

Analisa Kelayakan Sistem Pentanahan Area Wokrshop Plant PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro

Fauzan Iqbal¹, Sitti Amalia², Zuriman Anthony³, Zulkarnaini⁴

^{1,2,3,4}Institut Teknologi Padang, Jl. Gajah Mada Jl. Kandis Raya, Kp. Olo, Kec. Nanggalo, Kota Padang,
Sumatera Barat
fauzaniqbaall@gmail.com

Abstract

Workshop is the sole construction project owned by PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro. There are 4 newly constructed workshops that each have unique functions. With a roof area of somewhat more than 720 m² and a height of 20 meters. The most important bangunan in the business's area is the workshop. This raises a number of risks, the most significant of which is bangunan tersambar petir since sifat petir dominan menyambar tempat tertinggi. Approximately 7 computers crashed after the petir sambaran. Where the computer in question contains important company data. Without any analysis or corrective action, this situation could result in operational deterioration and reduce a company's profit. In the year 2021, PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro certified a kelayakan system pentanahan. The goal of the certification was to understand kelayakan bangunan prior to use and to obtain a certificate from KTT (Kepala Teknik Tambang) PT. Borneo Indobara. The results of the previous system certification for the building's workshop were good and clearly stated. However, uji kelayakan ulang system pentanahan bangunan dan penangkal petir workshop did not yet take place in 2022. According to Pemerintah Uji regulations, pentanahan is carried out every two years, while, according to PUIL, every six months. It was determined through analysis and testing that the voltages for sentuh and long-wave tegangan with a frequency of 0.5 seconds each had been determined to be within acceptable standards, i.e., 173,891 and 155,371 Volt, respectively. As a result, it was possible to state that the pentanahan system in the workshop area was functioning properly.

Keywords: Workshop, Grounding System, Certification, Eligibility

Abstrak

Workshop merupakan salah satu bangunan yang dimiliki PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro. Terdapat 4 bangunan workshop yang dibangun dan mempunyai fungsi masing-masing. Dengan luas bangunan kurang lebih 720 m² dan tinggi bangunan 20 meter. Bangunan workshop merupakan salah satu bangunan tertinggi di area perusahaan ini. Hal ini menimbulkan beberapa resiko, salah satunya adalah bangunan tersambar petir karena sifat petir dominan menyambar tempat tertinggi. Sebanyak 7 komputer rusak setelah sambaran petir. Dimana pada komputer tersebut terdapat data-data penting perusahaan. Tentu saja hal ini jika dibiarkan tanpa adanya analisa dan perbaikan dapat menyebabkan terganggu operasional dan menimbulkan kerugian pada perusahaan. Pada Tahun 2021, PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro melakukan sertifikasi kelayakan sistem pentanahan, tujuan dari sertifikasi ini adalah mengetahui kelayakan bangunan sebelum digunakan dan mendapat izin kelayakan bangunan dari KTT (Kepala Teknik Tambang) PT. Borneo Indobara. Pada hasil sertifikasi sistem pentanahan sebelumnya, bangunan workshop mendapat hasil yang bagus dan dinyatakan layak. Namun pada tahun 2022 belum dilakukan uji kelayakan ulang sistem pentanahan bangunan dan penangkal petir workshop. Sesuai peraturan pemerintah uji kelayakan pentanahan dilakukan setiap 2 tahun sekali dan menurut PUIL direkomendasikan dilakukan setidaknya 6 bulan sekali. Dari hasil analisa dan perhitungan nilai tahanan pentanahan dengan jarak, ukuran, dan kedalaman elektroda yang sama pada masing-masing workshop didapat hasil pengukuran sesuai standar, dan untuk tegangan sentuh dan tegangan langkah dengan kontak 0,5 detik didapat nilai dibawah standar yaitu 173,891 Volt dan 155,371 Volt, sehingga dapat dinyatakan sistem pentanahan di area workshop dalam keadaan baik.

Kata Kunci : Workshop, Sistem Pentanahan, Sertifikasi, Kelayakan

Copyright (c) 2023 Fauzan Iqbal, Sitti Amalia, Zuriman Anthony, Zulkarnaini

Corresponding author: Fauzan Iqbal

Email Address: fauzaniqbaall@gmail.com (Jl. Gajah Mada Jl. Kandis Raya, Kp. Olo)

Received 14 February 2023, Accepted 20 February 2023, Published 20 February 2023

PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik tidak terlepas sistem pengamanan. Salah satu sistem proteksi listrik yaitu

sistem pentanahan/pembumian. Dalam upaya pengamanan serta perlindungan dari sistem tenaga listrik menggunakan sistem pentanahan merupakan suatu hal penting (Ar and Abshar, 2020; Simatupang and Riyanto, 2019; Firdaus, Nasiah and Uca, 2021). Tujuan pentanahan yaitu membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan (IEEE Substations Committee, 2000). Ada beberapa parameter yang menentukan apakah sistem pembumian memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan, yaitu resistansi pembumian, tegangan sentuh dan tegangan langkah (Zarniadi and Ervianto, 2019). Uji kelayakan sistem pentanahan di area workshop terakhir dilakukan pada bulan Februari 2021. Untuk menjaga nilai tahanan pentanahan maka perlu dilakukan pengujian setiap 6 bulan sekali sesuai standar dari PUIL (Kumara and Prasetyono, 2021).

Salah satu langkah untuk mencegah resiko terkena tegangan sentuh dan tegangan langkah adalah dengan mendapatkan tahanan pentanahan sesuai standar yang ada yaitu dibawah 5 Ohm (Standar Nasional Indonesia, 2011). Untuk bisa mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang baik, perlu dilakukan beberapa hal, salah satunya yaitu mengatur kedalaman, ukuran, dan jarak elektroda pentanahan. Selain itu tahanan jenis tanah juga berpengaruh terhadap nilai tahanan pentanahan (Standar Nasional Indonesia, 2011; Niâ, Setiyoko and Riantini, 2017; Tadjuddin and Bakhtiar, 2018; Simatupang and Riyanto, 2019; Firdaus, Nasiah and Uca, 2021).

Sistem pentanahan di area Workshop menggunakan sistem 2 batang elektroda. Dipasang paralel yang dipasang dipermukaan tanah, pada kedalaman dan jarak tertentu. Untuk pentanahan petir dan bangunan dipasang pada elektroda terpisah. Pengukuran nilai tahanan pentanahan (Simatupang and Riyanto, 2019; Wahyono and Su'udy, 2021) di area workshop terakhir dilakukan pada Februari 2021. Workshop berada di lapangan terbuka dimana tidak ada bangunan yang lebih tinggi dari Workshop.

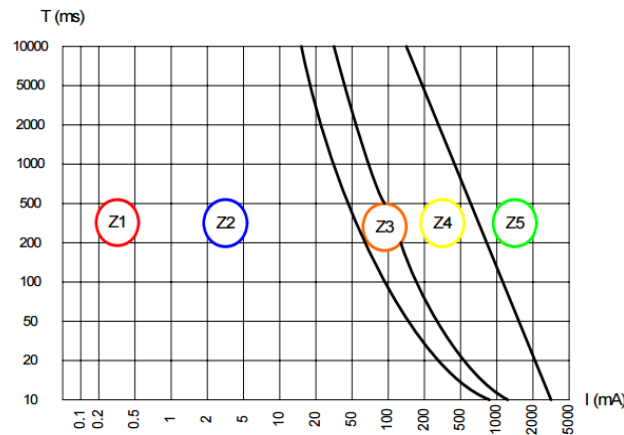
Sambaran petir juga dipengaruhi oleh faktor-faktor yang ada dipermukaan bumi diantaranya yaitu, penggunaan lahan serta struktur pemicu petir seperti gedung tinggi, menara transmisi tegangan tinggi, dan menara telekomunikasi Base Transceiver Station (BTS) (Sokol and Rohli, 2018). Petir dapat menyambar objek-objek tinggi serta permukaan lapang, seperti pepohonan tinggi, tower BTS, bangunan tinggi, sawah, dan tanah lapang. Akibatnya sambaran petir dapat menyebabkan dampak negatif seperti kerusakan pada bangunan dan perangkat elektronik, pohon tumbang, bahkan mengancam keselamatan jiwa (Firdaus, Nasiah and Uca, 2021; Saputra, 2021; Wahyono and Su'udy, 2021; Saputra, Monika and Aji, 2023).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan sistem pentanahan yang ada di Workshop. Hal ini juga untuk menghindari resiko karyawan terkena efek tegangan sentuh dan tegangan langkah. Maka perlu dilakukan pengukuran nilai tahanan jenis tanah, nilai tahanan pentanahan, serta nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah di area Workshop.

Zona Aman Arus Listrik Bagi Manusia

Jika suatu tegangan mengenai tubuh manusia, maka pada umumnya arus listrik akan mengalir kedalam tubuh. Sentuhan dengan suatu tegangan listrik yang

menyebabkan mengalirnya arus kedalamtubuh merupakan hal yang sangat berbahaya, karena arus yang mengalir tersebut dapat berpengaruh terhadap tubuh manusia mulai dari kesemutan, terkejut hingga gangguan kerja jantung yang dapat menyebabkan kematian. Pengaruh-pengaruh arus listrik terhadap tubuh manusia yang digambarkan pada kurva tahanan tubuh fungsi arus yang mengalir ke tubuh dibawah ini :



Gambar 1. Kurva daerah aman arus listrik

Keterangan :

Zona 1 (Z1) : Daerah dimana arus listrik tidak minumbulkan akibat apa-apa.

Zona2 (Z2) : Daerah dimana arus listrik sudah terasa, tetapi tidak menimbulkan efek yang berbahaya bagi tubuh

Zona 3 (Z3) : Daerah dimana arus listrik tidak mengakibatkan bahaya fibrilasi (gangguan kerja jantung /denyut jantung tidak normal).

Zona 4 (Z4) : Daerah dimana fibrilasi bisa terjadi dengan kemungkinan 50%.

Zona 5(Z5) : Daerah dimana bahaya fibrilasi bisa terjadi dengan kemungkinan 50%.

Hambatan Tubuh Manusia

Tubuh manusia merupakan suatu penghantar, sehingga hukum ohm juga berlaku terhadap tubuh manusia. besarnya arus yang melewati tubuh manusia bergantung dengan besarnya tegangan sentuh dan impedansi yang dihasilkan oleh tubuh manusia itu sendiri sehingga dapat ditulis persamaan sebagai berikut:

$$I = E Z \quad (1)$$

Dimana : I = Arus yang mengalir (A)

E = Tegangan sentuh (V)

Z = Total impedansi pada tubuh manusia (Ω)

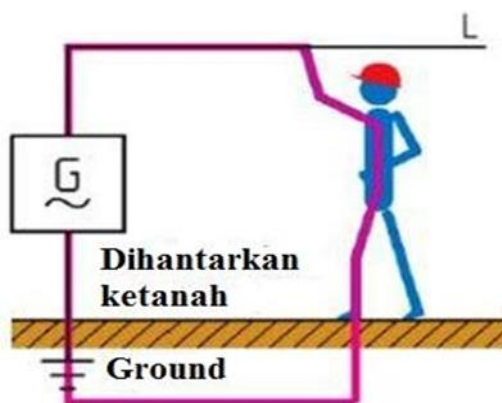
Tabel 1. Hambatan Tubuh Manusia

Peneliti	Hambatan (Ω)	Keterangan
Dalziel	500	Tegangan 60 cps
Laurent	3000	
AIEE Committee	2330	Tegangan 21 Volt

Report 1958	1230	Tangan ke kaki
	1680	Tangan ke tangan
	800	Tangan ke kaki 50 cps

Tegangan Sentuh

Tegangan sentuh adalah tegangan yang diperoleh akibat tersentuhnya bagian aktif instalasi listrik. Bagian aktif instalasi listrik adalah bagian konduktif (line) yang adalah bagian dari rangkaian listrik. Hal yang menyebabkan arus mengalir pada saat tubuh bersentuhan dengan tegangan adalah pijakan kaki ke tanah, dimana tanah berfungsi sebagai hantaran nol yang terus dicari oleh energi listrik untuk membuang muatannya.



Gambar 2. Tegangan Sentuh Langsung

Tegangan sentuh yang dapat di tentukan dengan persamaan rumus 2.1 dan dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$E_s = (R_k + 3 \rho_s)/2)^{\frac{0,116}{\sqrt{t}}} \quad (2)$$

Dimana :

E_s : Tegangan Sentuh (Volt)

R_k : Tahanan badan orang (= 1000 Ω)

ρ_s : Tahanan Jenis Tanah (Ω -meter)

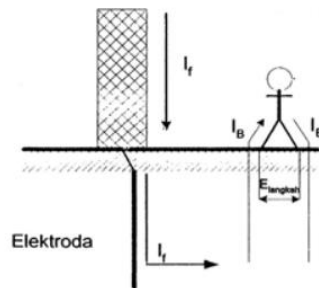
t : Waktu kejut atau lama gangguan tanah (detik)

Tabel 2. Tegangan Langkah (IEEE Substations Committee, 2000)

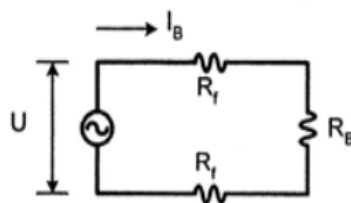
Tegangan Sentuh Yang Dijinkan (Volt)	Lamanya Gangguan (detik)
1.980	0,1
1.400	0,2
1.140	0,3
990	0,4
890	0,5
626	1
443	2

Tegangan Langkah

Tegangan langkah merupakan tegangan yang muncul di antara kedua kaki manusia ketika berdiri di atas permukaan tanah yang sedang dialiri arus gangguan. Hal ini terjadi karena arus gangguan menyebar seperti gelombang yang memiliki kekuatan berbeda disetiap gelombangnya sehingga ketika seseorang melangkah kedua kaki tersebut dapat menimbulkan beda potensial.



Gambar 3. Arus mengalir pada tegangan langkah



Gambar 4. Rangkaian Ekvivalen Tegangan Langkah

Tegangan sentuh yang dapat di tentukan dengan persamaan rumus 2.3 dan dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$E_{\text{langkah}} = (R_k + 2 R_f) I_k$$

$$= (1000 + 6) \frac{0,116}{\sqrt{t}}$$

$$E_{\text{langkah}} = \frac{116 + 0,696 \times \rho_s}{\sqrt{t}} \quad (3)$$

Dimana :

E_{langkah} : Tegangan langkah (V)

R_k : Tahanan badan orang (= 1000 Ω)

R_f : Tahanan kontak ke tanah dari satu kaki (dalam Ohm) = 3 ρ_s

ρ_s : Tahanan Jenis Tanah (Ω -meter)

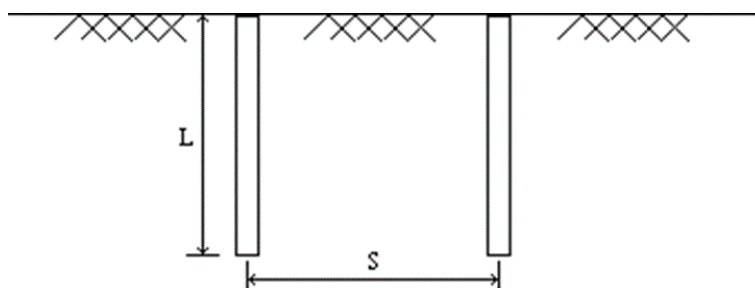
t : Waktu kejut atau lama gangguan tanah (detik)

Tabel 3. Tegangan Langkah (IEEE Substations Committee, 2000)

Tegangan Langkah Yang Diijinkan (volt)	Lama Gangguan (detik)
7.000	0,1
4.950	0,2
4040	0,3
3500	0

3140	0,5
2216	1
1560	2
1280	3

Grounding Rod dengan Dua Batang Elektroda



Gambar 5. Dua batang konduktor tegak lurus dengan permukaan tanah

Untuk $S < L$ maka,

$$R_p = \frac{\rho}{4\pi lx} \left[\ln \frac{4lx}{a} + \ln \frac{4lx}{s} - 2 + \frac{s}{2lx} - \frac{s^2}{16lx^2} + \frac{s^4}{512lx^4} \right] \quad (4)$$

Dimana :

R = Tahanan pengetanahan elektroda yang terdiri dari dua batang konduktor (ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)

L = Panjang konduktor yang ditanam (m) S = Jarak antara

dua batang konduktor (m) a = Jari-jari batang konduktor (m)

Grounding Rod dengan Tiga Titik Bintang

Menghitung tahanan pentanahan dengan metode tiga titik bintang dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_p = \frac{\rho}{6\pi lx} \left[\ln \frac{2lx}{a} + \ln \frac{2lx}{s} + 1,071 - 0,209 \frac{s}{Lx} + 0,238 - \frac{s^2}{Lx^2} - 0,054 \frac{s^4}{L^4} \right] \quad (5)$$

Dimana :

R = Tahanan pengetanahan elektroda yang terdiri dari dua batang konduktor (ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (ohm meter)

L = Panjang konduktor yang ditanam (m)

S = Jarak antara dua batang konduktor (m)

a = jari-jari batang konduktor (m)

Grounding Rod dengan Enam Titik Bintang

Menghitung tahanan pentanahan dengan metode enam titik bintang dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_p = \frac{\rho}{12\pi lx} \left[\ln \frac{2lx}{a} + \ln \frac{2lx}{s} + 6,851 - 3,128 \frac{s}{Lx} + 1,758 - \frac{s^2}{Lx^2} - 0,490 \frac{s^4}{L^4} \right] \quad (6)$$

Dimana :

R = Tahanan pengetanahan elektroda yang terdiri dari dua batang konduktor (ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (ohm meter)

- L = Panjang konduktor yang ditanam (m)
- S = Jarak antara dua batang konduktor (m)
- a = Jari-jari batang konduktor (m)

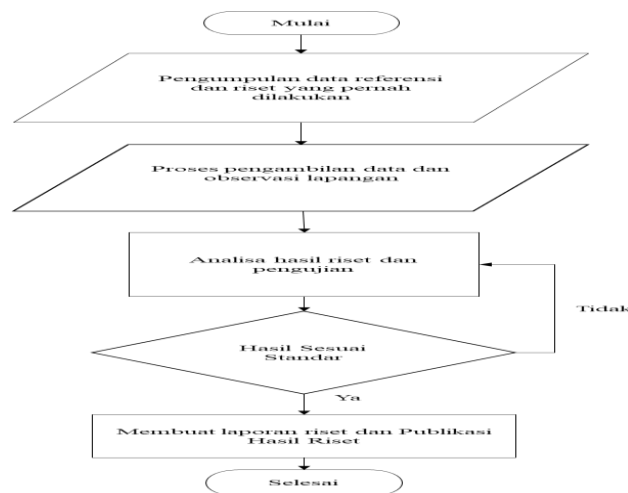
METODE

Penelitian terkait penulisan usulan skripsi ini dilakukan di Workshop PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro yang dimulai pada bulan July 2022. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer didapatkan dengan cara melakukan pengukuran secara langsung di area Workshop Perusahaan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari sumber berikut :

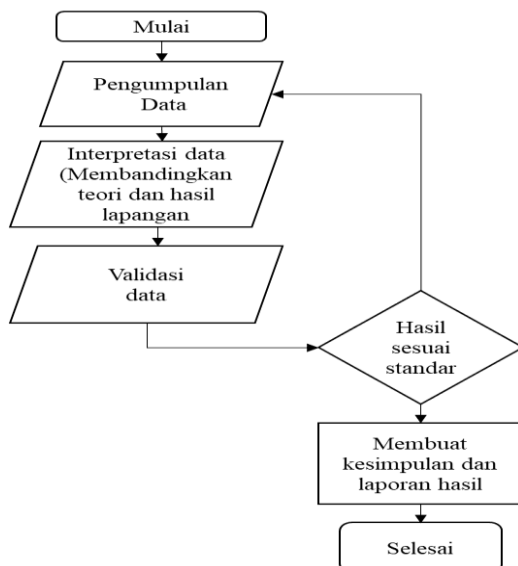
1. IEEE, Standard 80-2000 Guide for Safety in AC Subtation Grounding.
2. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011.
3. Data mapping titik grouding Workshop dari team Electric Perusahaan

Data hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif dan dihitung berdasarkan rumus yang ada. Dari hasil perhitungan akan dapat ditentukan sistem pembumian yang di area workshop apakah sudah masuk kedalam kategori layak atau belum layak sebagai berikut :

1. Mengumpulkan dan menghitung data pengukuran tahanan jenis tanah dilokasi Workshop PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro sesuai dengan PUIL 2011 (Standar Nasional Indonesia, 2011)
2. Optimalisasi menggunakan metode Excel untuk menghitung jenis sistem pembumian sebagai berikut :
 - a. Sistem Grounding rod dua batang elektroda
 - b. Sistem Grounding rod tiga titik bintang
 - c. Sistem Grounding rod enam titik bintang
3. Perhitungan Tegangan Sentuh.
4. Perhitungan Tegangan Langkah.



Gambar 1 Flowchart Penelitian



Gambar 2 Flowchart Analisa Data

Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tabel 3. Jadwal Penelitian

Kegiatan	Bulan			Ket
	1	2	3	
Studi Literatur	X			
Pengambilan Data Lapangan	X			
Analisa Data		X		
Menentukan Hasil		X		
Evaluasi Hasil		X		
Rekomendasi Perbaikan			X	
Pembuatan Laporan			X	

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Workshop Plant

Hasil pengukuran di lapangan pada hari Sabtu, 23 July 2022 pada lokasi Workshop PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro dilakukan beberapa kali pengukuran dan diperoleh data-data dari hasil pengukuran seperti Tabel 1. Berikut :

Tabel 4. Hasil pengukuran langsung nilai tahanan pentanahan Area Workshop PT. SIS Job Site Boro

No	Area	Nilai Tahanan Pentanahan (Ω)	
		PANEL	PENANGKAL PETIR
1	WORKSHOP PPS	1,85	2,59
2	WORKSHOP HAULER	2,29	4,43

3	WORKSHOP SUPPORT	3,39	1,23
4	WORKSHOP TYRE	1,47	1,21

Berdasarkan hasil pengukuran langsung dilapangan, maka didapatkan data sesuai tabel 4 diatas, dimana untuk hasilnya adalah nilai tahanan pentanahan pada masing-masing workshop memenuhi nilai standar. Sehingga layak dan siap untuk diajukan sertifikasi.

Dilihat dari hasil pengukuran di lapangan dengan hasil pembahasan (analisa) dengan kedalaman elektroda (Lx) =6 m dan sistem paralel 2 batang elektroda terdapat perbedaan hasil pengukuran sesuai tabel berikut :

Tabel 5. Perbandingan hasil pengukuran langsung dan hasil analisa tahanan pentanahan Area Workshop PT. SIS Job Site Boro

No	Area	Pengukuran Lapangan Nilai Tahanan Pentanahan (Ω)		Pengukuran Rumus Nilai Tahanan Pentanahan (Ω)
		Panel	Penangkal Petir	
1	Workshop PPS	1,85	2,59	3,44
2	Workshop Hauler	2,29	4,43	3,44
3	Workshop Support	3,39	1,23	3,44
4	Workshop Tyre	1,47	1,21	3,44

Dari tabel 4 diatas bisa dilihat ada perbedaan nilai antara teori dan praktek, namun tidak berbeda jauh. Hal ini dapat diasumsikan sementara dikarenakan antara lain:

1. Kedalaman elektroda yang ditanam masih kurang dengan jenis tahanan jenis tanah di lokasi
2. Perbedaan type/jenis alat yang digunakan untuk pengukuran.
3. Spesifikasi kedalaman elektroda digunakan.
4. Akurasi dan kepresisian alat yang digunakan.
5. Metode pengukuran yang digunakan

Perhitungan Tegangan Sentuh Yang Diijinkan

Untuk data perhitungan tegangan sentuh yang diperbolehkan pada permukaan tanah dengan mengacu pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Tegangan Sentuh Yang Diijinkan

Lamanya Gangguan t (detik)	Tegangan Sentuh Yang Dijinkan (Volt)	Tegangan Sentuh Hasil Perhitungan (Volt)
0,1	1.980	388,83
0,2	1.400	274,95
0,3	1.140	224,49
0,4	990	194,42
0,5	890	173,89
1	626	122,96
2	443	86,95
3	362	70,99

Besar nilai tegangan sentuh maksimum yang diperoleh sebesar 122,96 Volt (untuk $t = 1$ s) dan lebih rendah dari standard yang diijinkan sebesar 626 Volt.

Perhitungan Tegangan Langkah Yang Diijinkan

Untuk data perhitungan tegangan langkah yang diperbolehkan pada permukaan tanah dengan mengacu pada Tabel 6 berikut :

Tabel 6. Hasil Perhitungan Besar Tegangan Langkah Yang Diijinkan

Lamanya Gangguan t (detik)	Tegangan Langkah Yang Diijinkan (Volt)	Tegangan Langkah Hasil Perhitungan (Volt)
0,1	7.000	204,04
0,2	4950	178,25
0,3	4040	166,83
0,4	3500	160,02
0,5	3140	155,37
1	2216	143,84
2	1560	135,69
3	1.280	132,07

Besar nilai tegangan langkah yang maksimum diperoleh sebesar 143,84 Volt (untuk $t = 1$ s) dan lebih rendah dari standard yang diijinkan sebesar 2.216 Volt.

Berdasarkan hasil perhitungan tegangan sentuh dan tegangan langkah pada area Workshop, dapat dinyatakan bahwa tegangan sentuh dan tegangan langkah selama 1 detik masih dalam ambang batas aman menurut IEEE 80-2000. Untuk itu sistem pentanahan di area workshop layak digunakan.

KESIMPULAN

1. Nilai tahanan pentanahan pada Workshop Hauler, PPS, Support, dan Tyre PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro sesuai dari hasil pengukuran di lapangan dan telah memenuhi standar pentanahan untuk gedung yaitu $< 5 \Omega$. Maka tahanan pentanahan Workshop Hauler, PPS, Support, dan Tyre PT. Saptaindra Sejati Job Site Boro dalam keadaan baik.
2. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, sistem pentanahan yang ada bangunan Workshop PT. Saptaindra Sejati Job terdiri dari 2 batang elektroda dengan kedalaman 6 meter. Ada beberapa hasil tetapi tidak jauh berbeda dengan teori.
3. Semakin banyak jumlah batang elektroda yang dihubungkan secara paralel maka semakin kecil nilai tahanan pentanahan.
4. Semakin tinggi nilai tahanan jenis suatu tanah maka akan semakin tinggi nilai pentanahan, tegangan langkah, dan tegangan sentuhnya.
5. Berdasarkan perhitungan nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah yang dilakukan didapat hasil dibawah standar, sehingga aman untuk karyawan.
6. Manfaat dari penelitian ini adalah perusahaan mengetahui kondisi actual sistem pentanahan di area Workshop dan bisa segera dilakukan perbaikan terkait temuan yang ada, agar nanti pada saat

sertifikasi tidak membutuhkan waktu lama untuk menunggu hasil sertifikasinya akibat temuan pada saat sertifikasi

REFERENCE

- Firdaus, M. L., Nasiah, N. And Uca, U. (2021) ‘Studi Spasiotemporal Sambaran Petir Cloud To Ground Di Kabupaten Gowa Tahun 2017-2019’, *Jurnal Environmental Science*, 3(2). Doi: 10.35580/Jes.V3i2.20050.
- Ieee Substations Committee (2000) *Standard 80-2000 Guide For Safety In Ac Substation Gorunding, The Institute Of Electrical And Electonics Engineers.*
- Niâ, M., Setiyoko, A. S. And Riantini, R. (2017) ‘Evaluasi Dan Perancangan Sistem Proteksi Petir Internal Dan Eksternal Divisi Fabrikasi Baja Pada Perusahaan Manufaktur’, In *Seminar K3*, Pp. 308–313.
- Saputra, A. (2021) ‘Analisis Sistem Pentanahan Peralatan Pada Gardu Induk 70 Kv Bungaran Palembang’. 021008 Universitas Tridinanti Palembang.
- Saputra, A., Monika, D. And Aji, A. D. (2023) ‘Perbaikan Sistem Pembumian Pada Body Transformator Daya Kapasitas 150 Kva Gardu Pasang Luar’, In *Seminar Nasional Teknik Elektro*, Pp. 6–11.
- Simatupang, J. W. And Riyanto, A. (2019) ‘Analisis Sistem Pentanahan Jaringan Gardu Induk 150 Kv Pt Bekasi Power Cikarang’, *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 4(1), Pp. 58–71.
- Sokol, N. J. And Rohli, R. V. (2018) ‘Land Cover, Lightning Frequency, And Turbulent Fluxes Over Southern Louisiana’, *Applied Geography*, 90(November 2017), Pp. 1–8. Doi: 10.1016/J.Apgeog.2017.11.003.
- Standar Nasional Indonesia (2011) ‘Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (Puil 2011)’, *Dirjen Ketenagalistrikan*, 2011(Puil), Pp. 1–133.
- Tadjuddin, T. And Bakhtiar, B. (2018) ‘Sistem Pembumian Gardu Induk Hemat Elektroda’, In *Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (Snp2m)*.
- Wahyono, W. And Su’udy, A. H. (2021) ‘Analisis Upaya Menurunkan Tahanan Pembumian Dengan Metode Spc’, In *Prosiding Seminar Nasional Nciet*, Pp. 121