

**ANALISIS PENTANAHAN TOWER TRANSMISI PT.PLN
UIP3B SUMATERA GI-SIBOLGA 150 KV**

SKRIPSI

OLEH:

MARTIN HUTAURUK

19.812.0049



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 2/6/24

Access From (repository.uma.ac.id)2/6/24

ANALISIS PENTANAHAN TOWER TRANSMISI PT.PLN UIP3B SUMATERA GI-SIBOLGA 150 KV

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh :

**Marttin Hutauruk
198120049**

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

i

Document Accepted 2/6/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)2/6/24

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi adalah salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Judul Skripsi : Analisis Pentanahan Tower Transmisi PT. PLN UIP3B
SUMATERA GI-SIBOLGA 150 KV

Nama : Martin Hutauruk
NPM : 19.812.0049
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Dina Maizana M.T
Pembimbing



Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T

Dekan



Ir. Habib Satria, M.T., IPM

Ka. Prodi

Tanggal Lulus : _____

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Februari 2024

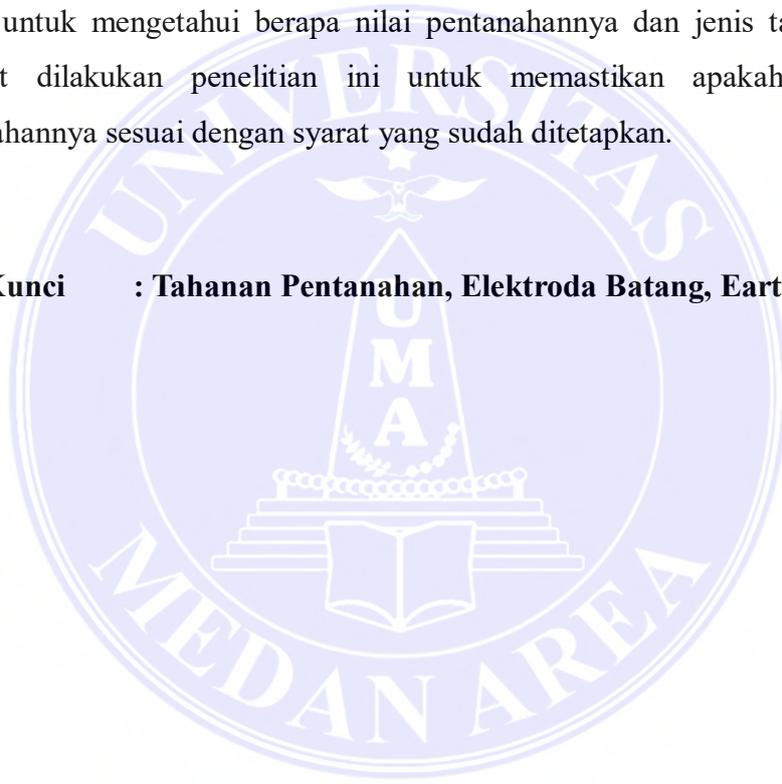


Martin Hutauruk
NPM.19.812.0049

Abstrak

Grounding adalah sarana perlindungan listrik terhadap gangguan eksternal atau internal. Salah satu gangguannya adalah petir, resistansi pentanahan yang tinggi pada kaki menara dapat menyebabkan isolator terangkat, yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik. Oleh karena itu, dilakukan upaya untuk membuat sistem pentanahan pada dasar menara transmisi dengan nilai pentanahan serendah mungkin atau kurang dari 10 ohm. Hasil nilai tahanan pada GI-Sibolga sebesar 6,2 ohm serta jenis tanahnya tanah pasir basah, tujuannya adalah untuk mengetahui berapa nilai pentanahannya dan jenis tanahnya, serta manfaat dilakukan penelitian ini untuk memastikan apakah benar nilai pentanahannya sesuai dengan syarat yang sudah ditetapkan.

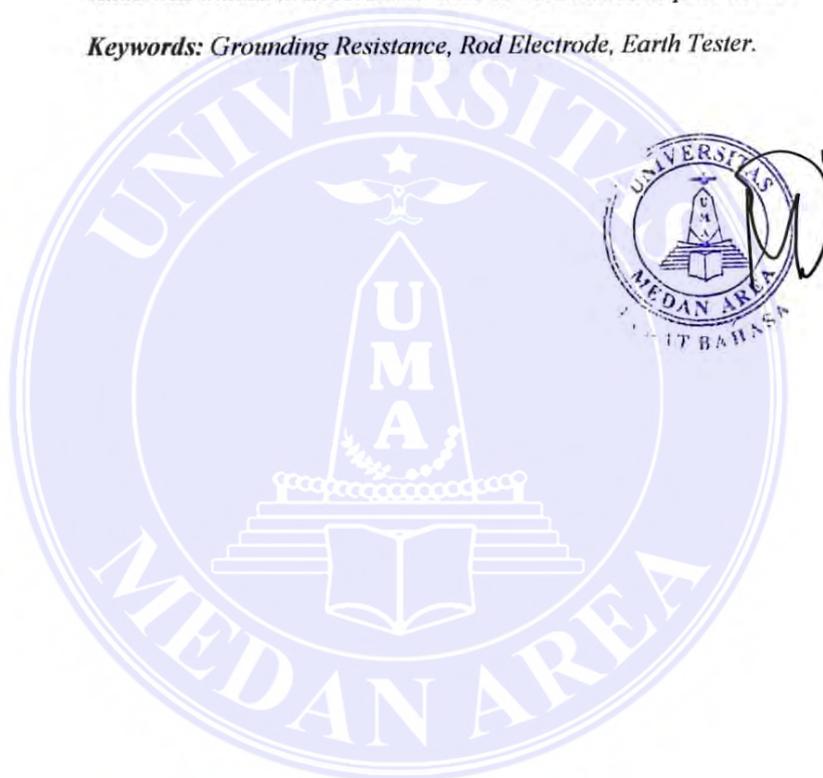
Kata Kunci : Tahanan Pentanahan, Elektroda Batang, Earth Tester.



Abstract

Grounding is a means of protecting electrical systems from external or internal disturbances. One of disturbances is lightning; high grounding resistance at the tower's base can cause insulators to lift, resulting in damage to electrical equipment. Therefore, efforts were made to create a grounding system at the base of transmission towers with a resistance value as low as possible or less than 10 ohms. The resistance value obtained at GI-Sibolga is 6.2 ohms, with the soil type being wet sandy soil, the purpose was to determine the grounding value and soil type, and the benefits of conducting this research to ensure whether the grounding value was indeed in accordance with the established requirements.

Keywords: *Grounding Resistance, Rod Electrode, Earth Tester.*



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Martin Hutauruk

NPM : 19.812.0019

Program Studi : Teknik Elektro

Elektro Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty- Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Analisis Pentanahan Tower Transmisi PT. PLN UIP3B SUMATERA GI-SIBOLGA 150 KV”.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal :

Yang menyatakan



(Martin Hutauruk)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

I. Data Pribadi

Nama : Martin Hutaaruk
Tempat Tanggal Lahir : Aek Tolang, 23 Maret 2001
Agama : Kristen
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : JL. Kutilang, Aek Tolang, No.20
Anak Ke : 3 (Tiga) dari 4 (Enam) Bersaudara

II. Identitas Orang Tua

Nama Ayah : Godliger Hutaaruk
Pekerjaan Ayah : Wiraswasta
Nama Ibu : Rusmaida Butarbutar
Pekerjaan Ibu : PNS

III. Riwayat Pendidikan

Tahun 2007-2013 : SDN 085120
Tahun 2013-2016 : SMPN 1 Tukka
Tahun 2016-2019 : SMKN 3 Sibolga
Tahun 2019-2024 : Program Studi S1 Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Universitas Medan Area

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis diberikan kesehatan, kekuatan, pengetahuan, dan kesempatan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

Tema yang dipilih dalam penelitian ini adalah “Analisis Pentanahan Tower PT.PLN UIP3B SUMATRA 150 KV”. Skripsi ini disusun guna menyelesaikan program pendidikan Strata 1 program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan, baik moral maupun material dari berbagai pihak, dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis yang selalu memanjatkan do'a dan dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area
3. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom,M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T., IPP, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro
5. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, M.T., selaku dosen pembimbing skripsi ini, yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam penyusunan Skripsi hingga selesai.
6. Teristimewa kepada kedua orang tua saya dan saudara-saudara yang telah memberikan motivasi, bimbingan, tenaga dan doa kepada penulis sehingga saya bisa sampai pada tahap ini.
7. Seluruh staff pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi Teknik Elektro. Rekan-rekan kelas terkhususnya buat Teknik Elektro angkatan 2019 yang telah banyak memberikan kenangan manis dan persahabatan yang baik.
8. Teman-teman sekontrakan atas kebersamaan dan dukungan mengerjakan Skripsi ini.

Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini nantinya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun bagi dunia usaha dan pemerintah. Akhirnya kembali penulis ucapkan Terima Kasih semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, sehingga dapat bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.



Medan, 24 Oktober 2023

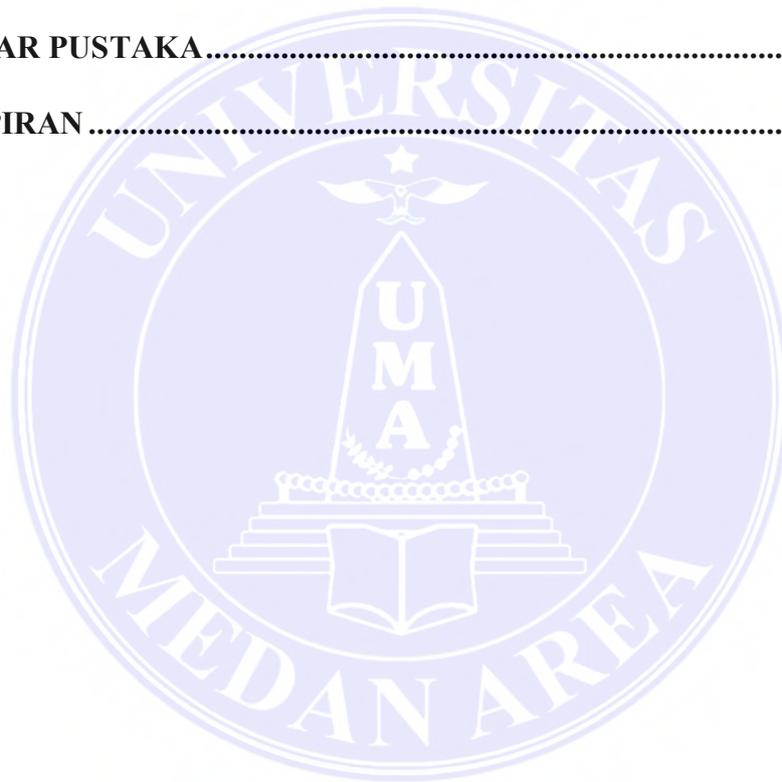
Hormat Penulis

Martin Hutauruk

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II LANDASAN TEORI.....	3
2.1 Tower Transmisi.....	3
2.2 Bagian yang Ditanahkan.....	4
2.3 Bagian-bagian Tower.....	5
2.4 Komponen Penting Sistem Pentanahan.....	7
2.5 Komponen Pentanahan.....	11
2.6 Tahanan Jenis Tanah.....	16
2.7 Proteksi Pentanahan Kaki Tower.....	17
BAB III METEDOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Instrumen Penelitian.....	19
3.2.1 Earth Tester.....	19
3.2.2 Kabel Penghubung Elektroda Batang.....	20
3.2.3 Kabel Penghubung Elektroda Bantu 1.....	20
3.2.4 Kabel Penghubung Elektroda 2.....	21
3.2.5 Elektroda Bantu.....	21
3.3 Prosedur Penelitian.....	22
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	22

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL.....	23
4.1 Pengukuran Tahanan Pentanahan di GI – Sibolga.....	23
4.2 Metode Pengukuran.....	23
4.3 Prosedur Pengukuran.....	24
4.4 Perhitungan Pentanahan	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ground rod	6
Gambar 2.2. Pondasi Normal	7
Gambar 2.3. Pondasi Rock.....	7
Gambar 2.4. Pondasi Spesial.....	8
Gambar 2.5. Leg.....	8
Gambar 2.6. Halaman Tower	8
Gambar 2.7. Batang Pembumian Tunggal	10
Gambar 2.8. Batang Pembumian Pararel.....	11
Gambar 2.9. Sistem Multi Grounding.....	11
Gambar 2.10. Kabel Grounding	12
Gambar 2.11. Elektroda Pentanahan.....	14
Gambar 2.12. Elektroda Batang	15
Gambar 2.13. Elektroda Pita	26
Gambar 2.14. Elektroda Plat	17
Gambar 3.1. Earth Tester.....	19
Gambar 3.2. Kabel Penghubung Batang	20
Gambar 3.3. Kabel Penghubung Elektroda Bantu 1	20
Gambar 3.4. Kabel Penghubung Elektroda Bantu 2.....	21
Gambar 3.5. Elektroda Bantu	21
Gambar 3.6. Flowchart.....	23
Gambar 4.1. Pengujian Pentanahan Dengan Earth Tester.....	24
Gambar 4.2. Penggunaan 4 Elektroda Batang.....	42

Gambar 4.3. Penggunaan 4 Elektroda Batang.....	44
Gambar 4.4. Penggunaan 4 Elektroda Batang.....	46
Gambar 4.5. Penggunaan 4 Elektroda Batang.....	48
Gambar 4.6. Penggunaan 4 Elektroda Batang.....	50
Gambar 4.7. Penggunaan 4 Elektroda Batang.....	52



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tahanan Jenis Tanah	15
Tabel 2.2. Nilai Pentanahan Tanah	16
Tabel 4.1. Nilai Tahanan Tiap Kaki Tower.....	27



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok bagi kemajuan negara secara umum. Energi listrik saat ini menjadi salah satu kebutuhan manusia yang sangat penting. Kebutuhan energi listrik meningkat setiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Meningkatnya kebutuhan listrik harus diimbangi dengan perbaikan sistem ketenagalistrikan Indonesia. Grounding merupakan suatu sistem yang biasa digunakan dalam dunia ketenagalistrikan, dirancang untuk melindungi perangkat listrik dan orang disekitarnya dari gangguan. Sistem kelistrikan diperlukan untuk menyalurkan tenaga listrik dari suatu sumber energi kepada konsumen. Sistem jaringan listrik ini terdiri dari saluran transmisi, termasuk saluran transmisi 150 KV.

Saluran transmisi merupakan bagian yang sering mengalami gangguan. Gangguan yang dimaksud selain yang berasal dari luar atau dari alam, termasuk gangguan yang disebabkan oleh sambaran petir pada saluran transmisi, karena saluran transmisi bersentuhan langsung dengan lingkungan luar. Ini termasuk paparan udara, air hujan, dan matahari, yang tersebar di berbagai ruang terbuka dan berfungsi di semua kondisi. Jika terjadi masalah pada salah satu bagian jaringan transmisi, maka bagian jaringan transmisi lainnya juga ikut terkena dampaknya. Hal ini akan mengganggu dan merusak jalur transmisi utama dan saluran distribusi gardu induk. Transmisi dan distribusi merupakan suatu kesatuan yang perlu dikelola dengan baik. Untuk menghindari gangguan, maka perlu dilakukan pembumian pada kaki-kaki tower transmisi, yaitu ground.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakah nilai pentanahan pada tower transmisi?
2. Bagaimana jenis tanah pada GI-SIBOLGA?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui nilai pentanahan pada tower transmisi 150 kv.
2. Mengetahui jenis tanah

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun yang menjadi manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui jenis tanah pada pentanahan dan tanahan jenis tanah.
2. Mengetahui sistem pentanahan pada tower transmisi 150 kv GI-Sibolga.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tower Transmisi

Menara transmisi atau tiang listrik adalah struktur tinggi, biasanya menara baja, yang digunakan untuk mengoperasikan jaringan tegangan tinggi. Kutub ini digunakan pada sistem AC dan DC tegangan tinggi, dan memiliki berbagai bentuk dan ukuran, rata-rata tinggi menara transmisi antara 15 – 55 m, hingga tertinggi mencapai 370 m.

Sistem pentanahan merupakan faktor penting untuk mengamankan dan melindungi sistem kelistrikan jika terjadi gangguan yang disebabkan oleh arus lebih dan tegangan lebih. Ketika terjadi gangguan pada sistem kelistrikan, keberadaan sistem grounding menyebabkan arus gangguan cepat dialirkan ke tanah dan menyebar ke segala arah. Arus gangguan ini menciptakan gradien tegangan antara perangkat. Besar kecilnya gradien tegangan di permukaan bumi tergantung pada tahanan jenis tanah. Salah satu upaya untuk mengurangi gradien tegangan di permukaan bumi adalah dengan menempatkan elektroda arde didalam tanah. Untuk mengetahui secara pasti nilai tahanan jenis tanah, maka pengukuran harus dilakukan langsung di lokasi pemasangan sistem pentanahan, karena sebenarnya struktur tanah tidak sesederhana yang diharapkan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama (Hutaaruk, 1991).

Sistem pentanahan merupakan salah satu faktor penting dalam mengamankan dan melindungi sistem kelistrikan apabila terjadi gangguan arus lebih dan tegangan lebih. Ketika terjadi gangguan pada jaringan listrik, keberadaan jaringan grounding menyebabkan arus gangguan cepat disalurkan ke jaringan listrik.

Tujuan utama pembumian adalah untuk menyediakan jalur dengan resistansi rendah ke permukaan bumi terhadap gelombang listrik dan lonjakan tegangan. Penerangan, arus listrik, peralihan sirkuit, dan pelepasan muatan listrik statis adalah penyebab umum lonjakan arus listrik, sistem grounding yang efektif meminimalkan efek tersebut.

Tujuan sistem pentanahan :

1. Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan.
2. Menyediakan jalur aliran arus yang memungkinkan deteksi koneksi yang tidak diinginkan antara kedua sistem konduktor dan tanah. Deteksi ini akan menyebabkan penyalan otomatis tegangan kabel untuk beroperasi.

Ciri-ciri sistem pentanahan yang efektif :

1. Terencana dengan baik, semua sistem sambungan harus dirancang terlebih dahulu sesuai dengan aturan yang tepat.
2. Inspeksi visual dapat dilakukan.
3. Menghindarkan gangguan yang terjadi pada arus listrik dari perangkat.
4. Semua komponen logam harus dibumikan untuk meminimalkan aliran arus melalui bahan yang menghantarkan potensi listrik yang sama.

2.2 Bagian yang Ditanahkan

Dalam suatu kelistrikan ada empat bagian yang perlu dibumikan, empat bagian sistem kelistrikan antara lain:

1. Seluruh elemen sistem terbuat dari logam (penghantar listrik) dan mudah disentuh oleh manusia. Hal ini diperlukan agar potensi logam yang mudah disentuh manusia selalu sesuai dengan potensi tanah (bumi) tempat manusia berdiri dan tidak menimbulkan bahaya bagi siapa pun yang menyentuhnya.



Gambar 2.1 : Ground rod (NFPA 70-2000)

2. Bagian pembuangan muatan listrik (bagian bawah) dari *lightning arrester*. Hal ini diperlukan agar lightning arrester dapat berfungsi dengan baik, yaitu membuang muatan listrik yang diterimanya dari petir ke tanah (bumi) dengan lancar.
3. Penangkal petir pada saluran transmisi. Penangkal petir ini juga berfungsi sebagai penangkal petir, karena letaknya di sepanjang saluran transmisi maka seluruh kaki pada tiang transmisi harus dibumikan agar petir yang menyambar penangkal petir dapat dengan aman dialirkan melalui kaki tiang transmisi tersebut ke bumi.
4. Titik netral dari transformator atau titik netral dari generator. Hal ini diperlukan dalam kaitan dengan keperluan proteksi khususnya yang menyangkut gangguan hubung tanah. Dalam praktik diinginkan agar tahanan pentanahan dari titik-titik pentanahan tersebut tidak melebihi 4 ohm. Secara teoretis, tahanan dari tanah atau bumi adalah nol karena luas penampang bumi tak terhingga. Namun kenyataannya tidak demikian, artinya nilai resistansi tanah tidak nol. Hal ini terutama disebabkan oleh adanya resistansi antara perangkat pembumian dan tanah tempat perangkat dipasang (dalam tanah).

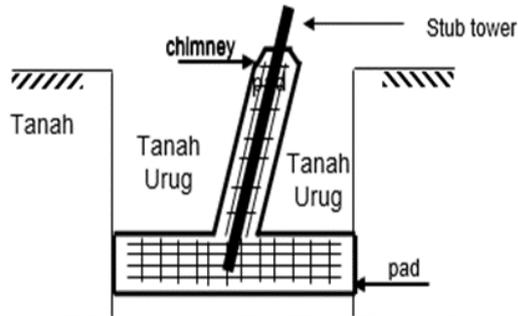
2.3 Bagian-bagian Tower

a. Pondasi

Pondasi adalah suatu struktur beton bertulang yang menghubungkan dasar menara dengan tanah. Jenis pondasi menara bervariasi tergantung pada kondisi tanah dimana menara berdiri dan beban yang ingin ditopangnya. Pondasi menara tarik lebih kuat/besar dibandingkan dengan menara gantung.

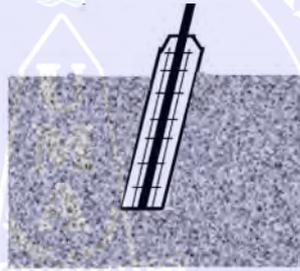
Jenis pondasi :

1. Normal dipilih untuk daerah yang dinilai cukup keras tanahnya



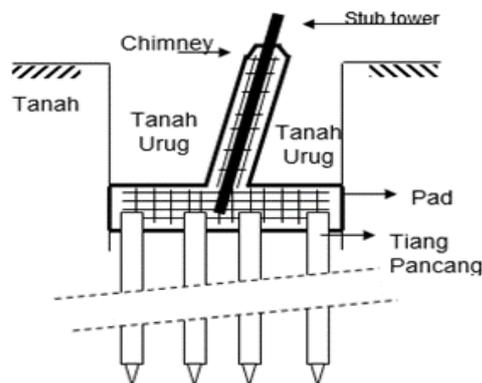
Gambar 2.2 : Pondasi Normal (PT. PLN Persero)

2. Rock : drilled untuk daerah berbatuan



Gambar 2.3 : Pondasi Rock (PT. PLN Persero)

3. Spesial : pancang (fabrication dan casing) dipilih untuk daerah yang lembek/tidak keras sehingga harus diupayakan mencapai tanah keras yang lebih dalam.



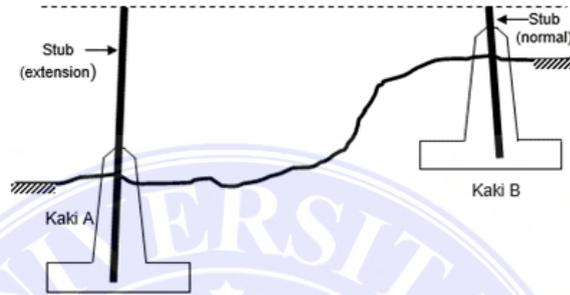
Gambar 2.4 : Pondasi Spesial (PT. PLN Persero)

b. Leg

Leg adalah kaki tower yang terhubung antara stub dengan *body tower*. Pada tanah yang tidak rata perlu dilakukan penambahan atau pengurangan tinggi *leg*. Sedangkan body harus tetap sama tinggi permukaannya.

Pengurangan leg ditandai : -1; -2; -3

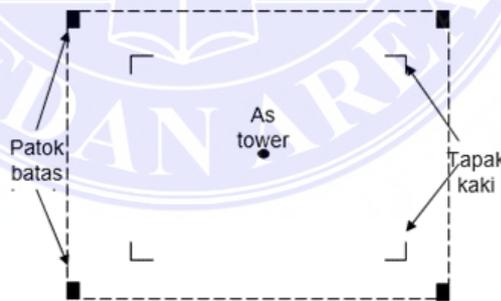
Penambahan leg ditandai : +1; +2; +3



Gambar 2.5 : Leg (PT. PLN Persero)

c. Halaman Tower

Halaman tower adalah daerah tapak tower yang luasnya diukur dari proyeksi keatas tanah galian pondasi. Biasanya antara 3 hingga 8 meter diluar stub tergantung pada jenis tower.



Gambar 2.6 : Halaman Tower (PT. PLN Persero)

2.4 Komponen Penting Sistem Pentanahan

1. Konduktor elektroda grounding

Biasanya dibuat dari tembaga atau baja terikat tembaga, konduktor elektroda grounding harus cukup besar untuk menahan arus gangguan maksimum yang tersedia selama waktu pembersihan maksimum.

2. Koneksi grounding

Terminal arde digunakan untuk menghubungkan elemen-elemen sistem elektroda secara bersama-sama.

3. Elektroda grounding

Elektroda pembumian menyediakan sambungan fisik ke bumi dan merupakan alat yang digunakan untuk mengalirkan arus ke bumi. Ada dua jenis elektroda utama yaitu :

- a. Elektroda natural adalah intrinsik untuk fasilitas dan termaksud pipa air bawah tanah logam, rangka logam bangunan (secara efektif di ground) dan tulangan pada pondasi beton.
- b. Elektroda buatan dipasang secara khusus untuk meningkatkan kinerja sistem tanah dan termaksud jerat kawat, pelat logam, konduktor tembaga yang terkubur dan batang atau pipa yang digerakkan ke tanah batang tanah adalah elektroda yang paling banyak digunakan.

4. Elektroda untuk ketanahan tanah

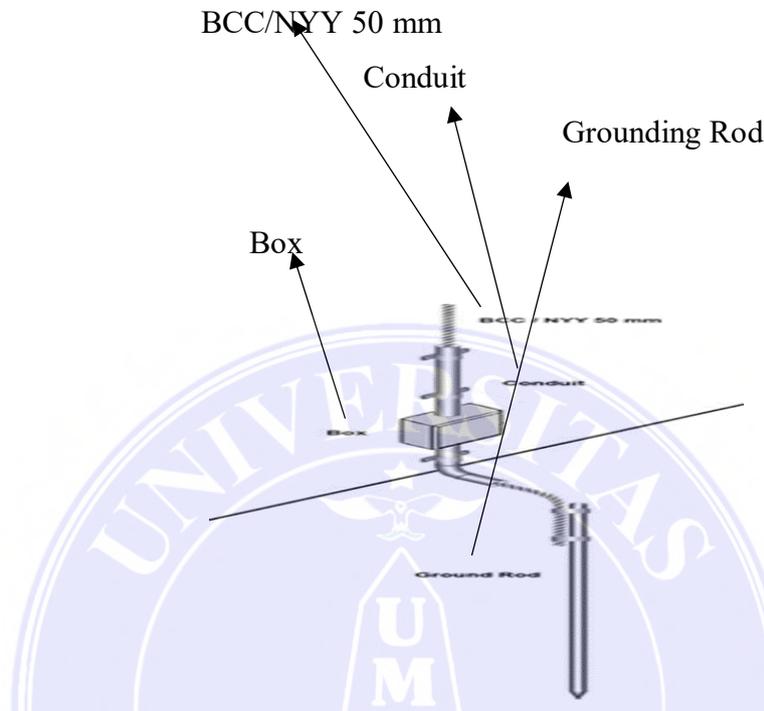
Jumlah permukaan tongkat grounding atau arde (ground rod) dan penggantian tongkat adalah faktor pengendali. Penggantian diameter mengurangi resistansi hanya 10% dan hemat biaya.

5. Tanah

Resistifitas tanah diukur dalam ohm-sentimeter atau ohm-meter, tanah memainkan peran penting dalam menentukan kinerja keseluruhan sistem grounding dan harus diketahui sebelum sistem grounding yang tepat di rekayasa. Sistem grounding akan membawa arus yang sedikit atau tidak ada dalam jangka waktu yang lama sampai grounding akan bekerja membawa arus gangguan dan menyalurkan ke bumi (tanah).

Berikut bentuk sistem pembumian antara lain yaitu :

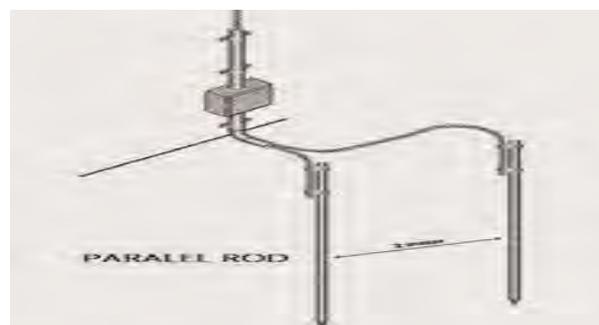
1. Batang Pembumian Tunggal



Gambar 2.7 : Batang Pembumian Tunggal (PUIL 2000 : 68)

Sistem grounding yang hanya terdiri atas satu buah titik penancapan batang (rod) pelepasan arus atau ground rod di dalam tanah dengan kedalaman tertentu (misalnya 6 meter). Untuk daerah yang memiliki karakteristik tanah yang konduktif, umumnya mudah untuk mendapatkan tahanan sebaran tanah dibawah 5 ohm dengan satu buah ground rod.

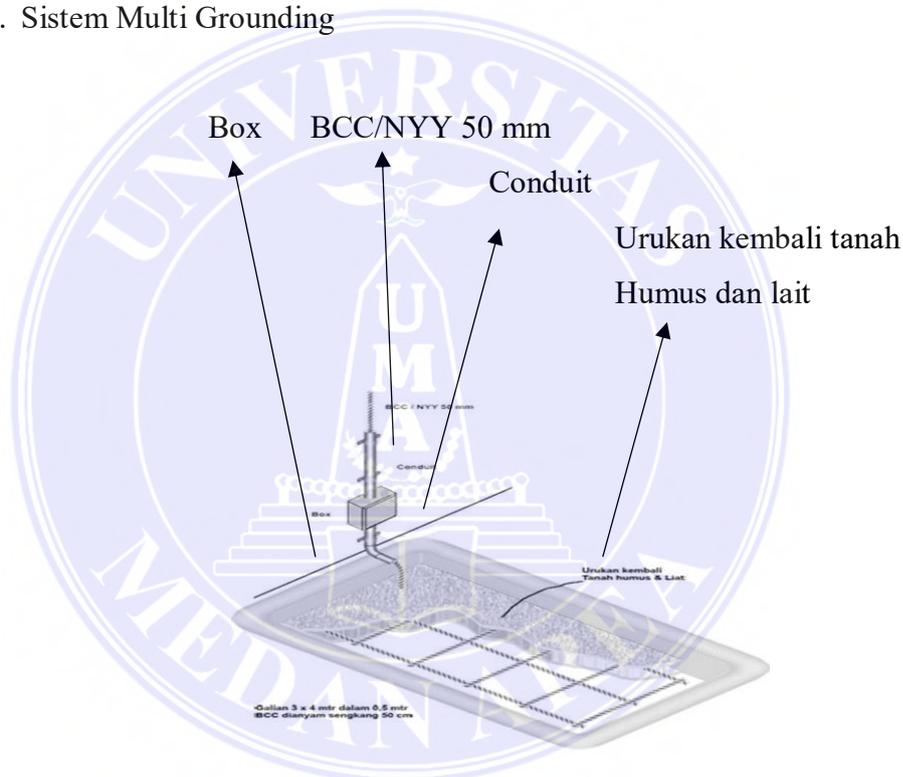
2. Batang Pembumian Pararel.



Gambar 2.8 : Batang Pembumian Paralel (PUIL 2000 : 68)

Jika sistem *single grounding rod* masih memberikan hasil kurang baik (nilai tahanan sebaran >5 ohm), maka perlu ditambahkan *ground rod* ke dalam tanah yang jarak antar batang minimal 2 meter dan dihubungkan dengan kabel BC/BCC. Penambahan ground rod dapat juga ditanamkan dengan kedalaman tertentu, bisa disekitar bangunan membentuk cincin atau cakar ayam. Teknik kedua ini bisa diterapkan secara bersamaan dengan acuan tahanan sebaran/tahanan kurang dari 5 ohm setelah pengukuran dengan ground tester.

3. Sistem Multi Grounding



Gambar 2.9 : Sistem Multi Grounding (PUIL 2000 : 68)

Bila didapati kondisi tanah yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

1. Kering atau air dalam tanah
2. Kandungan logam sedikit
3. Basa (berkapur)
4. Pasir dan berpori

Oleh karena itu, menggunakan dua metode sebelumnya akan sulit dan kemungkinan besar kegagalan mencapai resistansi yang rendah. Oleh karena itu, teknik yang digunakan adalah mengganti tanah dengan tanah yang memiliki sifat menyimpan udara atau dengan garam mineral yang sangat konduktif. Ground rod disambungkan ke area logam dan terdapat kabel penghubung antar ground rod-nya. Tanah yang mengandung humus, kotoran hewan dan tanah liat pada padi cukup memenuhi standar konduktivitas tanah yang baik. Adapun cara pembuatannya adalah. Letak titik ground rod dibor dengan lebar sekitar 2 inci ($\approx 0,0508$ meter) atau lebih, Kemudian diisi dengan tanah humus sampai penuh, kemudian diisi udara lalu ground rod dimasukkan, dan kemudian kawat penghubung antar ground rod yang sudah terpasang kabel penghubung (BC) ditimbun kembali dengan tanah humus.

2.5 Komponen Pentanahan

1. Penghantar Pentanahan

Konduktor pembedahan disambungkan ke seluruh bagian logam pada peralatan listrik maupun ke bagian bangunan yang mempunyai penyangga logam atau struktur penyangga kabel logam. Konduktor pentanahan membawa arus gangguan tanah yang tinggi dan tahan lama menyebabkan tanpa kenaikan suhu yang berlebihan.



Gambar 2.10 : Kabel Grounding (S-PLN,2014)

2. Bus Pentanahan

Untuk membatasi tegangan, diperlukan rangkaian resistansi rendah untuk arus gangguan tanah. Luas penampang *ground bar* bergantung pada besarnya arus dan lamanya arus hubung singkat yang mengalir ke tanah, yang dibatasi oleh suhu maksimum yang diperbolehkan. Kenaikan suhu yang disyaratkan

untuk setiap sambungan akan berbeda. Untuk sambungan dengan baut, kenaikan suhu maksimum adalah 250°C bila suhu permulaan 26°C . Sedangkan untuk sambungan las kenaikan suhu maksimumnya adalah 450°C .

Arus yang digunakan dalam perhitungan bergantung pada sistem *ground* netral. Untuk sistem impedansi yang tidak dibumikan atau, arus gangguan adalah arus gangguan fasa ke fasa. Untuk *grounding* bebas impedansi, arus hubung singkat tiga fasa digunakan untuk perhitungan. Ukuran penampang rel pentanahan tidak boleh kurang dari 70 mm^2 , untuk gardu induk besar atau pusat pembangkit, ukuran terbesar tidak perlu dari 250 mm^2 . Untuk penampang 90 mm^2 digunakan di pabrik industri dan gardu induk kecil (PUIL 2000).

Pemasangan bus pentanahan didasarkan atas petunjuk sebagai berikut :

(PUIL 2000)

- a. Bus pentanahan harus dipasang di sekeliling bangunan. Pada bangunan dengan struktur baja, ground bar harus disambungkan ke penyangga baja terluar, pada bangunan yang sangat besar, ground bar harus berbentuk balok. Batang arde harus disambungkan ke elektroda arde setiap 60 meter (200 kaki) atau kurang.
 - b. Bus pentanahan harus dilindungi dari kerusakan mekanis dan jika digunakan untuk melindungi kabel tanah, setidaknya kedua ujungnya harus dihubungkan ke bus.
 - c. Sambungan-sambungan *ground* tidak dapat dibuat dengan sekrup tetapi harus di solder.
3. Elektroda Pembumian
- Elektroda pembumian yang tertanam didalam tanah dalam bentuk batang, tabung, plat atau konduktor dengan dimensi dan ketebalan bahan yang sesuai. Elektroda harus terbuat dari bahan tahan korosi seperti tembaga atau baja berlapis tembaga.



Gambar 2.11 : Elektroda Pentanahan (S-PLN,2014)

Beberapa macam elektroda pentanahan yang bisa dipakai seperti elektroda batang, elektroda pita, dan elektroda plat.

a. Elektroda Batang

Elektroda batang adalah elektroda berbentuk pipa, batangan profil atau logam lainnya yang ditancapkan secara vertikal ke dalam tanah pada kedalaman 1 sampai 10 meter. Grounding ini paling umum digunakan karena menawarkan banyak keunggulan dibandingkan penggunaan elektroda lain. Semakin lama batang elektroda berada di dalam tanah, maka resistansi kontakannya dengan tanah akan semakin rendah karena berkurangnya resistansi tanah dan bertambahnya luas permukaan tanah yang terkena elektroda. Untuk menentukan tahanan pentanahan dengan elektroda batang digunakan rumus (S-PLN,2014).

$$R = \rho \frac{L}{\pi L} \left(\ln \frac{2L}{a} - 1 \right) \dots\dots\dots (2.1)$$

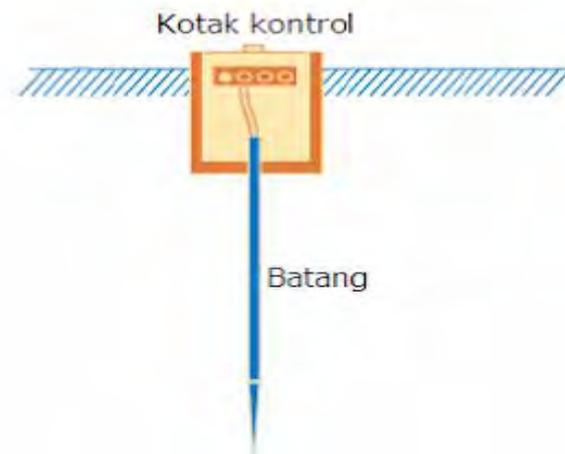
Dimana :

R = tahanan pbumian Elektroda batang [Ω]

ρ = tahanan jenis tanah [$\Omega.m$]

L = panjang elektroda yang tertanam [m]

a = Jari-jari elektroda pentanahan [m]



Gambar 2.12 : Elektroda Batang (S-PLN,2014)

b. Elektroda Pita

Elektroda pita adalah elektroda yang terdiri dari konduktor berbentuk pita atau melingkar dengan penampang melintang atau konduktor tepuntir, biasanya tersusun rata. Dengan batang elektroda, yang biasanya tertanam di dalam, penyisipan ke dalam lapisan tanah berbatu menjadi masalah, panduannya juga sulit, dan juga masalah untuk mencapai nilai resistansi yang rendah. Ternyata, alih-alih menancapkan batangnya secara vertikal ke tanah, anda juga bisa memasukkan secara horizontal dan rata. Oleh karena itu apabila terjadi gangguan tanah pada permukaan bumi, maka tegangan yang terjadi merata pada tahanan tanah untuk elektroda pita, yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (S-PLN,2014) :

$$R = \frac{\rho}{\pi L} \left(\ln \frac{2L}{d} \right) \dots\dots\dots (2.2)$$

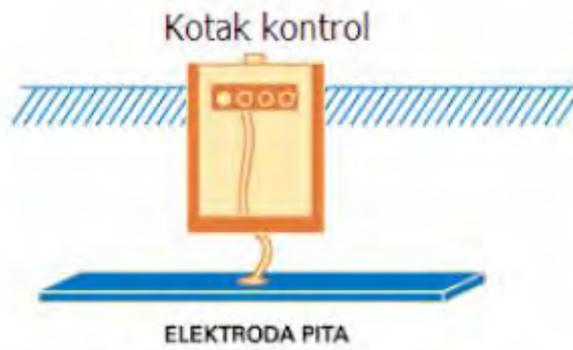
Dimana :

R = tahanan pbumian Elektroda pita [Ω]

ρ = tahanan jenis tanah [$\Omega \cdot m$]

L = panjang elektroda pita yang tertanam [m]

d = lebar pita/ diameter elektroda pita kalau bulat [m]



Gambar 2.13 : Eelektroda Pita (S-PLN,2014)

c. Elektroda Plat

Elektroda plat adalah elektroda yang terbuat dari pelat logam. Setelah perakitan, elektroda ini dapat diposisikan secara vertikal atau horizontal tergantung pada aplikasinya. Bila digunakan sebagai elektroda grounding, pemasangannya dilakukan secara vertikal hingga kedalaman 1 meter dibawah permukaan tanah, dari atas pelat. Bila digunakan sebagai elektroda kontrol, yaitu untuk mengatur kecuraman tegangan gradien untuk menghindari tegangan puncak yang besar dan berbahaya, pelat elektroda ditempatkan secara horizontal. Untuk menghitung tahanan pentanahan pelat elektroda digunakan rumus (S-PLN,2014) :

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(1 + 1,84 \frac{b}{t}\right) \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

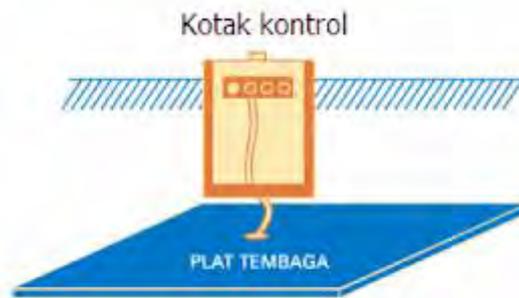
R = tahanan pembumian Elektroda plat [Ω]

ρ = tahanan jenis tanah [$\rho. m$]

L = panjang elektroda plat [m]

b = lebar plat [m]

t = kedalaman plat tertanam dari permukaan tanah [m]



Gambar 2.14 : Elektroda Plat (S-PLN,2014)

2.6 Tahanan Jenis Tanah

Tahanan jenis tanah sangat menentukan tahanan pentanahan dari elektroda pentanahan. Resistansi tanah dinyatakan dalam ohm-meter, yang menentukan tahanan tanah tidak hanya bergantung pada jenis tanah saja, tetapi juga dipengaruhi oleh kadar air, kandungan mineral, dan suhu (suhu tidak berpengaruh jika berada di atas titik beku air). Oleh karena itu, resistivitas tanah dapat bervariasi dari suatu tempat ke tempat lain tergantung pada sifat-sifatnya. Tabel berikut menunjukkan tahanan jenis tanah yang di Indonesia (PUIL,2000).

Tabel 2.1 : Tahanan Jenis Tanah (PUIL,2000)

No	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (ohm-m)
1	Tanah rawa	30
2	Tanah liat dan tanah lading	100
3	Pasir basah	200
4	Kerikil basah	500
5	Pasir dan kerikil kering	1000
6	Tanah berbatu	3000

2.7 Proteksi Pentanahan Kaki Tower

Indonesia merupakan negara dengan wilayah yang mempunyai kepadatan petir yang relatif tinggi, sehingga resiko terjadinya gangguan petir pada jaringan transmisi cukup tinggi. Adapun banyak cara untuk mencegah atau mengurangi gangguan aliran listrik akibat sambaran petir seperti, memasang kabel arde pada kabel fasa, mengurangi resistansi kaki menara, memasang penahan lonjakan arus, dll. Resistansi rendah pada dasar menara dapat dicapai dengan menggunakan satu batang arde tambahan dan sistem pemberat. Pilihan penggunaan ground rod atau sistem counterpoise bergantung pada jenis tahanan tanah dimana menara berada (PUIL,2000).

Tabel 2.2 : Nilai Pentanahan Tanah (PUIL,2000)

Nilai Pentanahan	Menurut SPLN13-78 No.10B dan SPLN7-78 No.14C
Sistem 70 KV	10 Ω
Sistem 150 KV	10 Ω
Sistem 500 KV	10 Ω

BAB III

METEDOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini dilaksanakan di PT. PLN (PERSERO) UIP3B SUMATRA UNIT PELAKSANA TRANSMISI PEMATANG SIANTAR GI-SIBOLGA pada bulan Desember sampai bulan Januari.

3.2 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini, ada beberapa alat yang digunakan dalam proses pengukuran (pengambilan data) yaitu sebagai berikut :

1. Earth tester
2. Alat pelindung diri (APD)
3. 2 buah Elektroda bantu
4. Tang
5. kabel hijau +5 Meter beserta Test Lead dan Clip 1 buah
6. kabel kuning +10 Meter beserta Test Land dan Clip 1 buah
7. kabel merah +5 Meter beserta Test Land dan Clip 1 buah

perancangan alat ukur earth tester menggunakan tiga batang elektroda yaitu elektroda *Earth* (hijau), elektroda potensial (kuning), dan elektroda *curent* (merah). Tujuan penggunaan tiga batang elektroda adalah untuk mengetahui sejauh mana tahanan dapat mengalirkan arus listrik. Dalam alat ukur tahanan tanah terdapat beberapa bagian penyusunnya, antara lain rangkaian osilator, rangkaian tegangan input, rangkaian arus input, mikrikontroler dan rangkaian penampil.

3.2.1 Earth Tester

Earth Tester adalah alat yang digunakan untuk mengukur tahanan tanah, nilai resistansi pentanahan sangat penting sebelum melakukan grounding suatu sistem pengaman pada suatu sistem kelistrikan. Alat ini dilengkapi dengan segmen yang memudahkan penyimpanan data pengukuran.



Gambar 3.1 : Earth Tester

3.2.2 Kabel Penghubung Elektroda Batang

Kabel penghubung batang biasanya digunakan untuk menjepit elektroda batang yang akan di ukur menggunakan Earth Tester, untuk panjang kabel ini lebih pendek dari panjang kabel penghubung lainnya.



Gambar 3.2 : Kabel Penghubung Elektroda Batang

3.2.3 Kabel Penghubung Elektroda Bantu 1

Kabel penghubung Elektroda bantu memiliki panjang 2 kali panjang kabel penghubung elektroda sebelumnya dan biasanya disebut kabel katoda.



Gambar 3.3 : Kabel Penghubung Elektroda Bantu 1

3.2.4 Kabel Penghubung Elektroda Bantu 2

Kabel penghubung elektroda bantu 2 biasanya tempatnya diantara kedua elektroda batang dan elektroda bantu 1, panjang kabel penghubung ini lebih panjang dari kabel penghubung elektroda batang dan kabel ini disebut dengan kaki katoda.



Gambar 3.4 : Kabel Penghubung Elektroda Bantu 2

3.2.5 Elektroda Bantu

Elektroda bantu sebagai pembanding dari elektroda utama untuk mendapatkan nilai tahanan tanah.



Gambar 3.5 : Elektroda Bantu

3.3 Prosedur Penelitian

1. Studi Literatur

Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian dengan metode pengumpulan data dan studi literatur. Dimana pengumpulan data dilakukan dengan cara meninjau atau mensurvei langsung ke lapangan. Selain itu juga dilakukan pengumpulan data, kemudian data yang diperlukan di analisis untuk mengetahui perubahan tahanan yang akan terjadi dengan mempelajari buku referensi atau jurnal baik dari internet dan bahan-bahan kuliah yang mendukung dengan penelitian yang dilakukan dan berkaitan dengan topik yang akan dibahas.

2. Studi Lapangan

Dalam penelitian ini penulis melakukan percobaan di GI-SIBOLGA serta mempelajari sistem pentanahan dan nilai tahanan jenis tanah dan masalah yang sering timbul dilapangan.

3. Metode Diskusi

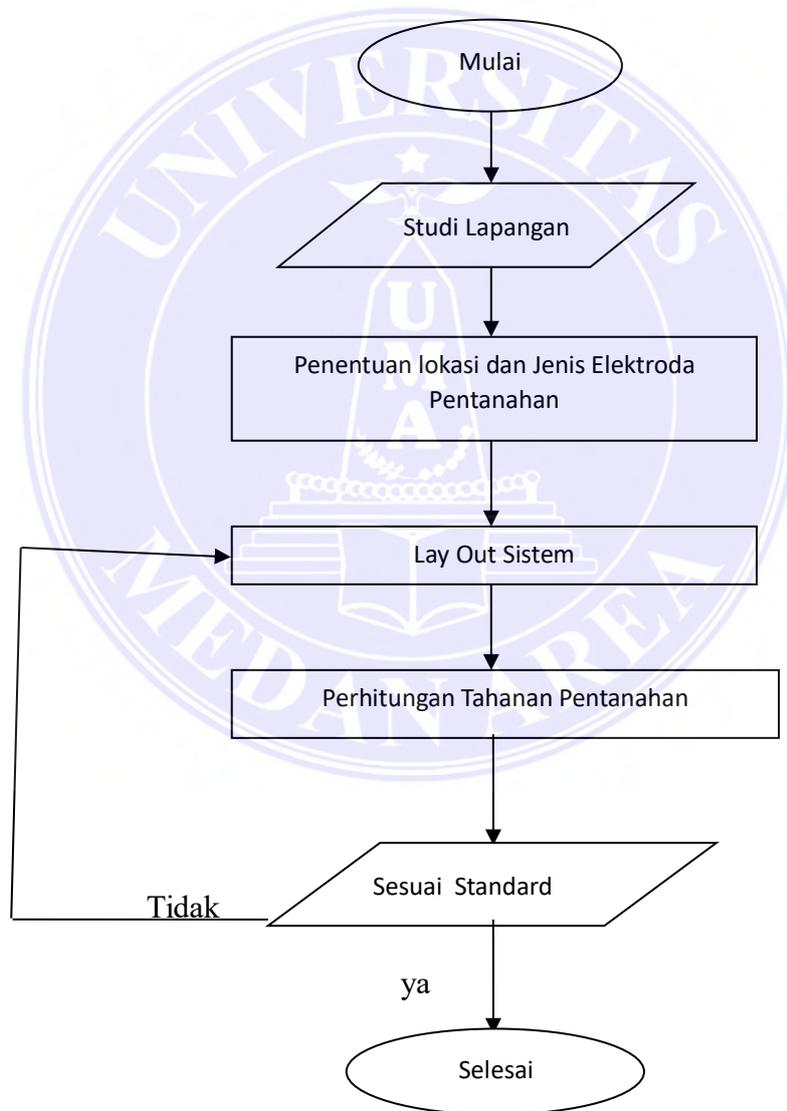
Dalam penelitian ini penulis melakukan metode diskusi atau tanya jawab dengan pembimbing lapangan mengenai masalah yang sering terjadi dilapangan bagaimana cara mengatasinya.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, penulis mengikuti langkah-langkah yang terstruktur agar Laporan Tugas Akhir dapat dikerjakan secara

sistematis dan terarah. Kegiatan penelitian ini dilakukan di PT. PLN Gardu Induk Sibolga 150 KV, adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pengambilan data langsung dilapangan, melakukan analisis nilai pentanahan. Sebelum melakukan penelitian ini, penulis melakukan pengecekan pada alat yang akan digunakan.

Flowchart



Gambar 3.6 : Flowchart

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Dari hasil pengukuran kondisi tahanan pentanahan transmisi di dapat hasil pentanahan sebesar 6Ω .
2. Hasil pengukuran pentanahan sesuai dengan S - PLN yaitu kurang dari 10Ω .
3. Semakin banyak elektroda ditanam dalam tanah, maka semakin kecil nilai tahanan pentanahannya.

5.2 SARAN

1. Perlunya dilakukan pemeriksaan terhadap sekitaran tower.
2. Penulis berharap, kepada pembaca untuk mengetahui tahanan jenis jangan mengacu pada tabel tahanan jenis tanah, karena tidak semua tahanan jenis tanah disetiap daerah itu sama. Satu-satunya cara adalah mengukur secara langsung tahanan jenis tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, S., Kamal, J., & Putri, D. N. (2020). *Perancangan Dan Hasil Simulasi Sistem Pentanahan Menggunakan Etap*. Jakarta.
- Ambarita, R. P., Yuningtyastuti, & Syakur, A. (2005). Simulasi Penentuan Nilai Tahanan Pentanahan Tower Transmisi. 9.
- Ambarita, R. P., Yuningtyastuti, & Syakur, A. (n.d.). simulasi penentuan nilai tahanan pentanan.
- Arfianto, T., & Salam, A. I. (2019). Analisis Tahanan Pentanahan Kaki Tower SUTT 70KV. 5.
- Barasa, M. c., Patras, L. S., & Tumaliang, H. (2017). Analisis Kinerja Lightning Arester Pada Jaringan Transmisi 150KV . *E-Journal*, 8.
- Darmana, I., Yudha, D. O., & Erliwati. (2015). Implementasi Sistem Pentanahan GRID Pada Tower Transmisi 150KV. *Jurnal Ipteks Terapan (JIT)*, 14.
- Faisal, A., Amril, M., Hidayat, J., & Hasnita, U. (2019). Studi Pengukuran Tahanan Pentanahan Menara Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150KV Sidikalang-Salak. *ISSN*, 5.
- Harikurniawan. (2018). Studi Pentanahan Kaki Menara Transmisi 500 KV SUMATRA. 80.
- Iqbal, F., Amalia, S., Anthony, Z., & Zulkarnain. (2023). Analisis Kelayakan Sistem Pentanahan Area wokrshop Plant PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro. *Journal on Education*, 11.
- Sudiartha, I. W., & Sangka, G. N. (2016). Analisis Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Besarnya Nilai Tahanan Pentanahan. *Jurnal Logic*, 5.
- Tamahullah, G., & Fauziah, D. (2021). Analisis Tahanan Pentanahan Pada Kaki Tower SUTT 150KV Jatihulur-Padalarang. *SNETO*, 8.
- Teguh widiarsono, M. (2005). *TUTORIAL BELAJAR PRAKTIS MATLAB*. Jakarta.
- Wardana, A. (2021). Analisis Rugi-rugi Daya Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150KV Pada Gardu Induk Payageli. 70.

Lampiran 1. Tower Transmisi 150 KV



Lampiran 2. Surat Balasan Melakukan Penelitian

 PT. PLN (PERSERO) PENYALURAN DAN KELOLAAN SISTEM tenaga listrik
ULTRAVOLTAJ PADANG SIDEMPURAN
ULTRAVOLTAJ PADANG SIDEMPURAN
GIBOLGA

BERITA ACARA SELESAI PENELITIAN

Selubungan dengan surat nomor **525/FT.2/01.10/XII/2023**, hal Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir oleh mahasiswa :

Nama : MARTIN HUTAURUK
NPM : 198120049
Prodi : TEKNIK ELEKTRO

Telah selesai melaksanakan penelitian di GI SIBOLGA 150 KV dimulai tanggal 14 Desember 2023 sampai 12 Januari 2024, untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Ilmiah dan Skripsi dengan judul **"Analisis Pentanahan Tower Transmisi PT.PLN UIP3B Sumatera-GI Sibolga 150 KV"** di Universitas Medan Area.

Demikian surat ini kami sampaikan untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Pandan, 12 Januari 2024

Pengawas
JTC JarGI

(NOBERTO)

Mengetahui
TL JarGI Sibolga

(RIDOL W UMAR)