

ANALISIS NILAI PENTANAHAN TERBAIK DAN MURAH BAHAN DI PT.PLN (PERSERO) GARDU INDUK TARIK

Tritya Sukma, Achmad Rijanto, Lutfia Puspa Indah Arum
Universitas Islam Majapahit, Mojokerto
Email : Trityasukma88@gmail.com

ABSTRAK

Gardu induk dan transmisi merupakan salah satu bagian dari sistem tenaga listrik yang berpotensi mengalami gangguan yang disebabkan oleh sambaran petir, yaitu tegangan impuls petir, tegangan impuls hubung buka, tegangan impuls petir terpotong dan arus gangguan. Salah satu faktor penunjang keandalan sistem adalah pentanahan peralatan dan tower. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan nilai pentanahan antara bahan yang terbuat dari tembaga dan aluminium serta melaksanakan perbaikan pentanahan. Metoda yang digunakan adalah eksperimen dengan membandingkan dua jenis bahan pentanahan yang berbeda untuk mendapatkan nilai pentanahan. Hasil yang dicapai dari penelitian ini yaitu nilai pentanahan bahan aluminium tidak jauh berbeda dengan bahan tembaga, yaitu 0,926 ohm untuk tembaga dan 0,940 ohm untuk pengukuran aluminium.

Kata Kunci: Gardu induk, Transmisi, Pentanahan

ABSTRACT

Main and transmission substations were one part of an electric power system that has the potential to experience interference caused by lightning strikes, namely lightning impulse voltage, open circuit impulse voltage, lightning impulse voltage was cut off and fault current. One factor supporting the reliability of the system was grounding equipment and towers. The purpose of this research was to compare the grounding values between materials made of copper and aluminum and implement grounding repairs. The method used was an experiment by comparing two different types of grounding material to get the grounding value. The results achieved from this research were that the grounding value of aluminum was not much different from copper, which was 0.926 ohms for copper and 0.940 ohms for measuring aluminum.

Keywords: Substation, Transmission, Grounding

PENDAHULUAN

Kelancaran penyaluran tenaga listrik, perlu adanya sitem penyaluran yang handal. Sehingga tidak mengganggu kegiatan pelanggan, baik rumah tangga maupun perindustrian. Dampak negative dari terputusnya penyaluran listrik bias bermacam-macam. Semisal di rumah tangga, bisa menghambat aktivitas sehari-hari yang kegiatan tersebut menggunakan peralatan listrik seperti mesin cuci, kulkas, lampu penerangan dll. Sedangkan dampak pada pelanggan besar seperti suatu perusahaan adalah kerugian pada proses produksi mesin, yang mayoritas menggunakan sumber tenaga listrik. Dengan adanya permasalahan dampak tersebut, bias disimpulkan bahwa betapa pentingnya peran

listrik dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari hal kecil di rumah tangga hingga menyangkut produktivitas suatu perusahaan.

Saat ini PLN berusaha semaksimal mungkin untuk meminimalisir gangguan atau bahkan menghilangkan gangguan yang ada, meskipun saat ini masih banyak gangguan terjadi. Salah satu faktor penting dalam menangkal segala arus lebih/gangguan yang masuk ke dalam suatu transmisi daya adalah nilai grounding yang baik (dibawah 2 ohm). Di peralatan PLN saat ini masih banyak nilai grounding yang kurang bagus, sehingga penulis berusaha mencari penyebab besarnya nilai grounding itu.

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan di atas, maka rumusan masalah yang ada dalam penelitian ini adalah Bagaimana cara memperbaiki nilai grounding yang tidak sesuai standar?. Bagaimanakah pengaruh kualitas nilai pentanahan yang berbahan tembaga dan Aluminium?. Bagaimana menentukan bahan grounding yang lebih efisien dari segi biaya, grounding berbahan tembaga atau aluminium?

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh kualitas nilai pentanahan peralatan terhadap gangguan yang terjadi. Pengaruh kualitas nilai pentanahan yang berbahan tembaga dan aluminium. Pemilihan jenis bahan yang akan digunakan sebagai grounding yang dilihat dari segi biaya pengadaan.

Arus listrik adalah sebuah aliran yang terjadi akibat jumlah muatan listrik yang mengalir dari satu titik ke titik lain dalam suatu rangkaian tiap satuan waktu. Arus listrik juga terjadi akibat adanya beda potensial atau tegangan pada media penghantar antara dua titik. Semakin besar nilai tegangan antara kedua titik tersebut, maka akan semakin besar pula nilai arus yang mengalir pada kedua titik tersebut. Satuan arus listrik dalam internasional yaitu A (*ampere*), yang dimana dalam penulisan rumus arus listrik ditulis dalam simbol I (*current*).

Pada umumnya, aliran arus listrik sendiri mengikuti arah aliran muatan positif. Dengan kata lain, arus listrik mengalir dari muatan positif menuju muatan negatif, atau bisa pula diartikan bahwa arus listrik mengalir dari potensial menuju potensial rendah. Berdasarkan arah alirannya, arus listrik dibagi menjadi 2 (dua) kategori, yakni :

Arus Searah (*Direct Current/DC*), dimana arus ini mengalir dari titik berpotensi tinggi menuju titik berpotensi rendah.

Arus Bolak-Balik (*Alternating Current/AC*), dimana arus ini mengalir secara berubah-ubah mengikuti garis waktu.

Hambatan Hambatan listrik ialah sebuah perbandingan antara tegangan listrik dari suatu komponen elektronik (misalnya resistor) dengan arus listrik yang melewatinya. Hambatan listrik dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R = V/I$$

Keterangan : V adalah tegangan, I adalah arus, Satuan SI untuk Hambatan adalah Ohm (R). (Bitar, 2019)

Pentanahan

Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/arus abnormal. Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik. (Analisa Sistem Pentanahan Gardu Induk Teling Dengan Konstruksi Grid (Kisi-kisi), 2018)

Sistem pentanahan atau biasa disebut sebagai *grounding system* adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik utamanya petir. Sistem pentanahan digambarkan sebagai hubungan antara suatu peralatan atau sirkit listrik dengan bumi.

Tujuan Pentanahan

Tujuan utama pentanahan adalah menciptakan jalur yang *low-impedance* (tahanan rendah) terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan *transient voltage*. Penerangan, arus listrik, *circuit switching* dan *electrostatic discharge* adalah penyebab umum dari adanya sentakan listrik atau *transient voltage*. Sistem pentanahan yang efektif akan meminimalkan efek tersebut.

Menurut IEEE Std 142TM-2007, tujuan sistem pentanahan adalah:

- a) Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan
- b) Menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki antara konduktor sistem dan bumi. Deteksi ini akan mengakibatkan beroperasinya peralatan otomatis yang memutuskan suplai tegangan dari konduktor tersebut.

Karakteristik Sistem Pentanahan yang Efektif

Karakteristik sistem pentanahan yang efektif antara lain adalah:

1. Terencana dengan baik, semua koneksi yang terdapat pada sistem harus merupakan koneksi yang sudah direncanakan sebelumnya dengan kaidah-kaidah tertentu.
2. Verifikasi secara visual dapat dilakukan.
3. Menghindarkan gangguan yang terjadi pada arus listrik dari perangkat.
4. Semua komponen metal harus ditahan/diikat oleh sistem pentanahan, dengan tujuan untuk meminimalkan arus listrik melalui material yang bersifat konduktif pada potensial listrik yang sama.

Penggunaan Pentanahan dalam Aplikasi Proteksi:

1. Karena gejala alami, seperti kilat, tanah digunakan untuk membebaskan sistem dari arus sebelum personil atau pelanggan dapat terluka atau komponen sistem yang peka dapat rusak.
2. Karena potensial dalam kaitan dengan kegagalan sistem tenaga listrik dengan kembalian tanah, tanah membantu dalam memastikan operasi yang cepat menyangkut relay proteksi sistem daya dengan menyediakan jalan arus gagal tahanan rendah tambahan. Jalan tahanan rendah menyediakan tujuan untuk mengeluarkan potensial secepat mungkin. Tanah harus mengalirkan potensial sebelum personil terluka atau sistem telepon rusak.

Bagian-bagian yang Ditanahkan

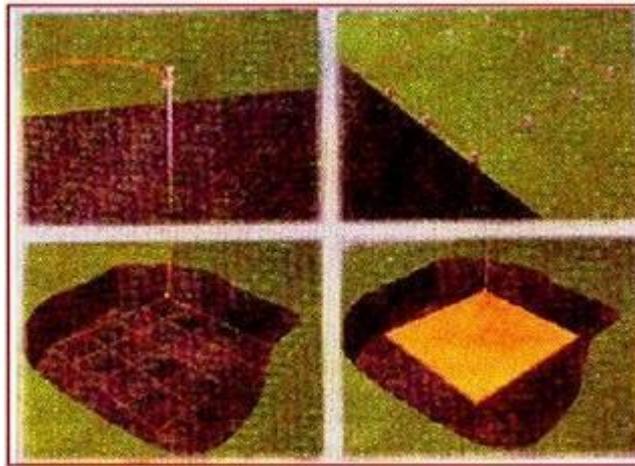
Dalam sebuah instalasi listrik ada empat bagian yang harus ditanahkan atau sering juga disebut dibumikan. Empat bagian dari instalasi listrik ini adalah:

- a. Semua bagian instalasi yang terbuat dari logam (menghantar listrik) dan dengan mudah bisa disentuh manusia. Hal ini perlu agar potensial dari logam yang mudah disentuh manusia selalu sama dengan potensial tanah (bumi) tempat manusia berpijak sehingga tidak berbahaya bagi manusia yang menyentuhnya.
- b. 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.
- c. Kawat petir yang ada pada bagian atas saluran transmisi. Kawat petir ini sesungguhnya juga berfungsi sebagai lightning arrester. Karena letaknya yang ada di sepanjang saluran transmisi, maka semua kaki tiang transmisi harus ditanahkan agar petir yang menyambar kawat petir dapat disalurkan ke tanah dengan lancar melalui kaki tiang saluran transmisi.

d. 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 di atas tidak melebihi 4 ohm.

Secara teoretis, tahanan dari tanah atau bumi adalah nol karena luas penampang bumi tak terhingga. Tetapi kenyataannya tidak demikian, artinya tahanan pentanahan nilainya tidak nol. Hal ini terutama disebabkan oleh adanya tahanan kontak antara alat pentanahan dengan tanah di mana alat tersebut dipasang (dalam tanah). Alat untuk melakukan pentanahan ditunjukkan oleh Gambar 1.

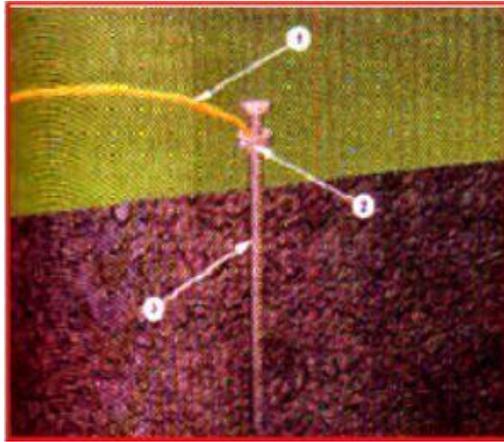


Gambar 1. Macam-macam Pentanahan

Dari gambar 1 tampak bahwa ada empat alat pentanahan, yaitu: 1. Batang pentanahan tunggal (*single grounding rod*). 2. Batang pentanahan ganda (*multiple grounding rod*). Terdiri dari beberapa batang tunggal yang dihubungkan paralel. 3. Anyaman pentanahan (*grounding mesh*), merupakan anyaman kawat tembaga. 4. Pelat pentanahan (*grounding plate*), yaitu pelat tembaga.

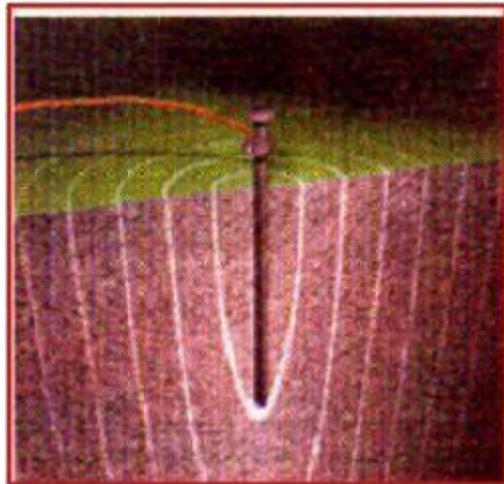
Tahanan pentanahan selain ditimbulkan oleh tahanan kontak tersebut diatas juga ditimbulkan oleh tahanan sambungan antara alat pentanahan dengan kawat penghubungnya. Unsur lain yang menjadi bagian dari tahanan pentanahan adalah tahanan dari tanah yang ada di sekitar alat pentanahan yang menghambat aliran muatan listrik (arus listrik) yang keluar dari alat pentanahan tersebut. Arus listrik yang keluar dari alat pentanahan ini menghadapi bagian-bagian tanah yang berbeda tahanan jenisnya. Untuk jenis tanah yang sama, tahanan jenisnya dipengaruhi oleh kedalamannya. Makin dalam

letaknya, umumnya makin kecil tahanan jenisnya, karena komposisinya makin padat dan umumnya juga lebih basah. Oleh karena itu, dalam memasang batang pentanahan, makin dalam pemasangannya akan makin baik hasilnya dalam arti akan didapat tahanan pentanahan yang makin rendah.



Gambar 2. Batang pentanahan beserta aksesorisnya.

Gambar 2 menggambarkan batang pentanahan beserta aksesorisnya, yaitu; 1. konduktor tanah, 2. Penghubung antara konduktor dengan elektroda tanah, dan 3. Elektroda tanah.



Gambar 3. Batang pentanahan dan lingkaran pengaruhnya (*sphere of influence*).

Sedangkan gambar 3 menggambarkan batang pentanahan beserta lingkaran pengaruhnya (*sphere of influence*) didalam tanah. Tampak bahwa pengaruh batang pentanahan akan semakin dalam letaknya di dalam tanah dan pengaruh terkecil pada kedalaman yang sama dengan kedalaman batang pentanahan. Lingkaran pengaruh ini makin dekat dengan batang pentanahan. Hal ini disebabkan oleh adanya variasi tahanan jenis tanahnya. (Spiderdot, 2012).

Alat ukur nilai pentanahan



Gambar 4. Alat Ukur Pentanahan (Ardemeting)

Cara Mengukur *Grounding* dengan Earth Tester (sistim tahanan):

1. Kalibrasi jarum pada alat ukur harus dalam posisi nol.
2. Earth Tester mempunyai tiga kabel diantaranya adalah kebel merah, kuning dan hijau. langkah selanjutnya silahkan hubungkan kabel merah setra kuning ke tanah dengan masing-masing jarak kurag lebih 10 meter dari pentanahan atau *grounding*.
3. Hubungkan kabel hijau ke *grounding* yang sudah terpasang, dari ketiga kabel diatas silahkan hubungkan ke Earth Tester dengan warna pada alat ukur.
4. Test *grounding* dengan mengarahkan skala pada ukuran 1 ohm, bila jarum menunjukkan dibawah angka 1ohm maka *grounding* kisaran nol koma (standard pembumian) dan sebaliknya kalau jarum menunjukkan diatas 1 ohm berarti pembumian kurang bagus. (Laksana, 2015)

METODE

Populasi dan Sampel

Penelitian ini mengambil 2 titik penelitian, yaitu:

1. Salah satu peralatan dari 71 peralatan yang ada di Gardu Induk Tarik, untuk penelitian perbaikan nilai pentanahan pada *grounding* peralatan.
2. Salah satu tower transmisi dari 74 tower dibawah pengawasan GI Tarik dan Bangun.

Instrumen Penelitian

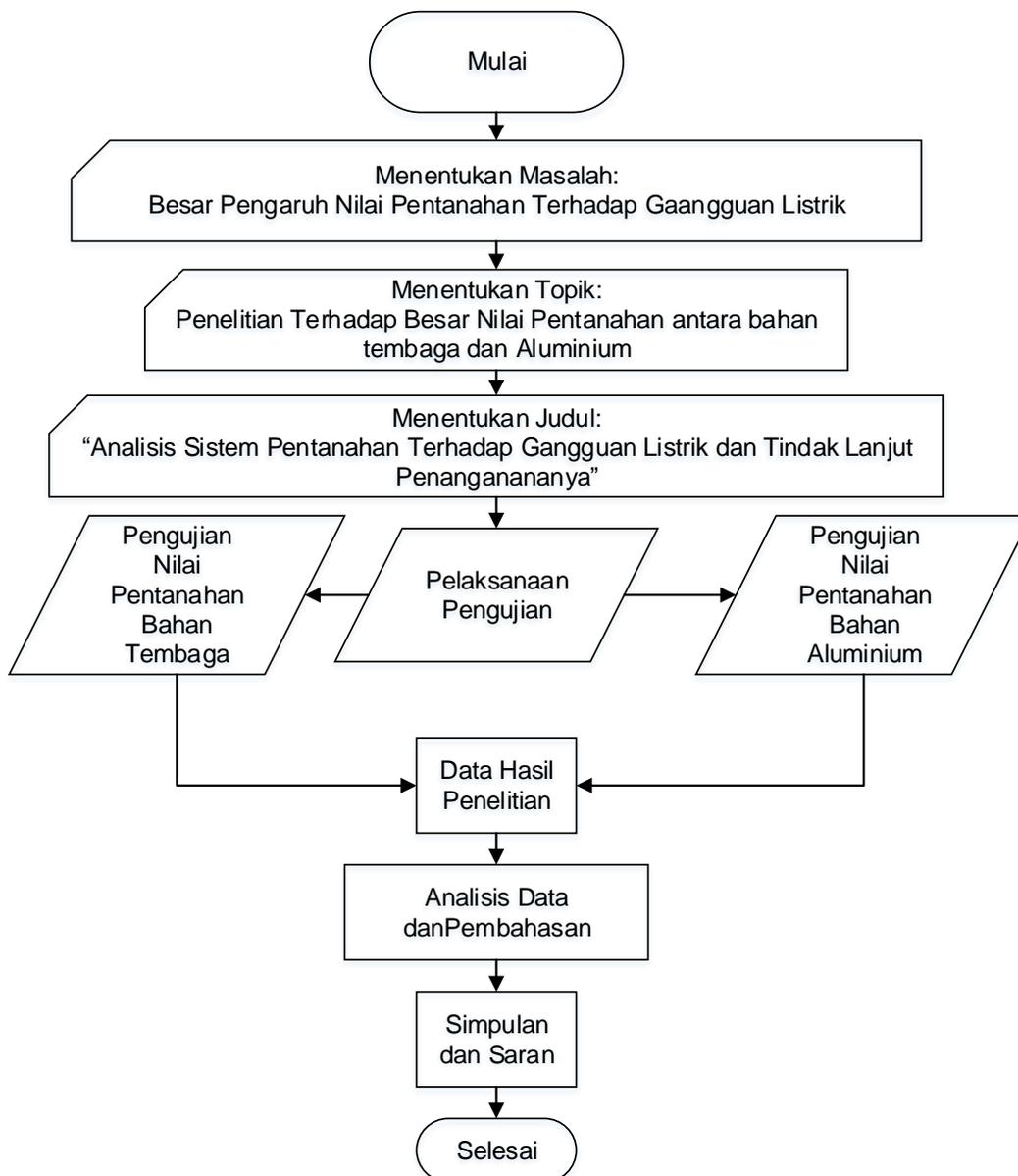
Instrumen penelitian adalah alat ukur dan alat uji yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian. Instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar tentang skema instrumen penelitian.

Berikut adalah alat uji dan alat perkakas yang dibutuhkan:

1. Ardemeting (Alat Ukur Nilai Tahanan Pentanahan)
2. Bor listrik dan mata bor
3. Toolset
4. Alat Press Skun Kawat Konduktor
5. Sikat gerinda
6. Stop kontak listrik

Rancangan Penelitian

Alur penelitian pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Diagram alur penelitian

Pengumpulan Data

Data yang telah terkumpul dimasukkan ke dalam tabel. Data tersebut terdiri dari:

1. Data nilai pentanahan selama perbaikan telah selesai dilakukan. Sampai menemukan nilai pentanahan yang terbaik.
2. Data hasil penelitian tersebut membandingkan antara nilai pentanahan berbahan tembaga dan aluminium.

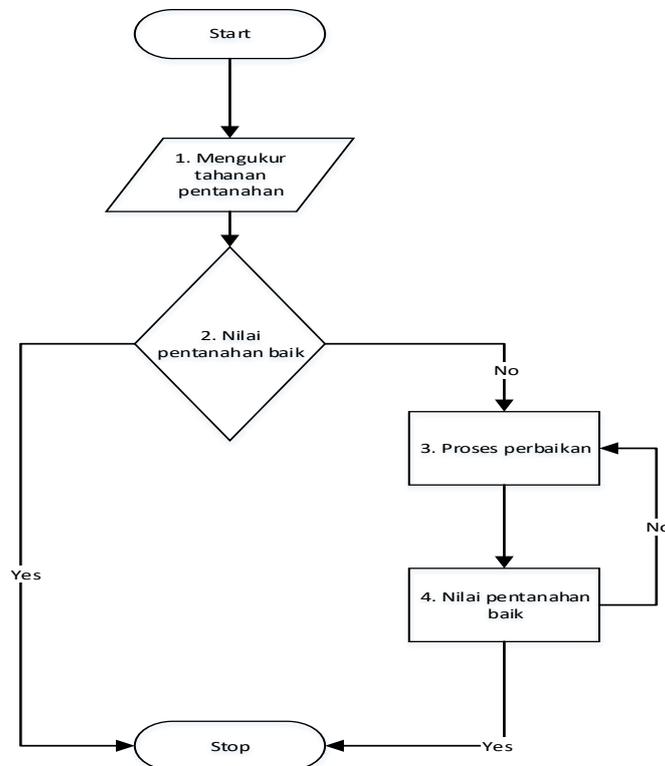
Analisis Data

Analisa data menggunakan metode statistik deskriptif. Statistik deskriptif adalah fase statistik dimana hanya berusaha melukiskan dan menganalisis kelompok yang diberikan tanpa membuat atau menarik kesimpulan tentang populasi atau kelompok yang lebih besar (Sudjana, 2005). Hal ini dilaksanakan untuk memberikan gambaran terhadap fenomena yang terjadi setelah diadakan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

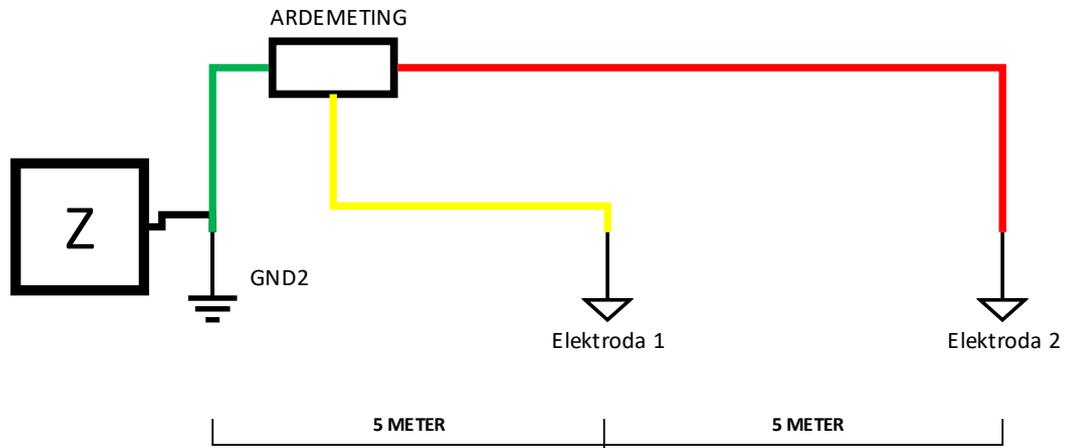
Perbaikan Grounding Peralatan

Pada perbaikan peralatan, peneliti melakukan tahapan tahapan sebagai berikut;



Gambar 6 Alur Perbaikan *Grounding* Peralatan

1. Mengukur nilai tahanan pentanahan peralatan



Gambar 7 Skema Pengukuran Perbaikan *Grounding*

2. Hasil Pentanahan Baik/ kurang baik

Dari nilai pentanahan peralatan total diatas masih diatas dari standar batas aman, seperti yang diketahui standar aman nilai pentanahan adalah dibawah 5 ohm (Hamdani, et al., 2018). Semakin kecil tahanan maka akan lebih efektif dalam menghantarkan arus.

3. Proses Perbaikan

Di dalam proses perbaikan ini, pertama kali yang dilakukan adalah membersihkan sambungan-sambungan, diharapkan nilai pentanahan menjadi lebih baik. Selanjutnya dipasang kembali untuk diukur kembali.

4. Pengukuran kembali nilai pentanahan (setelah perbaikan)

Setelah dilakukan pengukuran, hasilnya masih belum sesuai standart yaitu 13,29 ohm, akan tetapi lebih baik dari sebelum pemrbaikan. Maka selanjutnya dilakukan perbaikan lagi dengan menggantu kopel sambungan menjadi skun konduktor.

5. Pengukuran kembali setelah perbaikan ke dua

Hasil tahanan pentanahan setelah perbaikan ke dua adalah 0,51. Nilai tersebut sudah sesuai dengan standart yang ditetapkan.

Pengukuran setelah perbaikan dilakukan di 5 titik, untuk memastikan *grounding* memiliki tahanan penntanahan sesuai standar. Berikut adalah daftar hasil pengukuran:

Tabel 1 Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Setelah Perbaikan

NO	Jarak Antar Elektroda	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan Pertama	Setelah Perbaikan Kedua
1	1 meter	27,5 Ohm	13,3 Ohm	0,51 Ohm
2	2 meter	27,4 Ohm	13,29 Ohm	0,51 Ohm
3	3 meter	27,3 Ohm	13,5 Ohm	0,51 Ohm
4	4 meter	27,4 Ohm	13,4 Ohm	0,51 Ohm
5	5 meter	27,3 Ohm	13,4 Ohm	0,51 Ohm

4.2 *Penelitian Nilai Tahanan Pentanahan Berbahan Tembaga dan Aluminium*

Pada penelitian ini, penulis akan mengukur *grounding* tembaga (yang telah terpasang/existing) dengan ukuran diameter 50 mm dan panjang 1,5 meter pada tower yang telah dipilih sebagai sampel. Lalu kawat tembaga tersebut diganti dengan aluminium dengan diameter dan panjang yang sama, kemudian diukur kembali. Dengan demikian akan bisa dilihat bahan dari keduanya yang lebih baik daya hantar arusnya.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Antara Tembaga dan Aluminium

NO	Jarak Antar Elektroda	Hasil Pengukuran Tembaga 50 mm	Hasil Pengukuran Aluminium 50 mm
1	1 meter	0,93 ohm	0,93 ohm
2	2 meter	0,93 ohm	0,94 ohm
3	3 meter	0,92 Ohm	0,94 Ohm
4	4 meter	0,92 ohm	0,94 ohm
5	5 meter	0,93 ohm	0,95 ohm
Rata-rata		0,926 Ohm	0,94 Ohm

Dari hasil pengukuran diatas, didapat hasil rata-rata yang tidak jauh berbeda antara tembaga dan aluminium.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan yang telah dilakukan diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Kondisi sambungan pada suatu pentanahan sangat berpengaruh pada nilai pentanahan.
2. Sambungan press skun lebih efektif daripada sambungan klem dalam menghantarkan arus.
3. Nilai pentanahan berbahan tembaga dan aluminium adalah nilai pentanahan antara tembaga dan aluminium tidak jauh berbeda, yaitu 0.926 ohm untuk tembaga, sedangkan 0,940 untuk aluminium.
4. Saat pengukuran penulis menyimpulkan bahwa jarak antara elektroda tidak harus diatas 5 meter, bisa dilakukan dengan jarak dekat dengan catatan jarak tiap elektroda harus sama.

Saran yang dapat disampaikan dari hasil penelitian telah dilakukan antara lain:

1. Perbaikan *grounding* dianjurkan untuk pertama kali melakukan pembersihan sambungan untuk memperbaiki nilai pentanahan.
2. Diprioritaskan membuat sambungan *grounding* dengan press skun, daripada menggunakan sambungan klem.
3. Dilakukan pemeriksaan berkala terhadap sambungan-sambungan *grounding*, untuk menjaga keandalan sistem pentanahan.
4. Kawat konduktor berbahan aluminium bisa dijadikan alternative yang baik dari segi ekonomis, dilihat dari perbandingan harga dengan kualitas yang didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Pranoto, Agus , Tumaliang, Hans and Mangindaan , Glanny M.Ch. . (2018). *Analisa Sistem Pentanahan Gardu Induk Teling Dengan Konstruksi Grid (Kisi-kisi)*. Manado : Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 2018, Vol. 07.
- Bitar. (2019). Guru Pendidikan. [Online] Indonesia, 04 04, 2019. [Cited: 04 15, 2019.] <https://www.gurupendidikan.co.id/arus-listrik/>.
- Creative, Stupid. (2016). Pengertian Gardu Induk dan Jenis Gardu Induk. *Biel Is Me*. [Online] Indonesia, 06 17, 2016. [Cited: 04 21, 2019.] <https://bielisme.wordpress.com/2016/06/17/pengertian-gardu-induk-dan-jenis-gardu-induk/>.
- HaGe. (2009). Menara Listrik (Tower Listrik). *Dunia Listrik*. [Online] Indonesia, 08 01, 2009. [Cited: 04 17, 2019.] <http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/01/menara-listrik-tower-listrik.html>.
- Hamdani, M. Hisyam and Dwi, M. Zulfi. (2018). Standar Nilai Resistan Pembedaan Grounding. *Jasa Penangkal Petir*. [Online] Indonesia, November 1, 2018. [Cited: Juli 21, 2019.] <http://www.duniapetir.co.id/2014/01/standar-nilai-resistan-pembedaan-grounding.html>.

- Irawan, Dika. (2019). Komoditas Market. *Bisnis.com*. [Online] Indonesia, Maret 19, 2019. [Cited: Agustus 12, 2019.] <https://market.bisnis.com/read/20190319/94/901470/didorong-sentimen-dari-china-harga-tembaga-dan-aluminium-menguat->.
- Laksana, Surya Jaya. (2015). Tips Rawat Rumah. [Online] Indonesia, 03 2015. [Cited: 15 04, 2019.] <https://www.tipsrawatrumah.com/2015/03/cara-mengukur-groundingarde.html>.
- Spiderdot. (2012). Electricity for Baautifull Life. [Online] Indonesia, 09 19, 2012. [Cited: 04 15, 2019.] <https://electricdot.wordpress.com/2012/09/19/sistem-pentanahan/>.
- Sudjana. (2005). Metode Statistika Edisi ke-6. Bandung : Tarsito, 2005.