

Studi Kelayakan Sistem Pentanahan pada Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas

S. Yudia Meka^{1*}, Novizon^{2*}

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang

²Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Andalas

*Corresponding Author: yudia@pnp.ac.id , novizon@eng.unand.ac.id

Abstrak— Sistem pentanahan merupakan salah satu bagian sistem tenaga listrik yang memiliki peranan penting dalam mengalirkan arus lebih dari sistem tenaga listrik ke tanah karena adanya gangguan sistem tenaga listrik atau sambaran petir yang bisa membahayakan gedung dan sekitarnya. Sistem pentanahan ini bertujuan agar manusia, peralatan listrik, instalasi listrik terhindar dari bahaya konsleting listrik. Dalam pemenuhan regulasi resmi standart aman dan menurut standar peraturan umum instalasi listrik (PUIL) untuk menghindari bahaya sambaran petir pada gedung dibutuhkan nilai resistansi pentanahannya kurang dari lima ohm dan dikehendaki resistansi pentanahan dibuat sekecil mungkin. Pada penelitian ini, pengukuran resistansi pentanahan dilihat dari kedalaman tahanan pentanahan dan tahanan pentanahan disusun secara paralel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode tahanan pentanahan secara paralel menghasilkan penurunan nilai resistansi pentanahan lebih signifikan dibandingkan dengan tahanan pentanahan dalam kedalaman tertentu. Dari hasil perhitungan, nilai tahanan Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas menggunakan elektroda batang dengan diameter 0,016 meter sebesar 24,5 Ω dengan kedalaman elektroda 0,5 meter dan pada kedalaman 1 meter didapatkan nilai pentanahan sebesar 17,52 Ω . Semakin dalam kedalaman elektroda semakin kecil nilai tahanan yang dihasilkan, dan melakukan pemasangan sistem pentanahan dengan metode multirod yaitu menyusun elektroda secara paralel dengan kedalaman tertentu memperoleh tahanan yang lebih kecil dibandingkan dengan tidak memparalelkan elektroda.

Kata Kunci: Sistem Pentanahan, tahanan pentanahan

Abstract— The grounding system is one part of the electric power system that has an important role in flowing overcurrent from the electric power system to the ground due to electrical power system disturbances or lightning strikes that can endanger the building and its surroundings. This grounding system aims to protect humans, electrical equipment, and electrical installations from the danger of electrical short circuits. In compliance with official regulations, safety standards and according to general electrical installation regulatory standards (PUIL) to avoid the danger of lightning strikes in buildings, it is necessary to have grounding resistance value of less than five ohms and is made as small as possible. In this study, the measurement of grounding resistance seen from the depth of the grounding and the grounding resistance are arranged in parallel. The results of this study indicate that the parallel grounding resistance method produces a more significant reduction in the value of grounding resistance compared to the grounding resistance in a certain depth. From the calculation results, the resistance value of the Electrical Engineering Building at Andalas University using a rod electrode with a diameter of 0.016 meters is 24.5 Ω with an electrode depth of 0.5 meters and at a depth of 1 meter a grounding value of 17.52 Ω is obtained. The deeper the depth of the electrode, the smaller the resulting resistance value, and installing a grounding system with the multirod method, namely arranging electrodes in parallel with a certain depth, obtains less resistance compared to not parallelizing the electrodes

Keywords: Grounding system, resistance

© 2022 Elektron Jurnal Ilmiah

I. PENDAHULUAN

Pembumian atau yang sering dikenal dengan istilah *grounding* merupakan sistem pentanahan dalam bidang teknik kelistrikan[1]. Sistem pentanahan adalah sistem dalam instalasi listrik yang mengacu pada penyambungan peralatan instalasi listrik ke tanah yang bertujuan untuk mengamankan manusia dan komponen-komponen listrik lainnya dari bahaya arus abnormal[2]. Sistem pentanahan akan menghilangkan beda potensial arus yang timbul akibat adanya lonjakan arus yang besar. Lonjakan arus yang besar biasanya disebabkan oleh beberapa faktor yang paling sering terjadi yaitu karena terjadinya *source circuit* pada instalasi listrik, sambaran petir serta kebocoran arus pada perangkat elektronik[3].

Sistem pentanahan hal yang sangat penting dalam sistem kelistrikan. Sistem pentanahan yang baik memiliki angka tahanan tanah yang kecil dengan nilai tahanan yang kurang dari lima ohm. Hal ini dikarenakan karena hambatan yang kecil dapat mengalirkan arus lebih besar langsung kedalam tanah. Nilai resistansi penanahan yang rendah akan membuat instalasi listrik semakin handal. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai tahanan tanah yaitu jenis elektroda yang digunakan, jenis bahan elektroda yang digunakan, kedalaman, jumlah serta lebar elektroda yang dipasang, tahanan jenis tanah disekitar gedung yang akan dipasang sistem pentanahan[4]. Pemasangan sistem pentanahan dilakukan dengan teknik dan syarat yang benar dengan cara menancapkan elektroda

kedalam tanah. Elektroda tersebut digunakan untuk menyalurkan arus listrik yang berlebih ke tanah[5]. Namun pada kenyataannya, hal yang paling sering terjadi pada gedung yang sudah dilengkapi dengan sistem pentanahan akan tetapi sistem pentanahan tersebut belum bisa menetralkan lonjakan arus listrik yang terjadi, salah satu faktor penyebabnya yaitu nilai resistansi pentanahan yang terpasang masih jauh dari nilai ambang batas yang diizinkan oleh Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000 yaitu kurang dari lima ohm[6]. Jika hal ini dibiarkan secara terus akan mengakibatkan bahaya bagi manusia yang berada disekitar gedung tersebut. Penelitian ini akan diadakan studi kelayakan sistem pentanahan di Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas. Dalam penelitian ini perlu mengetahui nilai-nilai tahanan jenis tanah yang akurat yang dilakukan pengukuran secara langsung pada lokasi yang digunakan untuk sistem pembumian karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi berbeda mempunyai tahanan jenis yang berbeda.

Sistem pentanahan berfungsi untuk menyalurkan arus listrik ke tanah. Penyaluran arus listrik ke tanah ini bertujuan untuk menetralkan arus bocor akibat sambaran petir dan hal yang lain[7]. Dalam PUIL 2000 disebutkan bahwa ada dua resiko yang berbahaya pada instalasi listrik yaitu arus kejutan listrik dan suhu tinggi yang berpotensi menimbulkan kebakaran. Resiko ini dapat dihindari apabila instalasi listrik memiliki sistem pentanahan yang baik dan memenuhi standarisasi yang berlaku. Sistem pentanahan yang memenuhi standar akan memperhatikan pemasangan elektroda pentanahan[8]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya resistansi yang terukur yaitu :

a. Bentuk dan jumlah elektroda yang terpasang

Nilai resistansi dapat diminimalkan pada sistem pentanahan jika pada gedung memiliki elektroda batang yang disusun secara paralel, semakin banyak elektroda yang terpasang maka akan semakin kecil nilai resistansinya

b. Kualitas Komposisi Tanah

Tahanan jenis tanah berbeda-beda di tiap titiknya, tergantung dari komposisi yang terdapat pada tanah tersebut seperti kadar garam dalam tanah. Garam merupakan salah satu zat kimia yang tergolong elektrolit kuat. Ion-ion garam akan bergerak bebas dalam menghantarkan listrik dari elektroda pentanahan kemudian menyebar keseluruh tanah. Semakin banyak kandungan garam pada suatu media pentanahan maka nilai tahanan jenis tanahnya semakin rendah sehingga pentanahannya pun semakin baik. Hal lain yang mempengaruhi kualitas komposisi tanah adalah pengaruh kandungan air didalam tanah atau yang lebih sering dikenal dengan kelembaban. Air juga termasuk zat elektrolit yang ion-ion nya bergerak bebas. Jika kelembaban dalam tanah tinggi maka nilai tahanan jenis tanah akan rendah dan membuat nilai tahanan pentanahan akan semakin baik.

c. Temperatur Tanah

Pengaruh temperatur didalam tanah juga mempengaruhi kualitas komposisi tanah, seperti yang dibahas sebelumnya, garam dan air masuk kedalam kategori elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik dari elektroda ke tanah. Namun hal tersebut tidak akan berfungsi jika berada pada suhu beku. Jika air disuhu 0°C yang akan membuat ion-ion penyusun air tidak dapat bergerak bebas menghantarkan listrik. Oleh karena itu sistem pentanahan harus dipasang pada tanah dengan suhu jauh diatas titik beku.

Arus listrik yang bocor akan langsung dialirkan ke dalam tanah untuk dinetralkan[9]. Arus tersebut akan mengalir melalui elektroda yang ditanam di dalam tanah pada kedalaman tertentu[10]. Resistansi yang ditimbulkan oleh tanah sangat besar sehingga perlu pemasangan elektroda dan modifikasi komposisi tanah untuk mendapatkan sistem pentanahan yang kecil[11]. Tabel 1 menampilkan resistansi tahanan jenis tanah.

Tabel 1. Tahanan Jenis Tanah

No.	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (Ω)
1	Tanah rawa	30
2	Tanah liat dan tanah ladang	100
3	Pasir basah	200
4	Kerikil basah	500
5	Pasir dan kerikil kering	1000
6	Tanah batu	3000

Persamaan untuk menentukan tahanan jenis tanah

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \quad (1)$$

adalah sebagai berikut :

Keterangan :

R = Nilai tahanan pentanahan (Ω)

ρ = Tahanan Jenis tanah ($\Omega.m$)

L = Panjang elektroda atau kedalaman (m)

a = Diameter elektroda (m)

Total tahanan yang terdapat dari sebuah kombinasi elektroda datar dan elektroda tegak lebih kecil dari masing-masing elektroda. Namun jika kombinasi elektroda tersebut dihubung secara paralel maka akan menghasilkan nilai resistansi yang lebih rendah. Total resistansinya dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$R_{total} = \frac{R_1 R_2 - R_{12}^2}{R_1 - R_2 - R_{12}^2} \quad (2)$$

Keterangan :

R_1 = Resistansi elektroda

R_2 = Resistansi elektroda tegak

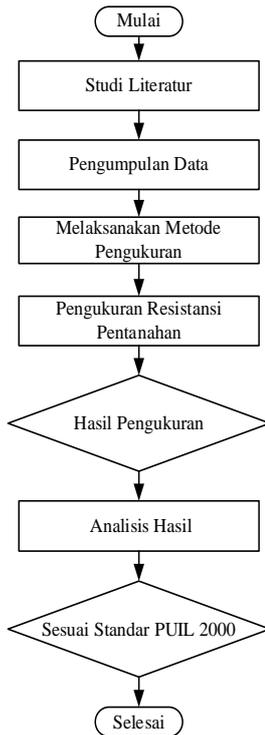
R_{12} = Resistansi gabungan antara elektroda mendatar dan elektroda tegak

Nilai Resistansi elektroda pentanahan akan mengalami peningkatan seiring bertambahnya usia

sistem pentanahan tersebut[12]. Hal ini karena kualitas elektroda akibat korosi pada elektroda yang akan menghambat penyaluran arus listrik. Gedung Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas sudah berdiri lebih dari 20 tahun. Dari usia gedung inilah perlu upaya penelitian secara berkala melihat bahwa apakah sistem pentanahan pada gedung tersebut masih layak dan sesuai dengan PUIL 2000.

II. METODE

Alur penelitian pada flowchart berikut :



Gambar 1. Flowchart Alur Penelitian

Pada penelitian ini ada terdapat beberapa alat pengukuran yang terdapat pada tabel 2.

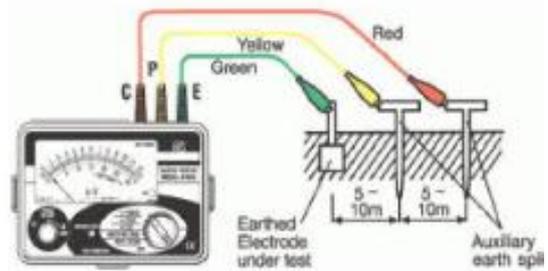
Tabel 2. Alat Pengukuran

Nama Alat	Jumlah
Earth tester	1 unit
Elektroda bantu	2 unit
Kabel pengukuran (merah)	10 m
Kabel pengukuran (kuning)	10 m
Kabel pengukuran (hitam)	5 m
Palu	1 unit
Meteran	1 unit
Tang	1 unit
Obeng +	1 unit
Obeng -	1 unit

Adapun langkah kerja yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengukuran resistansi pentanahan
- b. Memeriksa tegangan baterai dengan menghidupkan earth tester digital

- c. Merangkai rangkaian pengujian untuk mengukur nilai resistansi pada sistem pentanahan digedung tersebut
- d. Menentukan jarak antara kedua elektroda tersebut yaitu pada jarak 5-10 meter
- e. Melakukan pengukuran terhadap tegangan terukur pada tanah. Apabila tegangan terukur pada tanah lebih besar dari 10volt maka kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pengukuran nilai resistansi pentanahan akan besar.
- f. Melakukan pengukuran resistansi pentanahan
- g. Mencatat nilai hasil pengukuran
- h. Tahapan diatas diulangi untuk kondisi tanah yang berbeda.



Gambar 2. Rangkaian Pengukuran Resistansi

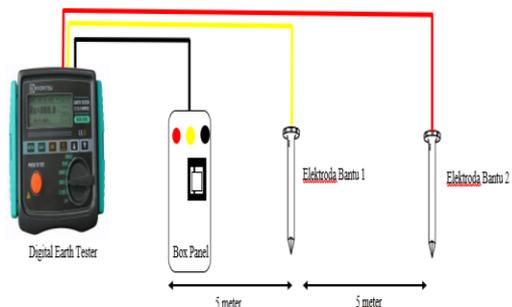
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan

Data yang diambil adalah untuk melihat nilai tahanan pentanahan yang ada di Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas.

- a. Pengukuran Tahanan Pentanahan pada Kabel BC di Panel

Pengukuran tahanan pentanahan pada kabel BC di panel menggunakan metode tiga titik, dimana pengukuran dilakukan dengan menggunakan satu buah elektroda utama dan dua buah elektroda bantu dengan panjang 30 cm. Alat ukur tahanan pentanahan yang digunakan yaitu earth tester Kyoritsu KEW4106.



Gambar 3. Sketsa Pengukuran Nilai Pentanahan di Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas

Ada tiga buah kabel penghubung yang digunakan yaitu kabel berwarna hijau sebagai penghubung

ke kabel BC dengan terminal E (*earth*), kabel berwarna kuning sebagai penghubung elektroda bantu 1 terminal P (potensial), kabel warna merah sebagai elektroda bantu 2 C (*current*) pada *earth tester*. Jarak tiap elektroda adalah 5 meter dan dilakukan 4 kali percobaan pada titik yang berbeda. Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran tahanan pentanahan dikabel BC.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Kabel BC

Percobaan	Nilai Tahanan (Ω)
1	4,25
2	3,89
3	3,54
4	4,67
Rata-Rata	4,0875

b. Pengukuran Tahanan Pentanahan dengan Memvariasikan Kedalaman Elektroda

Pengukuran tahanan pentanahan dengan memvariasikan kedalaman elektroda di Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan

Kedalaman (Meter)	Tahanan (Ω)
0,5	24,5
1,0	13,2
1,5	9,7

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan nilai tahanan yang didapat belum sesuai standar yang diinginkan yaitu 1 Ω , maka dilakukan analisa dan perhitungan untuk mendapatkan nilai tahanan yang $\leq 1 \Omega$. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus pada persamaan (1).

3.2. Analisa Perhitungan Nilai Tahanan Pentanahan

Pengukuran nilai tahanan di Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas menggunakan elektroda batang dengan diameter 0,016 m.

Pada pengukuran tersebut didapatkan nilai hasil pentanahannya sebesar 24,5 Ω dengan kedalaman elektroda 0,5 meter, sedangkan pada kedalaman 1 meter didapatkan nilai pentanahan yaitu 13,2 Ω . Maka didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Pentanahan

Kedalaman (Meter)	Tahanan (Ω)
1	17,52
1,5	12,57
2	9,89
2,5	8,19

Dari perhitungan pada tabel 5, pada kedalaman 2,5 meter didapatkan nilai pentanahan sebesar 8,19 Ω . Nilai ini belum sesuai dengan ketentuan PUIL 2000 yaitu $< 5 \Omega$. Penurunan tahanan pentanahan maksimal dapat diperoleh dengan elektroda batang yang

disusun secara paralel dengan jarak minimal antar batang elektroda melebihi dari panjang satu elektroda batang pentanahan. Nilai tahanan pentanahan paralel dapat dihitung menggunakan persamaan (2), jika elektroda batang disusun secara paralel maka diperoleh nilai tahanan pentanahan :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{8,19\Omega} + \frac{1}{8,19\Omega} + \frac{1}{8,19\Omega}$$

$$R = 2,73\Omega$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai yang sudah memenuhi ketentuan PUIL 2000 yaitu nilai tahanan yang kecil dari 5 Ω . Pentanahan di Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas seharusnya dipasang dengan tipe *multirod* yaitu sebanyak 3 elektroda dengan kedalaman 2,5 meter.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh nilai tahanan Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas menggunakan elektroda batang dengan diameter 0,016 meter sebesar 24,5 Ω dengan kedalaman elektroda 0,5 meter dan pada kedalaman 1 meter didapatkan nilai pentanahan sebesar 17,52 Ω . Semakin dalam kedalaman elektroda semakin kecil nilai tahanan yang dihasilkan, dan melakukan pemasangan sistem pentanahan dengan metode *multirod* yaitu menyusun elektroda secara paralel dengan kedalaman tertentu memperoleh tahanan yang lebih kecil dibandingkan dengan tidak memparalelkan elektroda. Jika Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas menerapkan pemasangan sistem pentanahan dengan *multirod* maka nilai pentanahan akan kecil dan nilai tahanan gedung sudah memenuhi nilai ambang batas PUIL2000 dan tidak membahayakan peralatan dan manusia disekitar Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas

REFERENSI

- [1] Pronoto, A., Tumaliang, H., & Mangindaan, G. M. (2018). Analisa sistem pentanahan gardu induk teling dengan konstruksi grid. *Pentanahan*, 189-197.
- [2] Wahyono, Budhi Prasetyo, 2016. Analisa Pengaruh Jarak Dan Kedalaman Terhadap Nilai Tahanan Pembumian Dengan 2 Elektroda Batang, Prosiding SNST ke-4 Tahun 2016 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- [3] J. Fisika and U. N. Semarang, "Rancang Bangun Sistem Grounding Untuk," pp. 115–124, 1998.
- [4] Linda Pasaribu, Studi Analisis Pengaruh Jenis Tanah, Kelembaban, Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Tahanan Pentanahan Tanah (Tesis). Universitas Indonesia, Jakarta, (2011).

- [5] A. B. Pulungan, Sukardi, Ta'ali dan R. Miftahul, "Studi Kelayakan Sistem Grounding Pada Gedung Olahraga Universitas Negeri Padang," Vol. 3, No.1, 2022, pp. 96 – 101, 2022
- [6] Badan Standarisasi Nasional. 2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). Jakarta: Yayasan PUIL
- [7] Hutaeruk, T.S. 1991. Pengetanahan Netral Sistem Tenaga Dan Pengetanahan Peralatan. Yayasan PUIL. Jakarta : Erlangga
- [8] Tadjuddin. Bentuk - bentuk elektroda pentanahan. Elektro Indonesia Edisi ke Lima Belas, Nopember 2010
- [9] Pabla, AS, Sistem Distribusi Daya Listrik, Erlangga: Jakarta, 1994
- [10] Managam Rajagukguk, Studi Pengaruh Jenis Tanah dan Kedalaman Pembumian Driven Rod terhadap Resistansi Jenis Tanah, Universitas Tanjungpura, Pontianak, (2012).
- [11] IEEE Std 142-2007. IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems,(2007).
- [12] N. Nurdiana and A. Nurdin, Pengaruh Kedalaman Terhadap Tahanan Pentanahan Di Area Rusunawa Kampus Universitas PGRI Palembang," J. Ampere, vol.4 no.2, p.327,2020