

Analisis Perbandingan Tahanan Pentanahan Pada Elektroda Batang Dan Plat Untuk Perbaikan Nilai Resistansi Pembumian

Hefri Yuliadi, Surya Hardi dan Rohana

Program Studi Pasca Sarjana Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Denai No. 217, Medan 20226
e-mail: hefriyuliadi08@gmail.com

Abstrak— Tersedianya sistem pentanahan haruslah memiliki nilai tahanan pentanahan yang sekecil-kecilnya. Untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan dengan nilai tertentu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti : bentuk sistem pentanahan, jenis tanah, suhu tanah, kelembaban tanah, diameter elektroda, kandungan elektrolit tanah dan lain-lain, Elektroda pentanahan dapat berupa batang yang ditanam tegak lurus atau ditanam sejajar permukaan tanah, dan berupa lempeng atau plat, yang kesemuanya ini dirancang untuk memperkecil tahanan pentanahan dari hasil pengukuran dan perhitungan didapat nilai tahanan pentanahan pada hasil pengukuran diatas, menunjukkan kedalaman elektrode pentanahan adalah sedalam 1.5 m, pada kedalaman ini nilai tahanan pentanahan adalah 0.98 Ω Pada Elektroda Batang sedangkan pada elektroda Plat sebesar 1,6 Ω . Dan perhitungan tahanan pentanahan dengan mempergunakan Rumus *Dwight*, pada elektroda batang nilai rata-rata sebesar 0.9 Ω dan Plat, nilai rata-rata sebesar 0.5 Ω . Terdapat perbedaan antara hasil perhitungan dan pengukuran hal ini dikarenakan perbedaan persepsi jenis elektroda yang digunakan. Hal Sudah < 1 Ω memenuhi syarat PUIL, 2000, untuk jenis tanah basah dan lembab.

Kata kunci : Resistansi, Elektroda Batang, Plat, *Standart* PUIL 2000

Abstract— *The availability of a grounding system must have the smallest grounding resistance value. To obtain a grounding resistance value with a certain value is influenced by several factors such as: the shape of the grounding system, soil type, soil temperature, soil moisture, electrode diameter, soil electrolyte content and others. the ground surface, and in the form of plates or plates, all of which are designed to reduce grounding resistance. From the results of measurements and calculations, the value of grounding resistance is obtained from the measurement results above, indicating the depth of the grounding electrode is 1.5 m deep, at this depth the value of grounding resistance is 0.98 Ω . The rod electrode, while the plate electrode is 1.6 Ω . and the calculation of the ground resistance using Dwight's formula, the average value of the rod electrode is 0.9 Ω and the plate, the average value is 0.5 Ω . There is a difference between the results of calculations and measurements this is due to differences in the perception of the type of electrode used. It is < 1 Ω meets the requirements of PUIL, 2000, for wet and moist soil types.*

Keywords : Resistance, Rod Electrode, Plate, PUIL Standard 2000

I. PENDAHULUAN

Tersedianya kebutuhan akan listrik dan peralatan telekomunikasi yang cukup dan modern haruslah memiliki unsur aman, nyaman dan memiliki kualitas dan keandalan yang tinggi. Didalam pengamanan sebuah sistem tenaga listrik beserta perangkat-perangkat elektronik lain dibutuhkan pemasangan sistem pentanahan. Tersedianya sistem pentanahan haruslah memiliki nilai tahanan pentanahan yang sekecil-kecilnya. Untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan dengan nilai tertentu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti : bentuk sistem pentanahan, jenis tanah, suhu tanah, kelembaban tanah, diameter elektroda, kandungan elektrolit tanah dan lain-lain. Bila tanpa memperhatikan faktor-faktor tersebut sangat sulit akan didapatkan nilai tahanan pentanahan yang sekecil-kecilnya atau nilai tahanan pentanahan yang diinginkan, baik dari nilai tahanan pentanahan jangka pendek maupun jangka panjang, karena

evaluasi sistem pentanahan wajib dilakukan setiap 6 bulan (PUIL, 2000).

Penelitian tentang sistem pentanahan telah banyak dilakukan, baik bentuk sistem pentanahan maupun dengan merubah kandungan elektrolit pada tanah dengan penambahan zat aditif pada tanah. tersebut. Namun penelitian mengenai sistem pentanahan dua batang elektroda ditanam vertikal terhadap tanah khususnya pada sistem pentanahan dengan jarak antar elektroda lebih besar dari pada panjang elektroda ($S > L$) sangat jarang dilakukan, karena sistem pentanahan tersebut sangat jarang digunakan, karena sistem tersebut kurang efektif bila ditinjau dari lahan yang dibutuhkan. Bila sistem pentanahan tersebut dapat menghemat lahan yang dibutuhkan, kemungkinan sistem pentanahan tersebut efektif dioperasikan untuk memenuhi kebutuhan sistem pentanahan untuk mengamankan perangkat-perangkat elektronik. Melihat dari faktor-faktor yang mempengaruhi nilai

tahanan pentanahan seperti diameter elektroda dan penambahan zat aditif, maka sangat mungkin dilakukan penelitian dengan memodifikasi kedalaman dan diameter elektroda pada sistem pentanahan dua batang elektroda ditanam vertikal terhadap tanah dengan $S > L$ untuk mengurangi jarak antar elektroda, sehingga akan dapat mengurangi lahan yang dibutuhkan.

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 sirkuit listrik dengan bumi. Sistem pentanahan yang digunakan baik untuk pentanahan netral dari suatu sistem tenaga listrik, pentanahan sistem penangkal petir dan pentanahan untuk suatu peralatan khususnya dibidang telekomunikasi dan elektronik perlu mendapatkan perhatian yang serius, karena pada prinsipnya pentanahan tersebut merupakan dasar yang digunakan untuk suatu sistem proteksi. Tidak jarang orang umum/awam maupun seorang teknisi masih ada kekurangan dalam mengprediksikan nilai dari suatu hambatan pentanahan. Besaran yang sangat dominan untuk diperhatikan dari suatu sistem pentanahan adalah hambatan sistem suatu sistem pentanahan tersebut.

II. STUDI PUSTAKA

Menurut beberapa peneliti yang telah mengemukakan tentang sistem pentanahan sebagai berikut :

1. Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan 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. Penelitian dilakukan untuk mengukur dan membandingkan nilai tahanan pentanahan pada area reklamasi dan non reklamasi pantai pada area perumahan Citra Land, PT. Ciputra Surya, JO. sehingga akan mempermudah dalam perancangan sistem pentanahan nantinya. Jenis elektroda yang digunakan dalam pengukuran ialah elektroda batang tunggal dengan diameter 0,15 m dan panjang 1,4 meter, yang ditanam dengan kedalaman 0,25/0,5/0,75/1 meter dari permukaan tanah, alat ukur yang digunakan ialah Analog Earth Resistance Tester 3235. Pengukuran nilai tahanan pentanahan dilakukan sebanyak sepuluh kali agar nilai yang di dapatkan dapat dirata-ratakan sehingga mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang di inginkan. Nilai hasil

pengukuran tahanan pentanahan tanah reklamasi sebesar 3,03 Ω , sedangkan tanah non reklamasi sebesar 5 Ω . Untuk nilai tahanan jenis tanah pada tanah reklamasi sebesar 0,455 Ω sedangkan untuk tanah non reklamasi sebesar 1,481 Ω (Mukmin et al., 2014).

2. Tahanan pentanahan berbanding lurus dengan besarnya tahanan jenis tanah. Tahanan jenis tanah itu sendiri dipengaruhi beberapa hal yaitu struktur tanah, temperatur, pengaruh kandungan air (kelembaban), dan pengaruh kandungan kimia dalam tanah. Penelitian ini untuk menganalisis penurunan nilai tahanan pentanahan dengan penambahan zat aditif berupa gipsum tanpa campuran tanah dan gipsum yang dicampur dengan tanah. Hasil penelitian menunjukkan nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gipsum tanpa campuran tanah memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan tahanan pentanahan tanpa penambahan zat aditif. Tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum bercampur tanah secara rata-rata dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan sebesar 153,56 ohm dengan 25% gipsum, 157,2 ohm dengan 75% gipsum dan 169,91 ohm dengan 50% gypsum (Martin et al., 2018)
3. Penanaman elektroda pentanahan diperlukan untuk melakukan perbaikan nilai tahanan pentanahan. Untuk elektroda pentanahan mempergunakan tembaga pejal (*Copper rod*) akan memperbaiki tahanan pentanahan pada area disekitar titik ditanamnya elektroda sehingga didapatkan nilai tahanan pentanahan yang memenuhi syarat. Tanah pasir dan kerikil kering mempunyai karakteristik yang unik, karena dijumpainya kesulitan dalam pemasangan elektroda pentanahan karena halangan kerikil, ini akan berakibat tidak dapat kedalaman elektroda yang cukup untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang diharapkan. Nilai tahanan pentanahan yang bagus adalah sebesar $< 1 \Omega$ sesuai dengan standard PUIL,2000. Untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang baik, maka dilakukan penanaman elektroda pentanahan dengan mempergunakan Rod tembaga pejal (*Copper Rod*) dengan diameter dan kedalaman tertentu yang paling sesuai dengan jenis tanah pasir dan kerikil kering. Pada penelitian ini disimulasikan beberapa posisi kedalaman elektroda pentanahan. Pada kondisi tanah pasir dan kerikil kering dengan mempergunakan elektroda pentanahan Tembaga pejal dengan diameter 5/8 inchi didapatkan nilai pentanahan $< 1 \Omega$ pada kedalaman 3.5 m (Jamaaluddin et al., 2015).

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, 2007) tujuan sistem pentanahan adalah :

1. Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan.
2. 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.

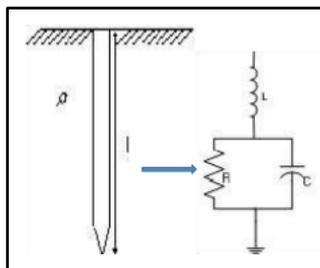
A. Karakteristik Sistem Pentanahan Yang Efektif

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.

B. Rangkaian Ekuivalen

Rangkaian ekuivalen satu elektrode batang dibuat dengan elemen rangkaian terkonsentrasi seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Model tersebut didasarkan kenyataan bahwa impedansi pentanahan tidak bersifat sebagai tahanan murni tetapi juga berperilaku sebagai induktansi (L) dan kapasitansi (C) (Seniari et al., 2019).

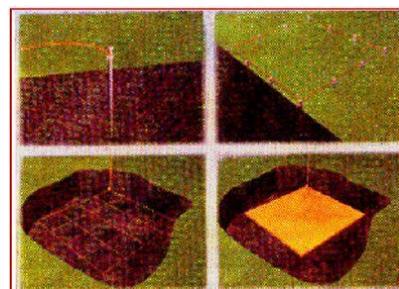


Gambar 1. Rangkaian ekuivalen dari sistem pentanahan batang elektroda

C. 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 :

1. 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.
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. 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.
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 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).

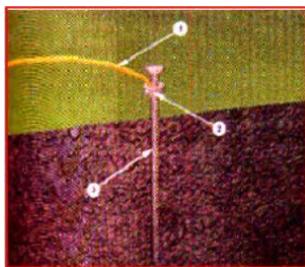


Gambar 2. Macam-macam alat pentanahan

Dari gambar 2. 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.

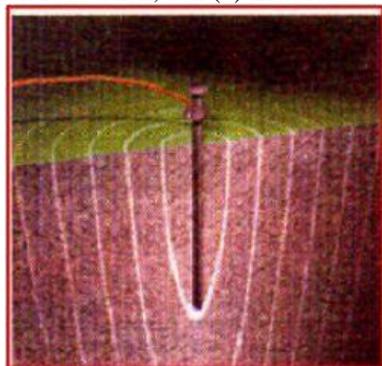
Tahanan pentanahan selain ditimbulkan oleh tahanan kontak tersebut diatas juga ditimbulkan oleh tahanan sambungan antara alat pentanahan dengan kawat penghubungnya. Unsur lain yang menjadi bagian dari tahanan pentanahan adalah tahanan dari tanah yang ada di sekitar alat pentanahan yang menghambat aliran 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.



Gambar 3. Batang pentanahan beserta aksesorisnya

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.

Pada gambar 3. menggambarkan batang pentanahan beserta aksesorisnya, yaitu; (1) Konduktor tanah, (2) Penghubung antara konduktor dengan elektroda tanah, dan (3) Elektroda tanah.



Gambar 4. Batang pentanahan dan lingkaran pengaruhnya (*sphere of influence*)

Sedangkan gambar 4. menggambarkan batang pentanahan beserta lingkaran pengaruhnya (*sphere of influence*) didalam tanah. Tampak bahwa makin dalam letaknya di dalam tanah sampai kedalaman yang sama dengan kedalaman batang pentanahan, dan lingkaran pengaruh ini makin dekat dengan batang pentanahan. Hal ini disebabkan oleh adanya variasi tahanan jenis tanahnya, seperti ditunjukkan oleh tabel tahanan jenis tanah dibawah ini.

Tabel 1. Tahanan jenis berbagai macam tanah dan tahanan pentanahannya

No	Jenis Tanah	Tahanan Jenis (ohm)	Tahanan Pentanahan (Ω)					
			Kedalaman Batang Pentanahan			Panjang Pita Pentanahan (m)		
			3	6	10	5	10	20
1	Humus Lembab Tanah	30	10	5	3	12	6	3
		100	33	17	10	40	20	10
2	Pertanian Tanah Liat	150	50	25	15	60	30	15
		300	66	33	20	80	40	20
3	Liat Berpasir	1000	330	165	10	400	20	10
		400	-	-	0	160	80	40
4	Pasir Kering	500	160	80	48	200	10	50
		1000	330	165	10	400	20	10
5	Kerikil Lembab	30000	100	500	30	120	60	30
		0	0	0	0	0	0	0
6	Kerikil Kering	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-
7	Tanah Bebatu Karang	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-

Tabel 1. menunjukkan tahanan jenis berbagai macam tanah serta tahanan pentanahan dengan berbagai kedalaman dan apabila digunakan pita pentanahan (*grounding strip*) dengan berbagai ukuran panjang. Dari tabel terlihat bahwa untuk memperoleh tahanan pentanahan 6 Ω di humus lembab, maka batang pentanahannya cukup dipancang sedalam 5 meter tetapi bila di pasir kering kedalamannya harus 165 meter (Pentahan, 2021).

Pada dasarnya sistem pentanahan adalah peralatan yang terdiri dari elektroda pentanahan yang dibutuhkan bersama hantaran pentanahan. Elektroda pentanahan dapat berupa batang yang ditanam tegak lurus atau ditanam sejajar permukaan tanah, dan berupa lempeng atau plat, yang kesemuanya ini dirancang untuk memperkecil tahanan pentanahan. Untuk hal tersebut terlebih dahulu harus ditentukan bahan maupun sifat elektrodanya, yang terutama harus mempunyai konduktivitas yang tinggi serta resistivitas yang rendah, agar arus yang mengalir cepat ke dalam tanah. Perlu diperhatikan bahwa elektroda harus tahan terhadap korosi (Saini et al., 2016). Sistem elektroda rod/batang adalah suatu system pentanahan yang menggunakan batang-batang

kondutor yang ditanam tegak lurus pada permukaan tanah. Beberapa batang elektroda yang ditanam bersama-sama ke dalam tanah dan kemudian dihubungkan dengan konduktor. Banyaknya elektroda yang ditanam disesuaikan dengan kebutuhan sistem pentanahan itu sendiri. Untuk batang konduktor yang ditanam tegak lurus pada permukaan tanah, maka harus diperhitungkan pengaruh bayang-bayang konduktor tersebut, sehingga tahanan elektroda serta harga sama dengan sebuah konduktor yang ditanam seluruhnya dalam tanah. Tetapi arus yang melalui konduktor tersebut adalah setengah dari harga yang masuk pada konduktor yang ditanam seluruhnya. Jadi tahanan pentanahan untuk satu batang elektroda yang ditanam tegak lurus pada permukaan tanah. Rumus yang biasa digunakan untuk pasak tunggal dikembangkan oleh Professor H.B. Dwight dari Institut Teknologi Massachusetts yaitu :

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{I} \dots\dots\dots(1)$$

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

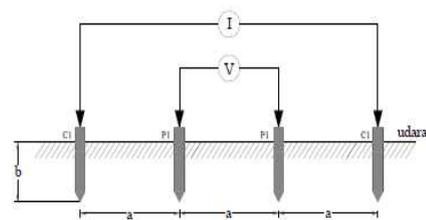
Dimana :
 ρ = tahanan rata-rata tanah (ohm-cm)
 L = panjang pasak tanah (cm)
 a = jari-jari penampang pasak (cm)
 R = tahanan pasak tanah (ohm)

Pentanahan elektroda plat adalah suatu cara dengan mempergunakan elektroda berbentuk plat dengan ukuran minimum luas 0,5 m² , untuk tembaga. Kedalaman penanaman minimum 30 cm sampai dengan 1,5 m kebawah permukaan tanah. Tahanan pentanahan untuk sistem plat adalah :

$$R = \frac{\rho}{4,2} \left(\frac{1}{WL} + \frac{0,16}{S} \right) \text{ohm} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:
 R = Tahanan pentanahan (ohm)
 W = Lebar plat (cm)
 L = Panjang plat (cm)
 S = Kedalaman Penanaman (m)

Untuk mengetahui harga tahanan jenis tanah yang akurat diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi, karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sederhana yang diperkirakan dan lokasi tidak sama.



Gambar 5. Metoda Empat Titik

Bila arus I masuk ke tanah melalui salah satu elektroda dan kembali ke elektroda yang lain cukup jauh, sehingga pengaruh diameter konduktor dapat diabaikan. (Mukmin et al., 2014) Sehingga :

$$\rho = R34 \cdot 2 \cdot \pi \cdot a \dots\dots\dots(4)$$

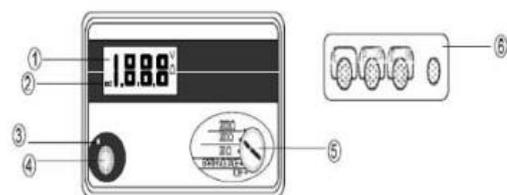
Dimana:
 a = jarak antara elektroda [m]
 R34 = tahanan antara elektroda 3 dan 4 [Ω]
 ρ = tahanan jenis tanah [Ω-m]

III. METODE

Peralatan Rancang menggunakan Pentanahan Elektroda Batang dan Plat yang akan dirancang dan merupakan pengembangan dari Pentanahan Eksternal berfungsi menghasilkan suatu sistem pentanahan dengan berbagai bentuk elektroda yang kemudian dirancang menjadi sistem pentanahan internal.

Hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan sistem pentanahan adalah tidak timbulnya bahaya tegangan langkah dan tegangan sentuh. Kriteria yang dituju dalam pembuatan system pentanahan adalah bukan rendahnya harga tahanan tanah akan tetapi dapat dihindarinya bahaya seperti tersebut di depan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan tahanan pentanahan dibawah 5 ohm. Sedangkan spesifikasi alat yang dipergunakan untuk mengukur tahanan pentanahan adalah sebagai berikut :

1. Merk : KYORITSU
2. Jenis : *Digital Earth Resistance Tester* 4105A.
3. Alat ini berfungsi untuk menampilkan nilai tahanan pentanahan yang terukur dengan kemampuan mengukur sampai 1999 Ω (ohm).



Gambar 6. *Earth Resistance Tester*
 (Diambil dari Manual Instruction : Digital Earth Tester 4105 A)

1. LCD penampil nilai ukur.
2. Simbol baterai dalam keadaan lemah.

3. LED indikator (berwarna hijau).
4. Tombol uji untuk mengunci.
5. Terminal Pengukuran.

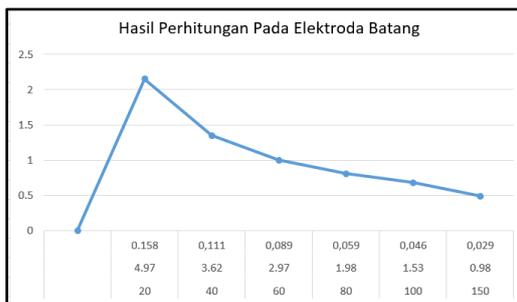
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Pada Elektroda Batang Dengan Kedalam 150 cm

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan pada Elektroda Batang dengan kedalam 150 cm

No	Kedalam Tanah	Hasil Pengukuran	Hasil Perhitungan ρ =tahanan jenis	Hasil Perhitungan R = tahanan pasak tanah (ohm)
1	20 cm	4,97	0,158	2,15
2	40 cm	3,62	0,111	1,35
3	60 cm	2,97	0,089	1
4	80 cm	1,98	0,059	0,81
6	100 cm	1,53	0,046	0,68
7	150 cm	0,98	0,029	0,49

Dari data tabel 2. diatas tampak terjadi penurunan nilai tahanan pentanahan pada tiap penurunan kedalaman elektroda pentanahannya. Nilai tahanan pentanahannya sebesar rata-rata 2.1 (Ω). Untuk tanah jenis lebab dan basah. Sedangkan dari perhitungan, nilai penurunan tahanan pentanahan mempunyai nilai rata-rata penurunan sebesar 0.92 (Ω). Hal ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata penurunan tahanan pentanahan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan hampir sama.



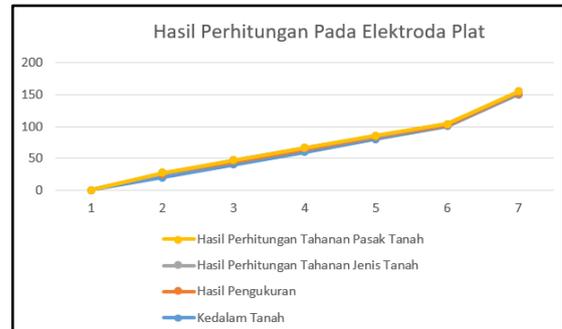
Gambar 7. Grafik Perhitungan Pada Elektroda Batang

B. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Pada Elektroda Plat Dengan Kedalam 150 cm

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan pada Elektroda Plat dengan kedalam 150 cm

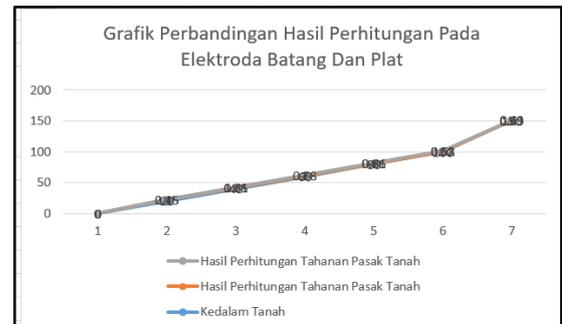
No	Kedalam Tanah	Hasil Pengukuran	Hasil Perhitungan ρ =tahanan jenis	Hasil Perhitungan R = tahanan pasak tanah (ohm)
1	20 cm	5,3	1,06	0,45
2	40 cm	4,6	1,84	0,61
3	60 cm	3,8	2,28	0,68
4	80 cm	2,9	2,32	0,66
6	100 cm	1,9	1,9	0,52
7	150 cm	1,6	2,4	0,63

Dari data tabel 3. diatas tampak terjadi penurunan nilai tahanan pentanahan pada tiap penurunan kedalaman elektroda pentanahannya. Nilai tahanan pentanahannya sebesar rata-rata 2.8 (Ω). untuk tanah jenis lebab dan basah. Sedangkan dari perhitungan, nilai penurunan tahanan pentanahan mempunyai nilai rata-rata penurunan sebesar 0.5 (Ω). Hal ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata penurunan tahanan pentanahan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan hampir sama.



Gambar 8. Grafik Perhitungan Pada Elektroda Plat

Pada grafik perbandingan di bawah ini terlihat hasil perhitungan pada Elektroda Batang dan Plat.



Gambar 9. Grafik perbandingan Hasil Perhitungan Pada Elektroda batang dan Plat

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan perhitungan diatas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa Nilai tahanan pentanahan pada hasil pengukuran diatas, menunjukkan kedalaman elektrode pentanahan adalah sedalam 1.5 m, pada kedalaman ini nilai tahanan pentanahan adalah 0.98 Ω Pada Elektroda Batang sedangkan pada elektroda Plat sebesar 1,6 Ω .

Pada hasil perhitungan tahanan pentanahan dengan mempergunakan Rumus Dwight, pada elektroda batang nilai rata-rata sebesar 0.9 Ω dan Plat, nilai rata-rata sebesar 0.5 Ω . Terdapat perbedaan antara hasil perhitungan dan pengukuran hal ini dikarenakan perbedaan persepsi jenis elektroda yang digunakan. Hal Sudah $< 1 \Omega$ memenuhi syarat PUIL, 2000, untuk jenis tanah basah dan lembab.

Hasil pengukuran di lapangan, maupun hasil perhitungan menunjukkan nilai resistansinya sudah $< 1 \Omega$. Hal ini sudah sesuai dengan syarat nilai tahanan pentanahan untuk bangunan, bahkan jikalau dipasang perangkat elektronika pun tidak masalah dikarenakan tahanan pentanahannya memiliki nilai $< 1 \Omega$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] IEEE. (2007). IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems - Redline. In *IEEE Std 142-2007 (Revision of IEEE Std 142-1991) - Redline* (Vol. 1991).
- [2] Jamaaluddin, Anshory, I., & Agus, E. suprayitno. (2015). Penentuan Kedalaman Elektroda pada Tanah Pasir dan Kerikil Kering Untuk Memperoleh Nilai Tahanan Pentanahan yang Baik (Depth Determination of Electrode at Sand and Gravel Dry for Get The Good Of Earth Resistance). *Jurnal JTE-U*, 1(1), 1–9.
- [3] Martin, Y., Despa, D., & Afriani, L. (2018). Pengaruh Pencampuran Gypsum Sebagai Zat Aditif Untuk Penurunan Nilai Resistansi Grounding Pada Elektroda Batang Tunggal. *Seminar Nasional Teknik Elektro 2018, ISBN 978-6*, 98–102.
- [4] Mukmin, M., Kali, A., & Mukhlis, B. (2014). Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan Pada Area Reklamasi Pantai (Citraland). *Mektrik*, 1(1), 29–39.
- [5] Pentahan, J. (2021). *Sistem Pentanahan*. 1–6.
- [6] PUIL, 2000. (2000). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). *DirJen Ketenagalistrikan, 2000(Puil)*, 1–133.
- [7] Saini, M., Yunus, A. M. S., & Pangkung, A. (2016).
- [8] Pengembangan Sistem Penangkal Petir dan Pentanahan Elektroda Rod dan Plat. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 3(2), 66.
- [9] <https://doi.org/10.31963/intek.v3i2.53>Seniari, N. M., Azzyati, F., & Citarsa, I. B. F. (2019).
- [10] Analisis Perbandingan Nilai Impedansi Pentanahan Berdasarkan Panjang Elektroda Grounding. *Dielektrik*, 6(1), 45–54.