda batang dan tanah juga mulai mengalami kenaikan.
2. Kelembapan serta air tanah yang sudah berubah, bergantung pada kondisi curah hujan maupun cuaca yang terjadi pada daerah setempat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap nilai tahanan pentanahan pada tower transmisi SUTT 150 kV yang menghubungkan gardu induk Indarung ke gardu induk Pauh Limo Padang, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Kondisi Tanah dan Tahanan Pentanahan

Keempat tower (nomor 188, 189, 190, dan 191) yang terletak di sepanjang jalur transmisi SUTT 150 kV antara gardu induk Indarung dan Pauh Limo berada di lokasi dengan jenis tanah yang beragam, yaitu tanah rawa, tanah liat, dan ladang. Nilai tahanan pentanahan pada keempat tower tersebut terdeteksi berada pada kondisi yang tidak layak, dengan rincian sebagai berikut:

- Tower nomor 188: 8,29 Ω
- Tower nomor 189: 4,69 Ω
- Tower nomor 190: 4,73 Ω
- Tower nomor 191: 4,30 Ω

Semua nilai tahanan pentanahan tersebut melebihi batas toleransi yang disarankan, yaitu di atas 3 Ω, sehingga memerlukan perbaikan untuk memenuhi standar keselamatan.

2. Peningkatan Tahanan Pentanahan dengan Memperpanjang Elektroda Batang**

Berdasarkan perhitungan penambahan panjang elektroda batang, pada tower nomor 188, panjang elektroda batang awal (L = 3 meter) menghasilkan tahanan pentanahan sebesar 8,29 Ω. Setelah panjang elektroda batang ditambah menjadi 11 meter (L = 11 meter), nilai tahanan pentanahan berkurang menjadi 5,55 Ω. Kemudian, jika dua elektroda batang tersebut dihubungkan secara paralel, nilai tahanan pentanahan turun lebih lanjut menjadi 2,77 Ω.

3. Peningkatan Tahanan Pentanahan dengan Menambah Jumlah Elektroda Batang**

Untuk tower nomor 188, dengan tahanan pentanahan awal sebesar 8,29 Ω, dilakukan penambahan elektroda batang. Dengan menambah 4 elektroda batang tambahan, sehingga total menjadi 6 elektroda batang yang ditancapkan ke dalam tanah dan dihubungkan secara paralel, nilai tahanan pentanahan berhasil diturunkan menjadi 2,76 Ω.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian nilai tahanan pentanahan tower transmisi SUTT 150 kV dari gardu induk Indarung ke gardu induk Pauh Limo Padang dapat disampaikan beberapa saran :

1. Mempercepat Jadwal pemeliharaan rutin terhadap pentanahan tower.
2. Apabila terdapat nilai tahanan pentanahannya yang diatas standar harus dilakukan secepat mungkin perbaikan sistem pentanahannya.
3. Menambah panjang elektroda batang dan menambah jumlah elektroda batang dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk menurunkan nilai tahanan pentanahannya.
4. Agar nilai tahanan pentanahan bisa lebih kecil, dapat ditambahkan bahan bentonit.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Pranatali, G. Gunawan, and D. Nugroho, ‘Analisa Kelayakan Pentanahan Tower Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150kV Jelok – Bringin Menggunakan Metode Komparasi’, *JTEV J. Tek. Elektro Dan Vokasional*, vol. 8, no. 2, p. 370, Aug. 2022, doi: 10.24036/jtev.v8i2.114321.

[2] H. A. Sano and F. Murdiya, ‘ANALISA SISTEM PROTEKSI PETIR PADA SUTT 150 KV MENGGUNAKAN SOFTWARE ATP’, vol. 5, no. 1, 2018.

[3] C.-K. Chang and M. A. F. Hassan, ‘Application of Low Voltage High Resistance Grounding in Nuclear Power Plants’, *Nucl. Eng. Technol.*, vol. 48, no. 1, pp. 211–217, Feb. 2016, doi: 10.1016/j.net.2015.08.008.

[4] N. H. Saputro, ‘PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA’.

[5] J. M. Tambunan and H. Mulyono, ‘Reposisi dan Penggantian Menara Transmisi 150 kV’, *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 2, p. 87, Jan. 2020, doi: 10.24912/tesla.v21i2.7179.

[6] Z. Zulhajji and S. Wahyuni, ‘SISTEM PEMBUMIAN MENARA SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI 150 KV RUTE PAREPARE-BALUSU’, *J. Media Elektr.*, vol. 19, no. 1, p. 7, Dec. 2021, doi: 10.26858/metrik.v19i1.26286.