

ANALISIS SISTEM PENTANAHAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH DI GEDUNG MAL JAYAPURA

Ating Prihatin Suwarna

Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia

ating.psuwarna@gmail.com

Abstract**Received:** 29-11-2022**Accepted:** 12-12-2022**Published:** 20-12-2022**Keywords:** *Electrode; grounding resistance; ELCB, RCBO; ELR*

Introduction: The grounding system, also known as grounding or grounding, is a system that relates to conductors of electric current that connect the system to equipment and installations and is connected to earth (Ground) so that if a current leak occurs it can protect humans (Humans) from electric shock, and secure components installation components from the danger of abnormal voltage/current. **Purpose:** To analyze the causes of deviations in the soil resistance value so that the resistance value can change. Perform analysis and simulation of earth protection equipment to determine the lower Threshold limit and upper threshold of the equipment. **Methods:** Based on the primary data that the authors obtained which are variables in the form of numerical data, the method that the authors specify here is Quantitative Methodology. **Results:** In theory for soils with the same soil conditions, the deeper the electrodes are planted, the soil resistance and soil type resistance will decrease because they are closer to groundwater which affects humidity which in turn affects conductivity. **Conclusion:** Recently, the demand for natural materials has increased. This is because the raw materials are plentiful, inexpensive, and easy to prepare. Weaknesses of conventional copper materials such as corrosion have been highlighted. Thus, advanced materials have been introduced to solve this problem. In addition, fulgurite formation results when the ground impedance is subjected to a high supply voltage

Abstrak**Kata kunci:** *Elektroda; tahanan pentanahan; ELCB, RCBO; ELR*

Pendahuluan: Sistem pentanahan atau disebut juga Arde atau grounding adalah sistem yang berhubungan antara penghantar arus listrik yang menghubungkan sistem dengan peralatan dan instalasi dan dihubungkan ke bumi (Ground) sehingga apabila terjadi kebocoran arus dapat mengamankan manusia (Human) dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen komponen instalasi dari bahaya tegangan/arus abnormal. **Tujuan:** Menganalisa sebab penyimpangan nilai Tahanan tanah sehingga bisa berubah ubah nilai tahananannya. Melakukan Analisa dan simulasi peralatan Proteksi pentanahan untuk mengetahui batas Treshhold bawah dan threshold atas pada peralatan tersebut. **Metode:** Berdasarkan data-data primer yang penulis peroleh yang merupakan variable variable berbentuk data numerik, maka metode yang penulis tentukan disini adalah Metodologi Kuantitatif. **Hasil:** Secara teori untuk tanah pada kondisi tanah yang sama, semakin dalam penanaman elektroda, tahanan tanah dan tahanan jenis tanah akan menurun karena semakin dekat dengan air tanah yang berpengaruh dengan kelembaban yang nantinya berpengaruh terhadap konduktivitas. **Kesimpulan:** Baru-baru ini, permintaan bahan alami meningkat. Hal ini

dikarenakan bahan baku yang banyak, murah, dan mudah disiapkan. Kelemahan dari bahan tembaga konvensional seperti korosi telah disorot. Dengan demikian, bahan-bahan lanjutan telah diperkenalkan untuk mengatasi masalah ini. Selain itu, pembentukan fulgurit dihasilkan ketika impedansi pentanahan dikenai suplai tegangan tinggi

Corresponding Author: Ating Prihatin Suwarna
E-mail: ating.psuwarna@gmail.com



PENDAHULUAN

Pada Saat melakukan Rancang Bangun Instalasi dalam Gedung ada satu sistem proteksi yang wajib dipenuhi untuk keberlangsungan suatu sistem kelistrikan guna melindungi manusia dan mengurangi dampak kerusakan pada peralatan sistem kelistrikan (Rilatupa, 2020) yaitu Sistem Pentanahan (grounding), dimana sistem proteksi berfungsi membuang kebocoran arus berlebih atau lonjakan listrik akibat sambaran petir untuk disalurkan kedalam tanah, juga membuang muatan Listrik Statis yang terjadi pada suatu alat atau membuang arus lebih dan beda potensial sehingga menimbulkan induksi atau konduksi akibat kebocoran Isolasi pada peralatan listrik tersebut ke dalam tanah.

Sistem pentanahan yang baik harus dapat mengalirkan arus lebih tersebut ke tanah lebih cepat melalui elektroda pentanahan (Fauzi & Radhiah, 2021). Kelayakan sistem pentanahan harus dapat di buktikan dengan hasil pengukuran resistansi yang terukur, Nilai pentanahan sesuai dengan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000, 2000) antara 0 s/d 5 Ohm. Merujuk dari peraturan diatas maka semakin kecil nilai resistansi pentanahan akan mampu mengalirkan arus ke tanah semakin besar dengan demikian arus gangguan tidak akan merusak peralatan dan aman bagi manusia (Budi Handayani, 2017). Pentanahan yang ideal memiliki nilai resistansi hingga mendekati nol.

Dimulai dari masalah yang terjadi pada system pentanahan di Gedung Mal Jayapura, bahwa saat pemasangan system pentanahan untuk beberapa peralatan listrik (Sofwan, 2022) diantaranya pentanahan Body peralatan, Body Panel TM, Body Trafo, Titik Netral Trafo dan Body Genset termasuk pentanahan penangkal petir mendapatkan Hasil yang cukup baik. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan Hasil pengukuran dengan *earthing tester* yang dilakukan pada tahun 2012 lalu dengan yang dilakukan pada bulan Juli 2022 (Darminto, 2022), dengan hasil table 1. dibawah ini :

Table 1.
Data primer pengukuran tahanan Tanah

no	Titik Grounding	Tegangan tanah (V)	Hasil pengkuran thn 2012 (Ohm)			Hasil pengkuran thn 2022 (ohm)			Deviasi
			Rod#1	Rod#2	Rod#3	Rod#1	Rod#2	Rod#3	
1	Body Trafo dan body panel TR		2.5			12.7			10.2
2	Body Genset		1.6			4.3			2.7
3	Netral Trafo		4.2			8.4			4.2
4	Elektronik		2.6	2.0		9.2	8.7		6.6 – 6.7
5	Penangkal petir		1.8			4.6			2.8

(sumber : Mal Jayapura)

Dari table hasil pengujian *Earth Tester* yang telah dijelaskan diatas, penulis termotivasi untuk menganalisa penyebab terjadinya penyimpangan hasil pengukuran pentanahan serta dampak yang terjadi akibat dari penyimpangan tersebut yang ada di Gedung Mal Jayapura – Papua sebagai acuan untuk menjadi tujuan dari penelitian ini, dengan judul tugas akhir, penulis berikan judul “Analisa Kegagalan Sistem Pentanahan

Jaringan Tegangan Rendah Di Mal Jayapura“ sebagai Laporan Tugas Akhir untuk Persyaratan dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1).

Tujuan dari penelitian ini adalah: 1.) Menganalisa sebab penyimpangan nilai Tahanan tanah sehingga bisa berubah ubah nilai tahananannya. 2.) Melakukan Analisa dan simulasi peralatan Proteksi pentanahan untuk mengetahui batas Treshhold bawah dan threshold atas pada peralatan tersebut. 3.) Mempertimbangkan berbagai cara untuk meningkatkan pengetahuan dan materi ilmu dan peran penting yang relevan dalam meningkatkan sistem pentanahan. 4.) Memberikan rekomendasi Jenis dan tipe elektroda pentanahan apa yang cocok berdasarkan karakteristik tanah.

Sistem pentanahan atau disebut juga Arde atau *grounding* adalah sistem yang berhubungan antara penghantar arus listrik yang menghubungkan sistem dengan peralatan dan instalasi dan dihubungkan ke bumi (Kurniawati & Soebiantoro, 2018) (*Ground*) sehingga apabila terjadi kebocoran arus dapat mengamankan manusia (Human) dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen komponen instalasi dari bahaya tegangan/ arus abnormal. Oleh karenanya sistem pentanahan ini menjadi bagian terpenting dalam sistem tenaga listrik (Lembo, 2016)

Tanah merupakan Susunan yang terdiri dari mineral dan bahan organik yang memiliki volume dan massa yang sangat besar sehingga dapat menetralkan muatan listrik yang diterima oleh tanah yang sangat besar sekalipun seperti petir (Sagala et al., 2022). Dikutip dari Sinergy.solusi.com bahwa tanah mampu menetralkan muatan listrik hingga 200.000A dan tegangan 120.000V (Solusi.com, 2019).

Karena Kemampuan tanah yang dapat menetralkan arus dan tegangan listrik yang tinggi inilah yang menjadi alasan bagaimana tanah dapat dijadikan tumpuan untuk melepas Muatan listrik pada bagian – bagian peralatan yang teraliri arus listrik ketanah melalui saluran Grounding atau pembumian sebagai salah satu upaya kita dalam melindungi diri dari bahaya kelistrikan.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan data–data primer yang penulis peroleh yang merupakan variable variable berbentuk data numerik, maka Metode yang penulis tentukan disini adalah Metodologi Kuantitatif, yaitu menganalisis permasalahan secara objektif dengan menggunakan parameter-parameter yang dapat dihitung dengan beberapa aplikasi perhitungan matematis maupun metode statistic.

Berdasarkan Fakta atau fenomena yang diamati memiliki realitas obyektif yang bisa diukur. Variabel-variabel penelitian dapat diidentifikasi dan interkorelasi variabel dapat diukur. Sebagai referensi dari para peneliti sebelumnya penulis mencoba untuk menggali dan menggunakan sisi pandangannya untuk mempelajari subyek yang diteliti. Sehingga tujuan men-generalisasi temuan penelitian serta referensi yang didapatkan dapat digunakan untuk memprediksi situasi yang sama pada lokasi dan populasi yang berbeda.

Penelitian kuantitatif juga digunakan untuk menjelaskan hubungan sebab-akibat antar variabel yang diteliti, dengan demikian, peneliti perlu merinci langkah-langkah apa yang akan dilakukan dengan metode dan teknik dalam pengolahan data, sampai pada penafsiran data yang diperoleh dari lapangan. Pada Bab ini semua prosedur, proses, dan hasil penelitian dari langkah persiapan sampai akhir penelitian dibahas secara detail.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran tahanan yang dilakukan dengan 2 cara yaitu skema pengukuran Metode tiga titik (*three-point methode*) dan pengukuran resistansi tanah (Arifin, 2021) dapat diperoleh sebagai berikut :

Parameter yang diambil sebagai acuan adalah berdasarkan data primer yang tersaji saat Pengukuran awal .

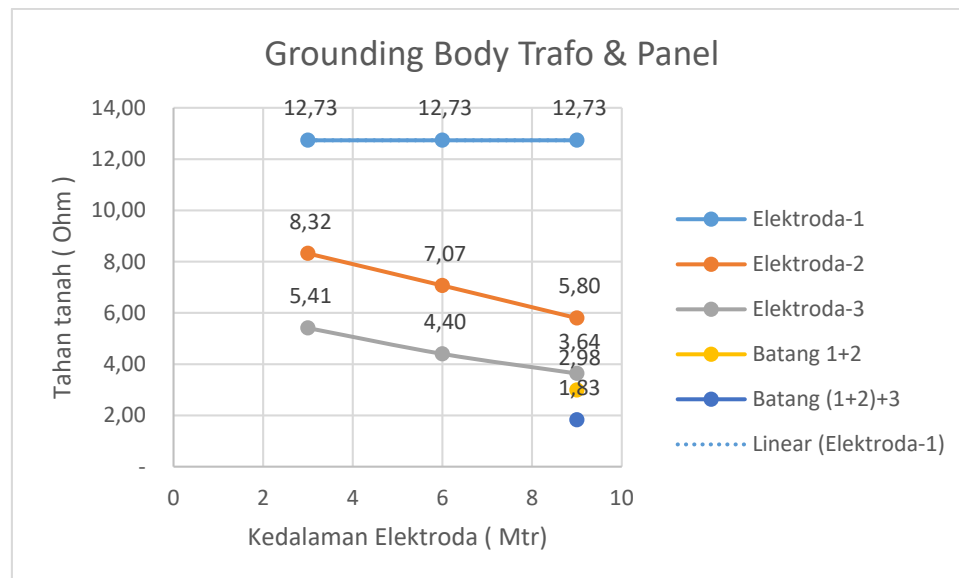
Dengan 2 variable bebas dan terikat yaitu sistem pentanahan yang mempengaruhi sistem pada tegangan rendah .

1. Metode uji pengukuran Tahanan 3 point berdasarkan kedalaman Elektroda batang tunggal dengan kedalaman bervariasi

- Elektroda dengan dalam 3 meter.
 - Elektroda dengan dalam 6 meter.
 - Elektroda dengan dalam 9 meter.
2. Pengukuran Tahanan pentanahan elektroda ganda yang ditanam di tanah dengan kedalaman bervariasi. Adalah penggabungan dari
 - Penggabungan parallel elektroda 1 + 2
 - Penggabungan parallel (1+2)+3
 3. Metoda pengukuran tahanan jenis tanah dengan 4 Titik elektroda .
 4. Pengukuran dilakukan pada temperatur 28° C - 30° C5.
 5. Tingkat keasaman tanah terdapat pada PH antara 5.5 – 7.
 6. Humidity Tanah terdapat pada kondisi : Basah(Wet), Lembab (Moist) dan kering (Dry).

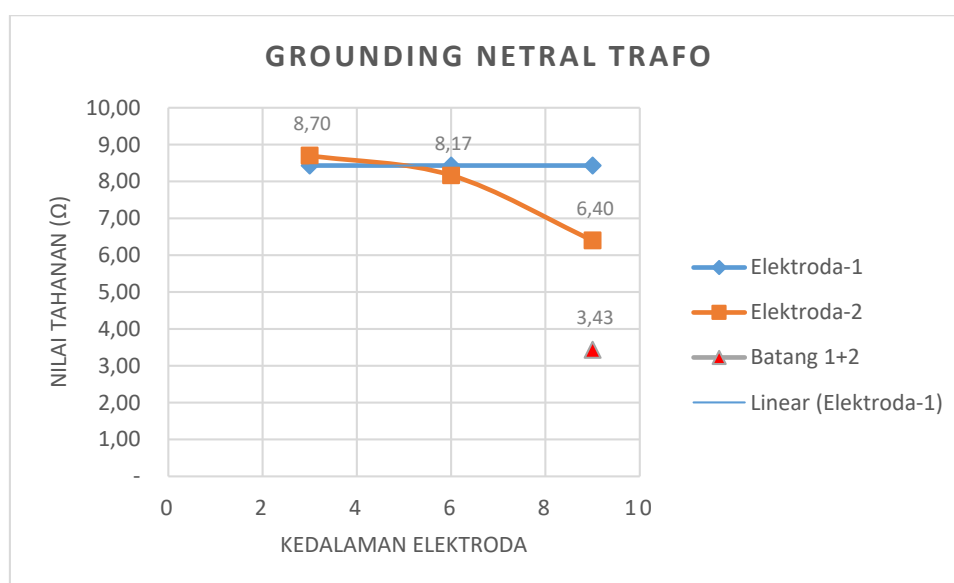
Tabel 2.
Hasil pengukuran Grounding Body Trafo

Grounding Body Trafo										
No	Elektroda / jenis	Kedalaman / tambahan	Temp tanah (°C)	Pengukuran P-C			pengukuran		Perhitungan	PH / Humidity
				P1	P2	P3	rata2	Volt		
1	Batang-1	3 meter	Tidak terukur , Rod Existing							5.5/ Dry
2		6 meter								5.5/ Dry
3		9 meter								5.5/Dry
4	Batang-2	3 meter	29,6	8,22	8,2	8,53	8,32	1,20		6.1/ Moist
5		6 meter	29,6	6,98	6,97	7,25	7,07	1,20		6.1/Moist
6		9 meter	29,8	5,72	5,72	5,95	5,80	1,20		6.2/Moist
7	Batang-3	3 meter	29,2	5,32	5,6	5,3	5,41	1,20		5.8/Moist
8		6 meter	29,6	4,5	4,7	4,0	4,40	1,20		5.8/Moist
9		9 meter	29,6	3,74	3,85	3,32	3,64	1,20		5.8/Moist
10	Batang 1+2	9 meter	29	2,82	2,95	3,18	2,98	1,20	4,0	
11	Batang (1+2)+3	9 meter	29,3	1,85	1,88	1,75	1,83	1,20	1,90	



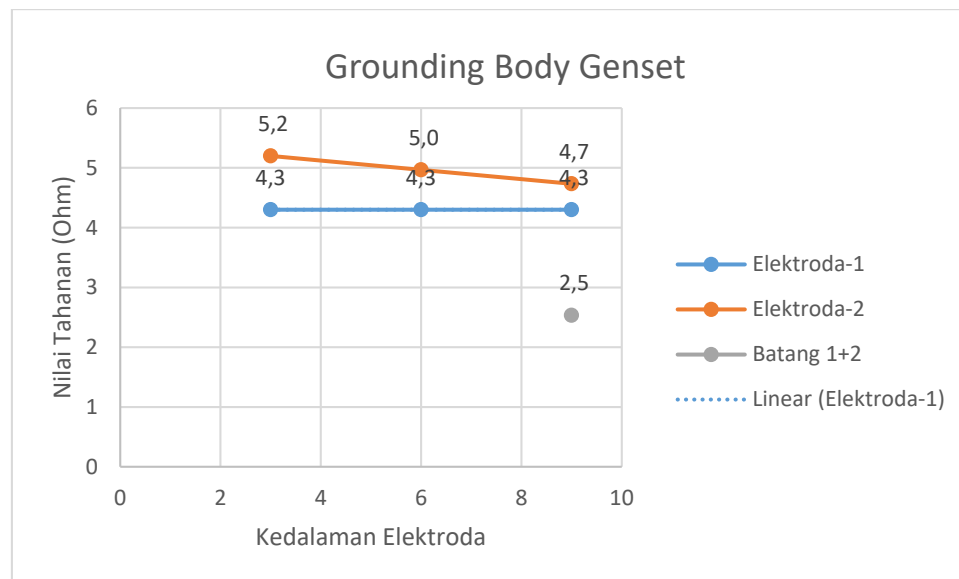
Tabel 3.
Grounding Netral Trafo

Grounding Netral Trafo										
No	Elektroda / jenis	Kedalaman / tambahan	Temp tanah(°C)	Pengukuran P-C			pengukuran		Perhitungan	PH / Humidity
				P1	P2	P3	rata2	Volt		
1	Batang-1	3 meter	Tidak terukur , Rod Existing							5.5/ Dry
2		6 meter								5.5/ Dry
3		9 meter	32,8	8,4	8,3	8,6	8,4	1,40		5.5/Dry
4	Batang-2	3 meter	29.6	8,6	8,6	8,9	8,7			6.1/ Moist
5		6 meter	30.1	8,2	7,9	8,4	8,2	1,40		6.1/Moist
6		9 meter	29.8	6,3	6,8	6,1	6,4			6.2/Moist
10	Batang 1+2	9 meter	29.0	3,2	3,8	3,3	3,4	1,40	3,6	



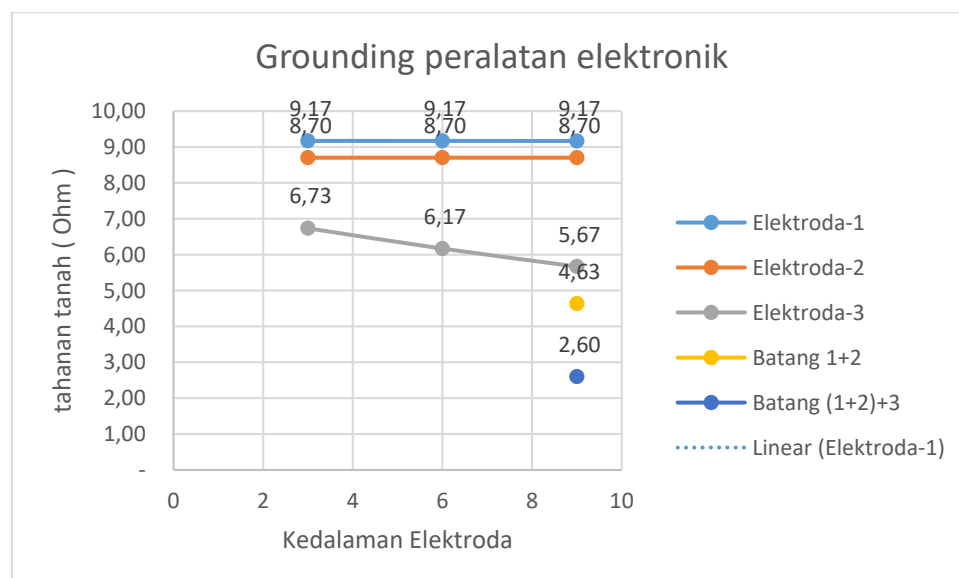
Tabel 4.
Grounding Body Genset

Grounding Body genset										
No	Elektroda / jenis	Kedalaman / tambahan	Temp tanah(°C)	Pengukuran P-C			pengukuran		Perhitungan	PH / Humidity
				P1	P2	P3	rata2	Volt		
1	Batang-1	3 meter	Tidak terukur , Rod Existing							5.5/ Dry
2		6 meter								5.5/ Dry
3		9 meter	29,2	4,3	4,1	4,5	4,3	0,90		5.5/Dry
4	Batang-2	3 meter	28,9	5,6	4,9	5,1	5,2			6.1/ Moist
5		6 meter	29,1	5,4	4,7	4,8	5,0	1,40		6.1/Moist
6		9 meter	29	4,7	4,9	4,6	4,7			6.2/Moist
10	Batang 1+2	9 meter	29.0	2,3	2,9	2,4	2,5	1,40	2,3	



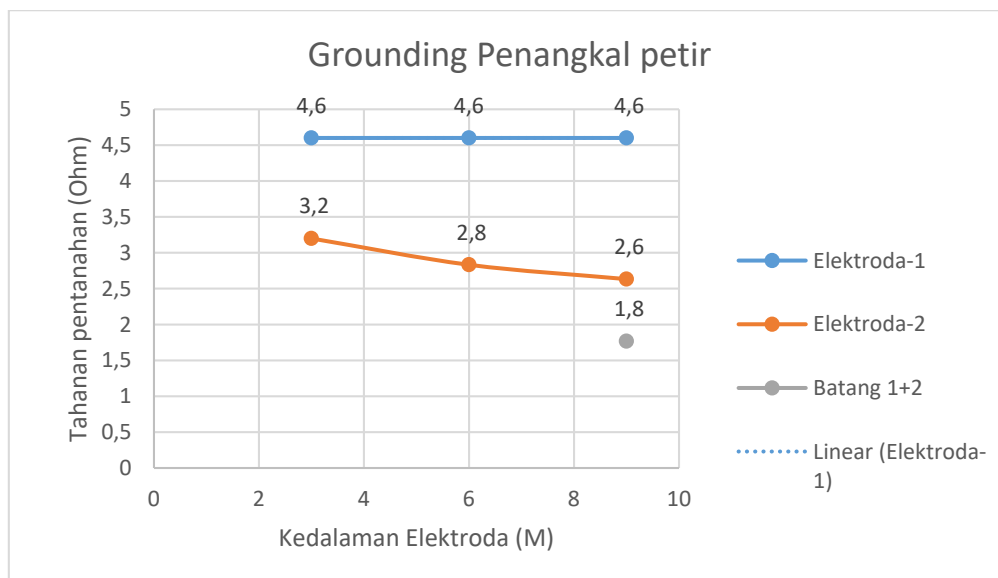
Tabel 5.
Grounding Peralatan Elektronik

Grounding peralatan elektronik										
No	Elektroda / jenis	Kedalaman / tambahan	Temp tanah(°C)	Pengukuran P-C			pengukuran		Perhitungan	PH / Humidity
				P1	P2	P3	rata2	Volt		
1	Batang-1	3 meter	Tidak terukur , Rod Existing	9,3	9,3	8,9	9,2	0,90		7.5/Dry
2		6 meter								
3		9 meter								
4	Batang-2	3 meter	Tidak terukur , Rod Existing	8,9	8,5	8,7	8,7	1,40		6.1/ Moist
5		6 meter								
6		9 meter								
7	Batang-3	3 meter	30	6,4	6,7	7,1	6,73	1,20		
8		6 meter	29,5	5,9	6,2	6,4	6,17	1,20		
9		9 meter	29,6	5,2	5,8	6	5,67	1,20		
10	Batang 1+2	9 meter	29.0	4,7	4,5	4,7	4,6	1,40	4,5	
11	Batang (1+2)+3	9 meter	29,3	2,6	2,9	2,3	2,60	1,20	2,50	



Tabel 6.
Grounding Penangkal Petir

Grounding penangkal Petir									
No	Elektroda / jenis	Kedalaman / tambahan	Temp tanah(°C)	Pengukuran P-C			pengukuran		Perhitungan
				P1	P2	P3	rata2	Volt	
1	Batang-1	3 meter	Tidak terukur , Rod Existing						
2		6 meter							
3		9 meter					4,6	0,70	6 / moist
4	Batang-2	3 meter	30,5	4,6	4,8	4,4	3,2		6.1/ Moist
5		6 meter	30,1	3,1	3,6	2,9	2,8	0,90	6.1/Moist
6		9 meter	30,8	2,8	3,1	2,6	2,6		6.2/Moist
			31,2	2,6	2,9	2,4			
10	Batang 1+2	9 meter		1,6	2	1,7	1,8		1,7



a. Analisis dan Perhitungan

Pengaruh Kedalaman Elektroda yang ditanam di tanah Terhadap Tahanan Pentanahan Struktur dan karakteristik tanah merupakan salah satu faktor yang mutlak diketahui karena mempunyai kaitan erat dengan perencanaan sistem pentanahan yang akan digunakan (Mukmin, Kali, & Mukhlis, 2014). Nilai tahanan jenis tanah harganya bermacam-macam, tergantung pada komposisi tanahnya (Ponadi, 2014). Batasan atau pengelompokan tahanan jenis dari berbagai macam jenis tanah pada kedalaman tertentu tergantung pada beberapa hal antara lain pengaruh temperatur, pengaruh kelembaban, dan pengaruh kandungan kimia. Secara teori untuk tanah pada kondisi tanah yang sama, semakin dalam penanaman elektroda, tahanan tanah dan tahanan jenis tanah akan menurun karena semakin dekat dengan air tanah (Sudaryanto, 2016) yang berpengaruh dengan kelembaban yang nantinya berpengaruh terhadap konduktivitas. Berdasarkan rumus juga terlihat bahwa tahanan tanah sebanding dengan tahanan jenis dan berbanding terbalik dengan kedalaman penanaman elektroda (Dermawan, Juningtyastuti, & Syakur, 2011). Semakin dalam kedalaman elektroda yang tertanam maka nilai tahanan pentanahan semakin rendah. Hal ini terjadi juga pada semua kondisi tanah yang berbeda-beda (rawa, tanah liat, tanah berbatu). Hanya saja besarnya nilai

tahanan pada elektroda ganda dengan $S > L$ ini berbeda dibandingkan dengan nilai tahanan dari pengukuran elektroda tunggal dimana nilai tahanan pada kondisi ini lebih rendah.

Tahanan pentanahan dengan elektroda ganda yang tertanam pada kondisi $S < L$ juga mengalami penurunan nilai tahanan jika kedalaman elektroda dari kedua elektroda tersebut tertanam semakin dalam (Dermawan et al., 2011). Hanya saja pada elektroda ganda dengan $S < L$ mempunyai nilai lebih besar dari nilai tahanan dengan elektroda ganda pada kondisi $S > L$ tetapi nilai tahanan pada kondisi ini lebih kecil dari nilai tahanan dengan menggunakan elektroda tunggal. Penurunan nilai tahanan ini terjadi pada ketiga jenis tanah yang berbeda.

KESIMPULAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempertimbangkan berbagai cara untuk meningkatkan pengetahuan dan materi ilmu telah memainkan peran penting dan relevan dalam meningkatkan sistem pentanahan. Peningkatan mungkin berasal dari pengenalan bahan tambahan ke dalam sistem pentanahan yang akan menghasilkan pengurangan impedansi pentanahan. Performa batang pentanahan dengan bahan tambahan terhadap yang tanpa itu tampaknya memiliki perbedaan yang signifikan. Impedansi pentanahan sistem pentanahan yang menggunakan bahan tambahan lebih stabil, sedangkan yang tanpa bahan tambahan tampak berfluktuasi. Selain itu, telah diidentifikasi berbagai parameter yang mempengaruhi nilai impedansi pentanahan. Parameter tersebut adalah resistivitas tanah, kadar air, d./an lingkungan sekitarnya. Banyak bahan tambahan telah diperkenalkan. Bahan tambahan ini dibagi menjadi dua yaitu organik dan anorganik. Umumnya, bahan tambahan organik terbuat dari bahan alami sedangkan bahan anorganik terdiri dari produk kimia. Baru-baru ini, permintaan bahan alami meningkat. Hal ini dikarenakan bahan baku yang banyak, murah, dan mudah disiapkan. Kelemahan dari bahan tembaga konvensional seperti korosi telah disorot. Dengan demikian, bahan-bahan lanjutan telah diperkenalkan untuk mengatasi masalah ini. Selain itu, pembentukan fulgurit dihasilkan ketika impedansi pentanahan dikenai suplai tegangan tinggi. Fulgurit buatan terbentuk di pasir, bentonit, dan campurannya di bawah penerapan tegangan langsung dan tegangan alternatif. Pembentukan fulgurit dapat menurunkan kinerja sistem pentanahan dimana meningkatkan impedansi

BIBLIOGRAFI

- Arifin, Jaenal. (2021). Pengukuran Nilai Grounding Terbaik Pada Kondisi Tanah Berbeda. *Jurnal ELTIKOM: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 5(1), 40–47.
- Budi Handayani, Arief. (2017). *Studi Sistem Proteksi Pentanahan pada BTS (Base Transceiver Station) Tipe SST di BSC (Base Station Controller) Jember*. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Darminto, Prabowo. (2022). Analisis Pengukuran Tahanan Kontak dan Tahanan Pertanahan Pada Pemutus Tenaga. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, 1(2), 15–22.
- Dermawan, Arief, Juningtyastuti, Juningtyastuti, & Syakur, Abdul. (2011). *Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan yang Ditanam di Tanah dan di Septictank pada Perumahan*. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip.
- Fauzi, Fauzi, & Radhiah, Radhiah. (2021). Peran Tahanan Pentanahan pada Peralatan Listrik. *Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 18(1), 28–33.
- Kurniawati, Zulina, & Soebiantoro, Rubby. (2018). Kajian Grounding System Jaringan Listrik Tegangan Rendah Di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 11(1), 9–18.

- Lembo, Alfredo B. (2016). Analisis Pengaruh Pentanahan Pada Gangguan Hubung Singkat P-N Saluran 1Φ . *Analisis Pengaruh Pentanahan Pada Gangguan Hubung Singkat P-N Saluran 1Φ* .
- Mukmin, Mirwan, Kali, Agustinus, & Mukhlis, Baso. (2014). Perbandingan nilai tahanan pentanahan pada area reklamasi pantai (Citriland). *Mektrik*, 1(1).
- Ponadi, Acep. (2014). Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang (Rod) Jenis Crom Tembaga, Alluminium, Besi, Dengan Media Tanah Pasir Lumpur Dan Tanah Liat. *Mustek Anim Ha*, 3(2), 166–185.
- PUIL 2000. (2000). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). *DirJen Ketenagalistrikan*, 2000(Puil), 562.
- Rilatupa, James. (2020). *Peranan Arsitek Pada Sistem Pemeliharaan Dan Perawatan Bangunan*. UKI Press.
- Sagala, Danner, Ningsih, Hardian, Sudarmi, Nurtania, Purba, Tioner, Rezki, Rezki, Panggabean, Nurul Huda, Mazlina, Mazlina, Mahyati, Mahyati, Asra, Reza, & Trisnawaty, A. R. (2022). *Pengantar Nutrisi Tanaman*. Yayasan Kita Menulis.
- Sofwan, Agus Sofwan. (2022). *Sinusoida XXIV No1_ Jul 2022 GRY*.
- Solusi.com, Sinergi. (2019). *tanah-membantu-keselamatan-ketenagalistrikan @ synergysolusi.com*.
- Sudaryanto, Sudaryanto. (2016). Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pembumian Pada Tanah Basah, Tanah Berpasir dan Tanah Ladang. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 1(1), 71–75.