

PENGUKURAN TAHANAN TANAH PADA KONDISI TANAH KERING DI LAPANGAN BOLA

Armansyah, Ramayulis Nasution, Yusmartato

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara
armansyah@ft.uisu.ac.id; ramayulis@ft.uisu.ac.id; yusmartato@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Semakin berkembangnya sistem tenaga listrik pada saat ini, sangat penting untuk memperhatikan sistem tahanan pentanahan. Fungsi dari pentanahan adalah untuk menghubungkan bagian dari peralatan yang seharusnya tidak dialiri arus listrik dengan suatu massa yang besar. Pengukuran Tahanan tanah di daerah tanah kering. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur analog Earthtester dan menggunakan metode 3 titik pada tanah kering. Beberapa percobaan dilakukan guna melihat pengaruh dari kondisi tanah terhadap hasil pengukuran tahanan tanah. Kebutuhan pentanahan ini bermula dari kenyataan bahwa gangguan sering terjadi pada peralatan listrik, sehingga mengakibatkan arus gangguan mengalir pada pentanahan, yang akan menimbulkan kenaikan beda potensial. Beda potensial yang timbul ini mungkin sangat besar sehingga dapat membahayakan manusia yang berjalan di daerah tersebut. Beda potensial berbahaya ini dapat muncul diantara peralatan yang ditanahkan dengan tanah sekitarnya. Untuk menjamin pentanahan yang baik diperlukan pengukuran tahanan tanah yang tepat.

Kata-Kata Kunci : *Pengukuran, Tahanan Tanah, Tanah Kering, Potensial*

I. Pendahuluan

Semakin berkembangnya sistem tenaga listrik pada saat ini, sangat penting untuk memperhatikan sistem pembumian, karena pembumian dibutuhkan untuk merancang desain sistem pembumian. Pembumian adalah penghubungan antara bagian yang seharusnya tidak dialiri arus listrik pada peralatan listrik dengan suatu massa yang besar. Hal ini untuk memastikan jika terjadi gangguan maka arus gangguan yang mengalir pada bagian yang seharusnya tidak dialiri arus dapat cepat disalurkan ke tanah sehingga peralatan yang ditanahkan tidak akan mempunyai tegangan yang lebih besar dari tegangan pembumian sesuai standart. Pembumian yang kurang diperhatikan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja pada saat gangguan.

Kebutuhan pembumian ini bermula dari kenyataan bahwa gangguan sering terjadi pada peralatan listrik, sehingga mengakibatkan arus gangguan mengalir pada pembumian, yang akan menimbulkan kenaikan beda potensial. Beda potensial yang timbul ini mungkin sangat besar sehingga dapat membahayakan manusia yang berjalan di daerah tersebut. Beda potensial berbahaya ini dapat muncul di antara peralatan yang ditanahkan dengan tanah sekitarnya.

Untuk menjamin pembumian yang baik diperlukan pengukuran tahanan tanah yang tepat.

II. Tinjauan Pustaka

2.1. Pengertian Umum Pentanahan

Salah satu faktor utama dalam setiap usaha pengamanan rangkaian listrik adalah pentanahan. Pembumian adalah suatu usaha untuk mengadakan hubungan dengan tanah (bumi) menggunakan penghantar dan elektroda tanah. Pembumian yang baik pada gardu sangat penting untuk keamanan

keandalan operasional sistem tenaga. Apabila suatu pengamanan atau perlindungan yang baik akan dilaksanakan, maka harus ada sistem pembumian yang dirancang dengan baik dan benar. Agar sistem pentanahan dapat bekerja dengan efektif, harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

- Membuat jalur impedansi rendah ketanah untuk pengamanan personil dan peralatan dengan menggunakan rangkaian efektif.
- Sistem pembumian dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (surge currents).
- Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah untuk meyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
- Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun harus dapat menyalurkan arus gangguan dengan baik.

Secara umum sistem pembumian dibagi atas dua bagian yaitu pentanahan sistem dan pentanahan peralatan. Pembumian sistem adalah pengadaan hubungan dengan tanah untuk suatu titik penghantar arus dari suatu sistem. Pada umumnya titik tersebut adalah titik netral dari mesin-mesin listrik arus putar seperti generator, motor, dan transformator. Sedangkan pembumian peralatan adalah pengadaan hubungan dengan tanah untuk bagian-bagian yang tidak membawa arus dari sistem. Bagian-bagian ini adalah semua logam yang dekat dengan sistem yang membawa arus. Pembumian ini berfungsi sebagai pengamanan terhadap kemungkinan kebocoran arus dari suatu sistem.

2.2. Sistem Pembumian

Pembumian berfungsi untuk menghubungkan bagian dari peralatan yang seharusnya tidak dialiri arus listrik dengan suatu massa yang besar. Hal ini

untuk memastikan jika terjadi gangguan maka peralatan yang ditanahkan tidak akan mempunyai tegangan yang lebih besar dari tegangan pentanahan.

Dalam pemasangan sistem pembumian, tujuan yang harus dicapai adalah mendapatkan harga tegangan sentuh dan tegangan langkah serendah-rendahnya untuk menjamin keamanan dari operator dan lebih jauh lagi adalah untuk mendapatkan nilai tahanan tanah yang rendah. Tegangan sentuh dan tegangan langkah merupakan tegangan terkecil yang diijinkan masuk ketubuh manusia.

Sistem pentanahan adalah pengadaan hubungan dengan tanah untuk menghubungkan bagian dari titik penghantar arus listrik dari suatu sistem dengan suatu massa yang besar dari suatu sistem.

2.2.1. Pembumian Peralatan

Pembumian peralatan adalah pembumian bagian dari peralatan yang pada kerja normal tidak dilalui arus. Adapun tujuan pembumian peralatan antaralain sebagai berikut:

- a. Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak dilalui arus dan antara bagian-bagian peralatan dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman (tidak membahayakan) untuk semua kondisi operasi normal atau tidak normal.
- b. Untuk memperoleh impedansi yang kecil/rendah dari jalan balik arus hubung singkat ke tanah.

2.2.2. Pentanahan Sistem Tenaga Listrik

Pada saat belum dikenalnya pembumian sistem, sistem-sistem tenaga yang ada belum ditanahkan. Hal ini dapat dimengerti karena pada waktu itu sistem-sistem tenaga listrik masih kecil. Jadi bila ada gangguan fasa ke tanah, arus gangguan masih kecil, biasanya masih kurang dari 5 Amper dan dapat padam sendiri. Tetapi sistem-sistem tenaga listrik ini makin lama makin besar, baik panjangnya maupun tegangannya. Dengan demikian jika ada gangguan maka arus yang timbul semakin besar serta munculnya gejala-gejala busur tanah atau arcing grounds. Gejala ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan transient overvoltage yang tinggi dan dapat merusak peralatan.

Oleh karena itu titik netral dari sistem-sistem tenaga listrik itu di ketanahkan melalui tahanan atau reaktansi. Pentanahan sistem tenaga listrik adalah pengadaan hubungan dengan tanah untuk suatu titik penghantar arus dari suatu sistem. Pada umumnya titik tersebut adalah titik netral dari mesin-mesin listrik arus putar dari generator, motor, dan transformator.

2.3. Metode Pentanahan

Sesuai standar Perusahaan Umum Listrik Negara, yaitu SPLN 2:1978, telah ditetapkan metode pentanahan untuk sistem-sistem 150 KV, 66 KV dan 20 KV. Adapun pola kriteria pertimbangan

penerapan dan penetapan pembumian diberikan sebagai berikut:

Adapun kriteria dalam perencanaan ialah keandalan yang tinggi dengan memperhatikan faktor keselamatan manusia dan ekonomi.

Faktor keandalan sistem ini meliputi antara lain:

- a. Pemilihan cara pembumian netral sistem dan pengamannya
- b. Penyesuaiannya pada interkoneksi

Faktor keselamatan ialah usaha keselamatan manusia didalam maupun diluar gardu induk. Faktor ini meliputi usaha-usaha:

- a. Keselamatan dalam keadaan tidak ada gangguan
- b. Keselamatan dalam keadaan gangguan

Faktor ekonomi mempertimbangkan biaya investasi dari :

- a. Pemilihan pentanahan netral sistem dan pengamannya
- b. Pemilihan tingkat isolasi dasar (TID) peralatan utama dan koordinasi
- c. Usaha memperbaiki pengaruh induktif dan interferensi radio

2.4. Kebutuhan Akan Pentanahan

Pada prinsipnya desain sistem pembumian yang aman mempunyai tujuan:

1. Membawa arus listrik kedalam tanah pada saat terjadi gangguan tanpa menimbulkan gangguan pada peralatan
2. Memastikan bahwa operator yang mengoperasikan peralatan aman terhadap bahaya sengatan listrik.

Pada saat terjadi gangguan fasa ke tanah, maka ada arus yang masuk ke tanah. Jika suatu sistem tidak mempunyai sistem pembumian, arus tersebut akan berada pada tanah di sekitar sistem yang terjadi gangguan sehingga tanah tersebut mempunyai beda potensial yang dapat menyengat operator pada waktu mengoperasikan peralatan. Tegangan tersebut sangat besar karena tidak ada lintasan arus yang kembali pada sumber arus, dapat dikatakan bahwa sistem tersebut menjadi rangkaian terbuka. Tetapi apabila pada sistem tersebut mempunyai pembumian yang baik, maka saat terjadi gangguan akan ada lintasan arus untuk kembali ke sumber arus. Dengan demikian tanah sekitar sistem mengandung beda potensial kecil yang masih aman bagi operator. Sistem dengan pembumian tersebut menjadi suatu rangkaian tertutup.

2.5. Elektroda Tanah

Elektroda tanah adalah penghantar yang ditanam di dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Hambatan arus melewati sistem elektroda tanah mempunyai tiga komponen yaitu :

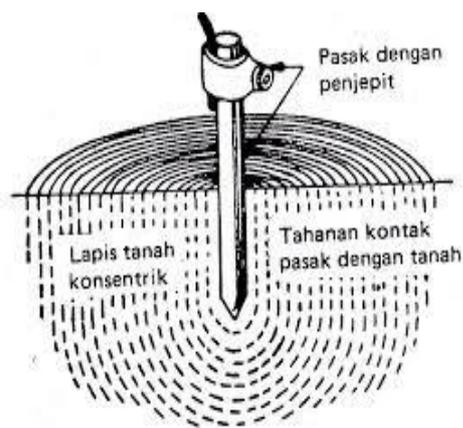
1. Tahanan pasaknya sendiri dan sambungan-sambungannya

2. Tahanan kontak antara pasak dengan tanah sekitar
3. Tahanan tanah sekelilingnya

Pasak-pasak tanah, batang-batang logam, struktur dan peralatan lainnya biasa digunakan untuk elektroda tanah. Elektroda-elektroda ini umumnya besar dan penampangnya sedemikian, sehingga tahananannya dapat diabaikan terhadap tahanan keseluruhan sistem pembumian.

Pasak dengan tahanan seragam yang ditanam ke tanah akan menghantarkan arus kesemua jurusan. Seperti terlihat pada Gambar 1, suatu elektroda (pasak) yang ditanam di tanah yang terdiri atas lapisan-lapisan tanah dengan ketebalan yang sama.

Pasak pada tanah yang digunakan pada elektroda tanah untuk menghantarkan arus untuk elektroda tanah, elektroda dengan menggunakan tahanan pada seluruh sistem pembumian dengan penampang yang besar terhadap tahanan.



Gambar 1. Komponen tahanan dari suatu batang elektroda pembumian

Sesuai dengan rumus:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

Di mana:

R = tahanan pembumian (Ω)

ρ = tahanan jenis tanah (Ωm)

L = panjang lintasan arus pada tanah (m)

A = luas penampang lintasan arus pada tanah (m^2)

Beberapa bentuk elektroda tanah yang umum dipergunakan antara lain:

1. Elektroda bentuk batang
2. Elektroda bentuk pita
3. Elektroda bentuk plat

2.7. Pengukuran Tahanan Pembumian

Karena tahanan tanah sangat penting di dalam rancangan sistem pembumian maka untuk perhitungan sebaiknya dilakukan dengan tepat dan teliti. Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan

dalam pengukuran tahanan pembumian ini, antara lain tahanan jenis tanah, cara pengukuran tahanan jenis tanah serta alat ukur tahanan tanah.

Faktor keseimbangan antara tahanan pembumian dan kapasitansi di sekelilingnya adalah tahanan jenis tanah yang direpresentasikan dengan ρ . Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman tertentu tergantung pada beberapa faktor yaitu :

- a. Jenis tanah : liat, berpasir, berbatu dan lain-lain
- b. Lapisan tanah : berlapis-lapis dengan tahanan jenis berlainan atau uniform
- c. Komposisi kimia dari larutan garam dalam kandungan air
- d. Kelembaban tanah
- e. Temperatur
- f. Kepadatan tanah.

III. Metodologi

3.2. Tempat Pengukuran

Tempat pengukuran tahanan tanah dilakukan di lapangan bola desa Limau Manis Kecamatan Tanjung Morawa.

Disini pengukuran yang berkaitan dengan waktu dan tempat dari jalannya pengukuran untuk pengambilan data. Waktu dan tempat penelitian dilakukan tanggal 18 Oktober 2021 mulai dari jam 14.00 WIB sampai dengan 17.00 WIB.

3.2. Alat Pengukuran

Alat yang dipergunakan untuk pengukuran ini antara lain adalah:

- a. Earthtester Tipe 4102, sebagai alat untuk mengukur tahanan tanah.
- b. Meteran, sebagai alat untuk mengukur jarak.
- c. Batang besi, sebagai alat yang digunakan untuk pasak pembumian (elektroda batang).
- d. Alat tulis sebagai alat perlengkapan untuk mencatat data.
- e. Kayu atau palu/martil, sebagai alat untuk memukul batang besi dalam pengukuran.



Gambar 2. Elektroda Batang



Gambar 3. Alat Ukur Earhtester Tipe 4102



Gambar 4. Meteran

3.3. Metode Pengumpulan Data

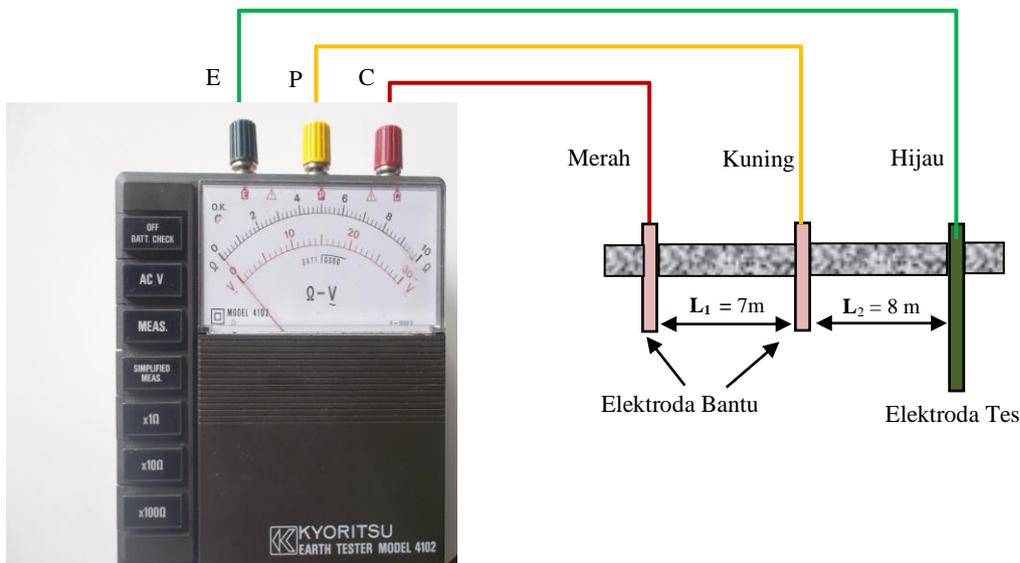
Dalam pengumpulan data-data penelitian ini menggunakan metode pembumian tiga titik serta alat ukur *Analog Earthtester* Tipe 4102. Pengukuran tahanan tanah pada kondisi tanah kering dilakukan di daerah lapangan bola di desa Limau Manis di Tanjung Morawa.

3.3.1. Data Tanah

Struktur dan karakteristik tanah merupakan salah satu faktor yang mutlak yang diketahui karena mempunyai kaitan erat dengan perencanaan sistem pembumian yang akan digunakan. Nilai tahanan jenis tanah harganya bermacam-macam, tergantung pada komposisi tanahnya. Tanah yang digunakan untuk penanaman sistem pembumian adalah jenis tanah yang ada di lapangan bola.

3.3.2 Pengukuran Tahanan Pembumian

Pengukuran tahanan pembumian jenis elektroda batang untuk berbagai perubahan variabel kedalaman menggunakan metode 3 titik dengan menggunakan alat ukur tahanan pembumian yaitu "Earth Tester" yang rangkaiannya ditunjukkan pada Gambar 5. Dan model variasi peletakan elektroda utama terhadap tanah pengukuran dilakukan dengan posisi vertikal terhadap tanah. Pengukuran dilakukan di tanah kering (tanah lapangan bola) berulang-ulang dengan kedalaman yang berbeda-beda mulai dari 0,5 meter hingga 1,0 meter.



Gambar 5. Rangkaian pengukuran tahanan tanah dengan metode 3 titik dengan elektroda batang pada tanah kering

Pengukuran tahanan pbumian dengan elektroda tunggal yang ditanam di tanah lapangan bola dengan kedalaman berbeda serta dua tempat lokasi (lokasi A dan Lokasi B).

Cara pengukuran normal yaitu:

- Langkah awal adalah memposisikan saklar terminal Earth tester,
- Cek tegangan baterai! (Range saklar : BATT, aktifkan saklar /ON). Jarum harus dalam range BATT
- Cek tegangan pbumian (range saklar : - V, matikan saklar / OFF)
- Cek tahanan pbumian bantu (range saklar : C & P, matikan saklar 0)
- Ukurlah tahanan pbumian (range saklar : x1Ω ke x1000 Ω) dengan menekan tombol pengukuran dan memutar selektor, sehingga diperoleh jarum pada galvanometer seimbang / menunjukkan angka Nol. Maka hasil pengukuran adalah angka yang ditunjukkan pada selektor dikalikan dengan posisi range saklar (x1 Ω) atau (x1000 Ω)

Data-data hasil pengukuran tahanan pbumian dengan elektroda tunggal yang ditanam di tanah kering (tanah lapangan bola) dengan kedalaman berbeda dan lokasi yang berbeda (lokasi A) ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2.

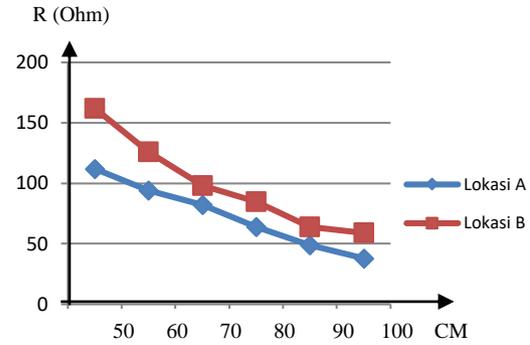
Tabel 1. Hasil pengukuran tahanan dengan elektroda batang (rod) tunggal ditanam di tanah kering lokasi A L₁ = 7 meter dan L₂ = 8 meter

No.	Kedalaman Elektroda (Cm)	R (Ohm)
1	50	112
2	60	94
3	70	82
4	80	64
5	90	49
6	100	38

Data-data hasil pengukuran tahanan pbumian dengan elektroda tunggal yang ditanam di tanah kering (lapangan bola) dengan kedalaman berbeda (lokasi B) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil pengukuran tahanan dengan elektroda batang (rod) tunggal ditanam di tanah kering lokasi B L₁ = 7 meter dan L₂ = 8 meter

No.	Kedalaman Elektroda (Cm)	R (Ohm)
1	50	162
2	60	126
3	70	98
4	80	85
5	90	64
6	100	59



Gambar 1. Grafik Tahanan Tanah dengan Kedalaman

IV. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengukuran tahanan tanah, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai tahanan tanah akan berkurang menjadi kecil jika penanaman elektroda batang semakin dalam.
2. Nilai tahanan tanah akan berbeda-beda untuk lokasi pengukuran yang berbeda lokasi, disebabkan karena karakteristik tanah yang berbeda.
3. Nilai tahanan tanah yang diperoleh nilainya besar karena pada tanah kering .

5.2 Saran

1. Dalam penelitian seharusnya tempat dan lokasi yang bagus dilaksanakan dengan cara yang lebih baik lagi.
2. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat dan teliti, sebaiknya menggunakan alat ukur *Earth Tester digital*

Daftar Pustaka

- [1]. Geocities, 2007, *Elektroda Pengetanahan dan Pengukuran Tahanan Jenis Tanah*. http://www.geocities.com/pst_untan/doc/modul_8.doc
- [2]. Hutauruk. T.S, 1991, *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga Dan Pengetanahan Peralatan*: Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [3]. Pabla A.S, 1984, *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Penerbit Erlangga, Jakarta
- [4]. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik Indonesia*, 2000, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- [5]. Sujana Sapiie dan Nishino Osamu, 1994, *Pengukuran Dan Alat-alat Ukur Listrik*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- [6]. Stevenson William, JD, 1980, *Analisis Sistem Tenaga Listrik*, Edisi III, Erlangga, Jakarta
- [7]. Zuhail, 1988, *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Gramedia, Jakarta