

PENGARUH IMPEDANSI LISTRIK SISTEM PENTANAHAN BATANG TUNGGAL YANG TERINTEGRASI DENGAN KONSTRUKSI BANGUNAN

Oleh : Septiantar Tebe Nursaputro¹, Agus Adiwismono², Endang Triyani³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang,

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Tembalang Semarang

E-mail : septiantartebe@polines.ac.id

Abstrak

Sistem pentanahan yang baik akan mempunyai impedansi $\leq 5 \Omega$ (PUIL 2010), untuk keamanan jika ada gangguan kegagalan isolasi yang menyebabkan timbulnya tegangan sentuh. Ada beberapa faktor internal dan eksternal yang akan mempengaruhi nilai impedansi pada sistem pentanahan. Antara lain adalah kedalaman panjang elektroda, tahanan jenis tanah, dan juga musim pada musim panas tahanan tanahnya tidak sama dengan pada saat musim penghujan. Pada penelitian ini mengambil judul "Pengaruh Impedansi listrik sistem pentanahan batang tunggal yang terintegrasi dengan konstruksi bangunan". Yang menjadi permasalahan, seberapa besar pengaruh nilai impedansi dari sistem pentanahan batang tunggal dengan kedalaman tertentu jika diintegrasikan dengan konstruksi sebuah bangunan gedung dengan konstruksi baja. Untuk mendapatkan hasil yang baik tentu perlu dilakukan pengukuran pada beberapa tempat dimana elektroda ditanam. Hasil dari pengukuran di 6 titik lokasi elektroda pentanahan batang tunggal, sebelum dan setelah diintegrasikan dengan konstruksi bangunan, menunjukkan setelah diintegrasikan nilai impedansinya turun cukup signifikan.

Kata kunci : impedansi, pentanahan, batang tunggal, integrasi

Abstract

A good grounding system will have an impedance of $\leq 5 \Omega$ (PUIL 2010), for safety if there is an insulation failure that causes a touch voltage. There are several internal and external factors that will affect the impedance value at grounding system. Among others are the depth of the electrode length, soil resistivity, and also the season in summer the soil resistance is not the same as during the season rain, in this study takes the title "Effect of electrical impedance systems single rod earthing integrated with building construction". The problem is how much influence the impedance value of a single rod grounding system with a certain depth is integrated with the construction of a building with steel construction. To get good results, of course, measurements need to be made at several places where the electrodes are implanted. The results of measurements at 6 points of single rod earthing electrode locations, before and after integration with the building construction, show that after integration the impedance value drops significantly.

Key words: impedansi, grounding, single rod, integration

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Besar impedansi pentanahan sangat dipengaruhi oleh banyak faktor baik faktor internal atau eksternal. Yang dimaksud dengan faktor internal meliputi :

- Dimensi konduktor pentanahan (diameter atau panjangnya).
- Resistivitas relative tanah.
- Konfigurasi system pentanahan.

Yang dimaksud dengan faktor eksternal meliputi :

- Bentuk arusnya (pulsa, sinusoidal, searah).
- Frekuensi yang mengalir ke dalam system pentanahan

1.2. Permasalahan

Dengan memperhatikan dan mencermati pada latar belakang tersebut, maka akan timbul permasalahan, seberapa signifikan perubahan impedansi pada sistem pentanahan

sistem batang tunggal jika diintegrasikan dengan konstruksi bangunan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: Mengetahui seberapa besar pengaruh nilai impedansi sistem pentanahan batang tunggal jika diintegrasikan dengan konstruksi bangunan.

1.4. Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Urgensi dari penelitian ini adalah untuk memberi hasil penelitian tentang seberapa besar pengaruh Impedansi listrik dari sistem pentanahan batangtunggal jika diintegrasikan dengan konstruksi bangunan.

2. LANDASAN TEORI

Untuk mengetahui nilai-nilai hambatan jenis tanah yang akurat harus dilakukan pengukuran secara langsung pada lokasi yang digunakan untuk system pentanahan karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama (Hutauruk, 1991).

2.1. Syarat-syarat Sistem Pentanahan

Agar sistem pentanahan dapat bekerja secara efektif, harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a) Membuat jalur impedansi rendah ketanah untuk pengamanan personil dan peralatan menggunakan rangkaian yang efektif.
- b) Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibatsurja hubung (surge current)
- c) Menggunakan bahan tahan terhadap korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah. Untuk meyakinkan kontinuitas penampilan sepanjangumur peralatan yang dilindungi.
- d) Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanannya.

Secara umum tujuan dari sistem pentanahan dan grounding penganaman adalah sebagai

berikut:

- a) Mencegah terjadinya perbedaan potensial antara bagian tertentu dari instalasi secara aman.
- b) Mengalirkan arus gangguan ke tanah sehingga aman bagi manusia dan peralatan listrik yang dimiliki sistem pentanahan. Idealnya tahanan pentanahan adalah 0 (nol), namun karena mencapainya sulit, maka sebagai referensi, untuk gedung maksimum 5Ω

2.2 Bentuk elektroda.

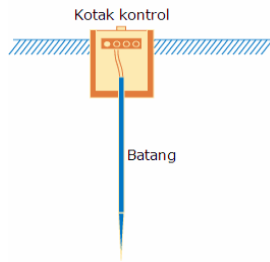
Pada prinsipnya jenis elektroda dipilih yang mempuntai kontak sangat baik terhadap tanah. Berikut ini akan dibahas jenis-jenis elektroda pentanahan dan rumus-rumus perhitungan tahanan pentanahannya. Pada dasarnya ada 3 (tiga) jenis elektroda yang digunakan pada sistem pentanahan yaitu :

- a. Elektroda Batang
- b. Elektroda Pelat
- c. Elektroda Pita

Elektroda – elektroda ini dapat digunakan secara tunggal maupun multiple dan juga secara gabungan dari ketiga jenis dalam suatu sistem.

2.3 Elektroda Batang

Elektroda batang ialah elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda ini banyak digunakan di gardu induk-gardu induk. Secara teknis, elektroda batang ini mudah pemasangannya, yaitu tinggal memancangkannya ke dalam tanah. Disamping itu, elektroda ini tidak memerlukan lahan yang luas. Elektroda batang ini mampu menyalurkan arus discharge petir maupun untuk pemakaian pentanahan yang lain



Gambar 1. Elektroda Batang

Contoh rumus tahanan pertanahan untuk elektroda Batang-Tunggal:

$$R_G = R_R = \frac{\rho}{2\pi L_R} \left[\ln\left(\frac{4L_R}{A_R}\right) - 1 \right]$$

di mana:

R_G = Tahanan pentanahan (Ohm)

R_R = Tahanan pentanahan untuk batang tunggal (Ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)

L_R = Panjang elektroda (meter)

A_R = Diameter elektroda (meter)

2.4. Faktor-Faktor Yang Menentukan Tahanan Pentanahan

Tahanan pentanahan suatu elektroda tergantung pada beberapa faktor sebagai berikut :

- Tahanan elektroda itu sendiri dan penghantar yang menghubungkan ke peralatan yang ditanahkan.
- Tahan kontak antara elektroda dengan tanah.
- Tahanan dari massa tanah sekeliling elektroda.
- Tahanan jenis tanah (ρ).

Pada prakteknya, tahanan elektroda dapat diabaikan namun tahanan kawat penghantar yang menghubungkan ke peralatan akan mempunyai impedansi yang tinggi terhadap impuls (arus) frekuensi tinggi misalnya pada saat terjadi sambaran petir. Untuk menghindari hal itu, maka penyambungan diusahakan dibuat sependek mungkin. Hal yang memberikan pengaruh terhadap pentanahan adalah Tahanan jenis tanah (ρ), tahanan jenis tanah memiliki pengaruh yang sangat dominan terhadap pentanahan, sehingga memperhatikan tahanan jenis.

3. METODE PENELITIAN

Tahapan dalam penelitian ini meliputi :

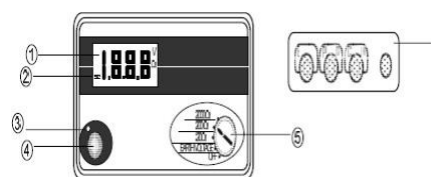
3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami permasalahan yang berkaitan dengan. Sistem pentanahan dan pengaruh panjang diameter dan jenis bahan elektroda terhadap impedansi pentanahan. Studi literatur ini dilakukan secara bersama-sama oleh ketua dan anggota peneliti yang mempunyai kepakaran (expert) dibidangnya masing- masing. Kegiatan studi literatur ini dengan cara mengumpulkan bahan- bahan pustaka dari berbagai jurnal, buku, majalah ilmiah dan dari website dan melakukan diskusi. Dengan adanya studi literatur diharapkan mampu mendasari untuk langkah selanjutnya dalam penelitian ini.

3.2 Persiapkan bahan dan peralatan

Bahan –bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa batang elektroda berupa pipa galvanis Φ 1,5 inci , groudroad Φ 5/8 dan kawat tembaga CU Φ 35mm.serta beberapa peralatan igunakan antara lain:

- Earth Resistance Tester* Dengan data sebagai berikut :
 - Merk : KYORITSU
 - Sumber tenaga : 9V DC jenis baterai R6P (SUM-3) x 6
 - Jenis : *Digital Earth Resistance Tester* 4105A
 - Alat ini berfungsi untuk menampilkan nilai tahanan pentanahan yang terukur dengan kemampuan mengukur sampai 1999 Ω (ohm). Skema gambar *Earth Resistanc Tester* ini ditunjukkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. *Digital Earth Resistance Tester* 4105A

Keterangan :

1. LCD penampil nilai ukur.
 2. Simbol baterai dalam keadaan lemah.
 3. LED indicator (berwarna hijau).
 4. Tombol uji untuk mengunci.
 5. Terminal pengukuran.
- b) Elektroda batang Bantu
Yang berfungsi sebagai pembanding dari elektroda utama untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan.
- c) Meteran
Alat untuk mengukur jarak antar elektroda dan kedalaman elektroda.
- d) Kabel penghubung
Kabel penghubung berfungsi untuk menghubungkan *Earth Resistance Tester* dengan elektroda uji dan elektroda bantu.
- e) Martil
Martil ini adalah alat yang digunakan untuk membantu menanam elektrodake dalam tanah.
- f) Kabel tembaga CU Φ 35mm, untuk menghubungkan batang elektroda dengan konstruksi bangunan.
- g) Konektor untuk menghubungkan kabel CU

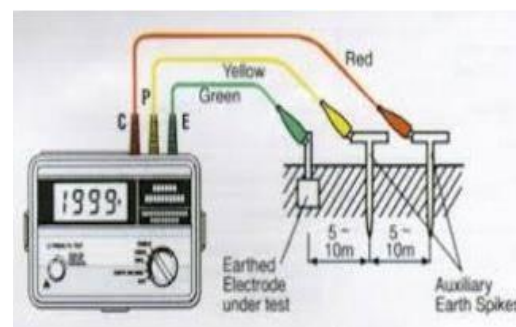
3.3. Pengukuran tahanan pentanahan elektroda batang tunggal

Pengukuran dilakukan dengan tahapan pengukuran sebagai berikut :

- a) Mempersiapkan peralatan dan bahan.
- b) Mengecek tegangan baterai dengan menghidupkan *Digital Earth Resistance Tester* . Jika layar tampak bersih tanpa simbol baterai lemah berarti kondisi baterai dalam keadaan baik. Jika layar menunjukkan simbol baterai lemah atau bahkan layar dalam keadaan gelap berarti baterai perlu diganti.

Membuat rangkaian pengujian seperti pada gambar 3 dengan menanam elektroda utama dan elektroda bantu.

- a) Menanam elektroda dengan memukul kepala elektroda menggunakan martil, jika menjumpai lapisan tanah yang keras sebaiknya jangan memaksakan penanaman elektroda.
- b) Menentukan jarak antar elektroda bantu minimal 5 meter dan maksimal 10 meter.
- c) Mengecek penghubung atau penjepit pada elektroda utama dan elektroda bantu dengan mensetting *rangeswitch* ke 30Ω dan tekan tombol "*PRESS TO TEST*". Jika tahanan elektroda utama terlalu tinggi atau menunjukkan simbol "... " yang berkedip-kedip maka perlu dicek penghubung atau penjepit pada elektroda utama.
- d) Melakukan pengukuran. Mengatur *range switch* ke posisi yang diinginkan dan tekan tombol "*PRESS TO TEST*" selama beberapa detik.
- e) Mencatat nilai ukur tahanan yang muncul dari *Digital Earth Resistance Tester*.
- f) Mengembalikan posisi tombol "*PRESS TO TEST*" ke posisi awal.
- g) Melakukan pengujian tahanan untuk kedalaman elektroda utama yang berbeda dengan langkah c,d,e



Gambar 3. Pengukuran Tahanan Pentanahan

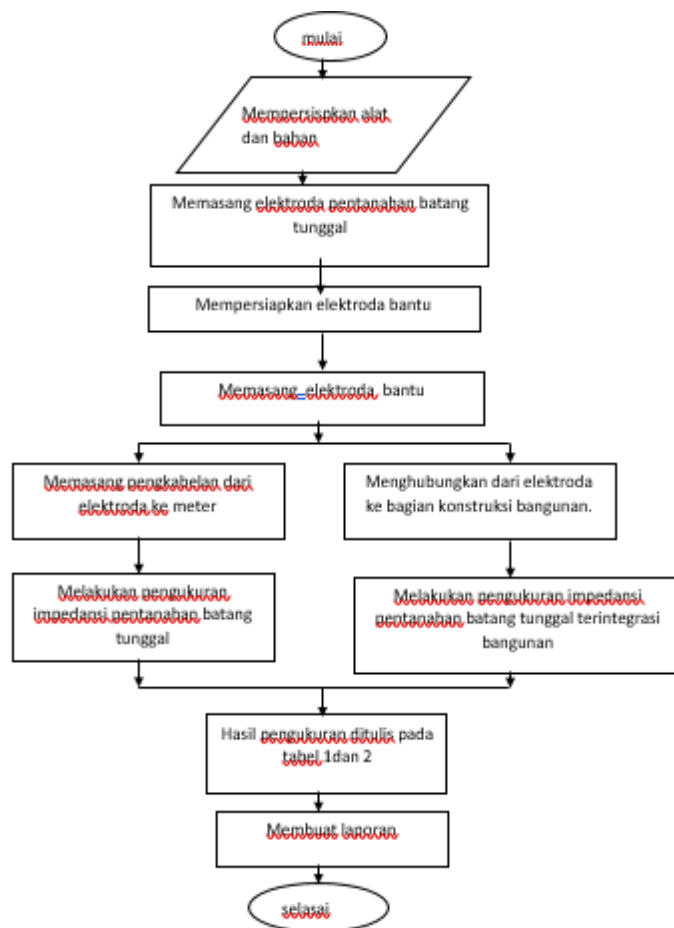
3.4. Pengukuran Elektroda Batang Tunggal Yang Terintegrasi dengan Konstruksi bangunan

Pengukuran dilakukan dengan melakukan pertama adalah dengan menghubungkan antara elektroda batang tunggal dengan konstruksi bangunan dengan label tembaga CU Φ 35 mm. Selanjutnya adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Obyek Konstruksi Bangunan

- Menentukan jarak antar elektroda bantu minimal 5 meter dan maksimal 10 meter.
- Mengecek penghubung atau penjepit pada elektroda utama dan elektroda bantu dengan mensetting *rangeswitch* ke 30 Ω dan tekan tombol "PRESS TO TEST". Jika tahanan elektroda utama terlalu tinggi atau menunjukkan simbol "... " yang berkedip-kedip maka perlu dicek penghubung atau penjepit pada elektroda utama.
- Melakukan pengukuran. Mensetting *range switch* ke posisi yang diinginkan dan tekan tombol "PRESS TO TEST" selama beberapa detik.
- Mencatat nilai ukur tahanan yang muncul dari *Digital Earth Resistance Tester*.
- Mengembalikan posisi tombol "PRESS TO TEST" ke posisi awal. Langkah-langkah penelitian diperlihatkan pada gambar flowchart di gambar 4.



Gambar 5. Flowchart Pengukuran Elektroda Batang

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran impedansi pentanahan dari sistem pentanahan batang tunggal dilakukan di lingkungan bengkel listrik Politeknik Negeri Semarang, elektroda yang dipakai dalam penelitian ini terdapat pada 6 lokasi /posisi antara lain :

- Pentanahan pentanahan pada body genset di bengkel listrik.
- Pentanahan panel pada ruang genset bengkel listrik
- Pentanahan pada titik trafo distribusi
- Pentanahan pada panel distribusi tiang trafo
- Pentanahan pada titik netral hantaran distribusi
- Pentanahan untuk pembelajaran sistem pentanahan di bengkel listrik.

Hasil pengukuran tahanan sistem pentanahan diperlihatkan pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran tahanan pentanahan batang tunggal di 6 lokasi

No	Uraian	Tahanan Pentanahan (Ω)
1	Genset	1,8
2	Panel genset	2,25
3	Tiang Dist	2,48
4	Arester	1
5	Titik netral Trafo	4
6	Bengkel listrik	2,4

Hasil pengukuran impedansi pentanahan dari sistem pentanahan batang tunggal yang terpasang di sekitar bengkel listrik dapat diketahui dimana nilai impedansinya bervariasi antara 1 Ω sampai 2,48 Ω , pengukuran ini dilakukan pada saat musim hujan sehingga tahanan jesis tanah (η) turun sehingga ini akan mempengaruhi impedansi sistem pentanahan. impedansi pentanahan yang paling kecil ada pada pentanahan atester, ini adalah untuk pengaman peralatan jaringan distribusi dari sambaran petir. Tahanan impedansi sistem pentanahan setelah diintegrasikan dengan konstruksi bangunan diperlihatkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran inpedansi pentanahan sistem batang tunggal terintegrasi dengan konstruksi bangunan.

No	Uraian	Tahanan Pentanahan (Ω)
1	Genset	1,68
2	Panel genset	1,70
3	Tiang Dist	1,71
4	Arester	1,0
5	Titik netral Trafo	1,99
6	Bengkel listrik	1,74

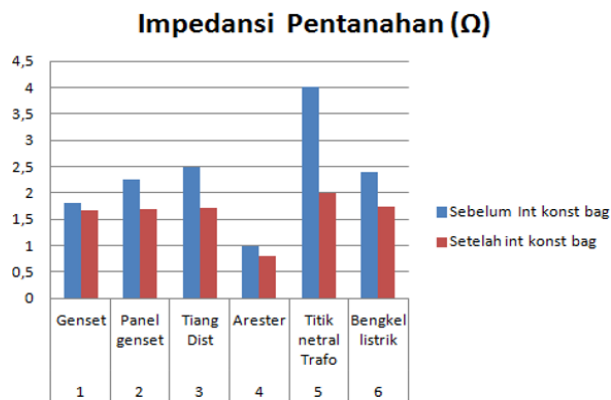
Hasil Pengukuran impedansi sistem pentanahan batang tunggal terintegrasi dengan konstruksi bangunan dapat diketahui dari hasil pengukuran dimana impedansi sistem pentanahan dimasing-masing lokasi /tempat mempunyai nilai impedansi antara 1 Ω sampai 1,99 Ω . Ini menunjuk kan ada penurunan nilai impedansi yang cukup signifikan. Untuk lebih jelasnya pengaruh penyambungan antara batang elektroda dengan konstruksi bangunan diperlihatkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil pengukuran impedansi sistem pentanahan sebelum dan setelah disambungkan dengan konstruksi bangunan

No	Uraian	Impedansi pentanahan (Ω)	
		Sebelum integ konst bangunan	Setelah integ konst bangunan
1	Genset	1,8	1,68
2	Panel genset	2,25	1,70
3	Tiang Dist	2,48	1,71
4	Arester	1	0,8
5	Titik netral Trafo	4	1,99
6	Bengkel listrik	2,4	1,74

Hasil pengukuran Impedansi sistem pentanahan sebelum dan setelah elektroda disambungkan dengan konstruksi bangunan ternyata akan menyebabkan penurunan nilai impedansi yang cukup signifikan misal pada impedan pentanahan di lokasi bengkel listrik yang semula 2,4 Ω

Menjadi 1,74 Ω . Untuk keseluruhan dari 6 lokasi elektroda pentanahan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Kurva hasil pengukuran impedansi pentanahan sebelum dan sesudah integrasi dengan konstruksi bangunan

Dari hasil pengukuran impedansi system pentanahan batang tunggal sebelum dan setelah diintegrasikan dengan konstruksi bangunan ada penurunan nilai impedansi yang signifikan misalkan pada titik netral trafo yang sebelumnya nilai impedansinya 4Ω , setelah diintegrasikan dengan besi dari konstruksi bangunan berubah menjadi 2Ω .

Begitu pula pada lokasi bengkel listrik $2,4\Omega$ menjadi $1,7\Omega$. Oleh karena itu untuk menurunkan impedansi pada system pentanahan salah satu cara dapat dilakukan dengan menghubungkan sistem pentanahan dengan besi konstruksi bangunan gedung.

5. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengukuran pengaruh fluktuasi tegangan terhadap kinerja lampu LED, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Lampu jenis LED mulai menyala pada tegangan sekitar 80 Volt.
2. Jika terjadi Fluktuasi tegangan maka mempengaruhi intensitas cahaya.
3. Intensitas cahaya mulai stabil pada sekitar 70 % sampai 80 % tegangan nominal.
4. Saat Tegangan melebihi tegangan nominal maka arus dan intensitas cahaya turun.

DAFTAR PUSTAKA

Arrilaga, Jos and Watson, Neville.2003 *Power System Harmonics* Chicester: John Walley and Sons.

Ahmed Hossam-Eldin dan Hasan M Reda. 2006. Study of The Effect of Harmonics On Measurments of The Energy Meters. Electrical Engineering Department, Alexandria University, Alexandria, Egypt.

Buhron,Hernadi and Sutanto, Justin,2007. *Implikasi Harmonisa Dalam Sistem Tenaga Listrik dan Alternatif Solusinya*. PLN Distribusi Jabar.

Daniel Rohi, Dion Dwipayana Utama, Ontoseno Penangsang, 2009,Distorsi

Joko Santoso, 2005, Pengaruh Perubahan Tegangan Catu Terhadap Umur Lampu Hemat Energi. Jurnal teknik, Undip

Luciana Kristanto, 2008, Penelitian Terhadap Kuat Penerangan dan Hubunganya Dengan Angka Reflektansi Warna Dinding , Petra. Surabaya.

Muhaimin,2001. Teknologi Pencahayaan, Refika Aditama, Bandung SIN 04-6958-2003 pada Lampu Hemat Energi.

Berlianti.2011.Analisis pengaruh penggunaan elektroda pentanahan bentuk plat pada rugi rugi transformator:Politeknik Negeri Padang.

Wahyono Budi Prasetyo, 2013, Analisa pengaruh Jarak dan Kedalaman terhadap nilai tahanan pembumian dengan 2 elektroda batang ProsidingSNST ke 4 Tahun 2013 Fakultas Teknik Wahit Hasyim Semarang.