

## STUDI SISTEM PEMBUMIAN *POWER HOUSE* PADA PT. PELINDO IV CABANG MAKASSAR NEW PORT

Darmang<sup>1</sup>, Riana T. Mangesa<sup>2</sup>, Muh. Nasir Malik<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar  
darman.til99@gmail.com

<sup>2</sup>Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar  
rianamangesa@yahoo.com

<sup>3</sup>Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar  
m.nasir.malik@unm.ac.id

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode sistem pembumian, mengetahui nilai resistansi pembumian, dan mengetahui nilai tegangan sentuh pada *Power House* pada PT. Pelindo IV Cabang Makassar New Port. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik observasi dan dokumentasi. Berdasarkan hasil penelitian (1) Metode sistem pembumian yang digunakan pada *Power House* terdiri dari beberapa jenis berdasarkan fungsinya yaitu: a) sistem pembumian peralatan menggunakan metode *Terra Neutral-Separated* (TN-S), b) sistem pembumian penangkal petir menggunakan metode perhitungan bola bergulir untuk pemasangan terminasi udara (*Air Termination*), c) sistem pembumian generator menggunakan metode sistem pembumian dengan resistansi yaitu *Neutral Grounding Resistor* (NGR), dan d) sistem pembumian trafo menggunakan metode *Double Terre* (TT) pada titik netralnya, (2) Besar resistansi pembumian pada *Power House* dengan jenis tanah pasir dan kerikil kering berdasarkan hasil pengukuran didapatkan nilai terendah sebesar 0,53  $\Omega$  sedangkan untuk nilai tertinggi sebesar 9,94  $\Omega$ , dan (3) Nilai tegangan sentuh pada *Power House* untuk lama gangguan 0,5 detik sebesar 400 Volt dan 550 Volt. Untuk persyaratan standar tegangan sentuh dengan lama gangguan 0,5 detik tidak boleh melebihi 890 Volt yang berarti nilai tegangan sentuh pada *Power House* telah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

**Kata Kunci:** Metode Sistem Pembumian, Resistansi Pembumian, Tegangan Sentuh.

## STUDY OF *POWER HOUSE* EARTHING SYSTEMS AT PT. PELINDO IV MAKASSAR BRANCH NEW PORT

### ABSTRACT

*This study aims to determine the method of the earthing system, determine the value of the grounding resistance, and determine the value of the touch voltage on the Power House at PT. Pelindo IV Makassar New Port Branch. This research method uses a quantitative approach. Data collection techniques used are observation and documentation techniques. Based on the results of the study (1) The grounding system method used in the Power House consists of several types based on their function, namely: a) equipment grounding system using the Terra Neutral-Separated (TN-S) method, b) lightning rod grounding system using the rolling ball calculation method for the installation of air termination (Air Termination), c) generator earthing system using the grounding system method with resistance, namely Neutral Grounding Resistor (NGR), and d) transformer earthing system using the Double Terre (TT) method at the neutral point, (2) Large resistance grounding on the Power House with sand and dry gravel soil types based on the measurement results obtained the lowest value of 0.53 while for the highest value of 9.94 , and (3) The value of the touch voltage on the Power House for a disturbance duration of 0.5 seconds is 400 Volts and 550 Volts. For standard requirements, the touch voltage with a disturbance duration of 0.5 seconds must not exceed 890 Volts, which means that the touch voltage value at the Power House is in accordance with the established standards.*

**Keyword:** Earthing System Method, Earthing Resistance, Touch Voltage.

## PENDAHULUAN

Saat ini energi listrik sangat penting di dalam kehidupan manusia, hal ini dikarenakan hampir semua peralatan yang dapat menunjang kehidupan manusia menggunakan energi listrik. Dengan tersedianya energi listrik maka terjadi kemajuan peradaban dalam kehidupan manusia. Hampir keseluruhan struktur penyangga kehidupan modern terkait dengan energi listrik. Penggunaan energi listrik dalam kapasitas besar umumnya digunakan untuk keperluan industri. Selain bermanfaat bagi kehidupan manusia, listrik juga dapat mendatangkan bahaya jika tidak diperhatikan dengan baik untuk itu diperlukan sistem tenaga listrik dengan sistem proteksi yang baik. Salah satu sistem proteksi pada sistem kelistrikan yaitu sistem pembumian.

Sistem pembumian atau biasa disebut sebagai grounding system adalah salah satu bagian sistem tenaga listrik yang mempunyai peranan penting dalam mengalirkan arus lebih dari sistem tenaga listrik ke tanah karena adanya gangguan sistem tenaga listrik [1]. Tujuan utama pembumian adalah menciptakan jalur yang tahanan rendah (low-impedance) 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. Untuk dapat menjaga keselamatan dan keamanan peralatan elektronik, sistem pembumian harus memiliki tahanan pembumian sekecil mungkin atau sesuai standar yang diizinkan [2]. Sistem pembumian dikatakan baik apabila memiliki tahanan pembumian yang sekecil mungkin. Nilai tahanan pembumian dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kedalaman elektroda, besar penampang elektroda, jenis tanah, sudut pengukuran serta campuran bahan-bahan dalam tanah atau sering ditambah dengan zat aditif pada tanah. Elektroda pembumian yang digunakan merupakan penghantar yang ditanam dalam tanah (bumi) dan kontak langsung dengan bumi [3]. Beberapa jenis pembumian dapat dipasang seperti sistem rod, sistem *grid* dan sistem plat. Namun penggunaan atau pemasangan jenis pembumian tersebut tergantung dari jenis tanah lokasi pembumian.

Sistem pembumian adalah faktor penting untuk pengamanan sistem tenaga listrik saat terjadinya gangguan arus atau tegangan lebih. Komponen elektronika yang sedang bekerja menyebabkan timbulnya radiasi elektromagnetik, seperti imbas elektromagnetik, ggl induksi dan arus induksi yang dilepaskan keluar. Radiasi ini bersifat merusak dan jika dibiarkan maka akan menimbulkan kerusakan

yang mengakibatkan terjadinya pemborosan maupun munculnya bahaya kebakaran (risiko tersengat listrik). Oleh karena itu perlu diterapkan sistem pentanahan (*Grounding system*) yang dapat menetralisasi pengaruh tersebut [4].

PT. Pelindo IV Cabang *Makassar New Port* merupakan salah satu badan usaha milik negara yang bergerak pada bidang kepelabuhanan. Penggunaan energi listrik sangat dominan sehingga membutuhkan kualitas sistem tenaga listrik yang baik, yang ditunjang dari berbagai peralatan listrik yang digunakan baik dalam kantor operasional, *power house*, *reefer plug* dan di dermaga yang menggunakan peralatan-peralatan listrik, maka sangat dibutuhkan kualitas sistem kelistrikan yang baik dalam menunjang segala bentuk aktifitas pekerjaan dalam lingkup *Makassar New Port*.

Seiring waktu, tanah korosif yang mengandung kelembaban tinggi, kandungan garam yang tinggi, serta suhu tinggi dapat menurunkan nilai resistansi pentanahan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran secara berkala, minimal setahun sekali. Jika terjadi peningkatan nilai resistansi diatas 20% maka teknisi harus memperbaikinya dengan menambah batang tembaga atau menggantinya

Tujuan sistem proteksi dalam sistem tenaga listrik adalah menjaga peralatan listrik dari gangguan atau keadaan tidak normal. Berdasarkan hasil penelitian awal yang dilakukan di PT. Pelindo IV Cabang *Makassar New Port* pada bulan Oktober 2020 gangguan yang sering terjadi pada *Power House* berupa *Over Current* (Arus Lebih) pada Trafo, untuk itu sistem pembumian berperan penting dalam penyaluran arus lebih ke tanah agar tidak merusak peralatan lain yang berhubungan dengan Trafo tersebut. Setelah dilakukan pengukuran salah satu titik sistem pembumian didapatkan hasil pengukuran sebesar 0,3 Ohm, nilai tersebut dapat dikatakan sangat baik untuk sistem pembumian namun dilihat dari letak geografis pelabuhan merupakan tempat dimana peralatan yang terbuat dari logam sangat mudah mengalami korosi yang diakibatkan oleh kadar garam yang tinggi sehingga seiring berjalannya waktu dapat mempengaruhi nilai tahanan pembumian.

Berdasarkan uraian tersebut, untuk mengetahui sistem pembumian yang digunakan serta untuk mengetahui apakah sistem pembumian yang ada di *Makassar New Port* mengalami perubahan nilai resistansi maka penulis mencoba melakukan studi dan mengambil judul penelitian “Studi Sistem Pembumian *Power House* Pada PT. Pelindo IV Cabang *Makassar New Port*”.

## METODE PENELITIAN

### A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Tujuan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif ini adalah untuk menjelaskan situasi yang hendak diteliti dengan dukungan studi kepustakaan sehingga lebih memperkuat analisa peneliti dalam membuat suatu kesimpulan, dimana hasil penelitian diperoleh dari hasil perhitungan indikator-indikator yang diteliti. Penelitian ini memberikan gambaran tentang sistem pembumian pada gedung *power house* di PT. Pelindo IV Cabang *Makassar New Port*.

### B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada PT. Pelindo IV Cabang *Makassar New Port* yang terletak di Jl. Sultan Abdullah Raya, Kaluku Bodoa, Kecamatan Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2021.

### C. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

#### 1. Teknik Pengukuran Langsung

Teknik ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran resistansi pembumian secara langsung pada *Power House* menggunakan alat ukur *Earth Tester* Kyoritsu 4105A dengan jenis pembacaan digital.

#### 2. Dokumentasi

Teknik ini bertujuan untuk memperoleh data langsung dari tempat penelitian meliputi buku-buku yang relevan, foto, serta dokumen yang berkaitan dengan sistem pembumian *Power House*.

#### 3. Observasi

Teknik observasi bertujuan untuk mengambil data serta mengamati secara langsung sistem pembumian pada *Power House*.

### D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik analisa deskriptif. Adapun teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan penjelasan ataupun gambaran mengenai keadaan sistem pembumian yang mengacu pada suatu standar sistem pembumian. Berikut beberapa teknik analisis data yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### 1. Analisis Data Resistansi Pembumian

Teknik ini digunakan untuk mengetahui nilai resistansi pembumian pada *Power House* PT.

Pelindo IV Cabang *Makassar New Port* serta dapat digunakan untuk membandingkan antara hasil ukur menggunakan *Earth Tester* dengan hasil perhitungan secara manual.

Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung nilai resistansi pembumian [5].

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

Dimana:

- $R_R$  = Tahanan pembumian untuk batang tunggal (Ohm)
- $\rho$  = Tahanan jenis tanah (Ohmmeter)
- $L$  = Panjang elektroda (Cm)
- $a$  = Diameter elektroda (Cm)

#### 2. Analisis Data Tegangan Searah

Teknik ini digunakan untuk mengetahui besar tegangan sentuh yang diizinkan pada *Power House*. Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung nilai tegangan sentuh [6].

$$E_s = \left( R_K + \frac{3\rho_s}{2} \right) I_k \quad (2)$$

Dimana:

- $E_s$  = Tegangan Sentuh (Volt)
- $R_k$  = Tahanan badan orang (Ohm) = 1000 Ohm
- $I_k$  = Besarnya arus yang melalui badan =  $0,116/\sqrt{t}$
- $R_f$  = Tahanan kontak ke tanah dari satu kaki (Ohm) =  $3\rho_s$
- $\rho_s$  = Tahanan jenis tanah disekitar permukaan tanah (Ohm)
- $t$  = Waktu (Detik)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

#### 1. Metode Sistem Pembumian *Power House*

Pembumian adalah penghubung titik netral dari suatu sistem tenaga listrik atau badan dari tenaga listrik dengan tanah. Kontak dengan tanah dilakukan dengan menanam elektroda kedalam tanah, yang selanjutnya disebut elektroda pembumian. Sedangkan resistansi pembumian adalah resistansi antara elektroda sistem pentanahan dengan elektroda lain pada jarak tertentu [3]. Pembumian mempunyai hubungan erat dengan perlindungan suatu sistem beserta dengan perlengkapannya. Pembumian yang sering juga disebut pentanahan adalah penghubungan suatu titik sirkit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu. Istilah lain untuk pembumian adalah *grounding* atau *earthing* [7].

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, maka diketahui metode sistem pembumian yang digunakan pada *Power House*:

**a. Sistem pembumian peralatan**

Sistem pembumian peralatan terdapat pada semua *Power House*, untuk elektroda pembumiannya menggunakan elektroda batang dengan panjang 4 meter dan diameter 1,5 cm, sistem pembumian yang digunakan menggunakan sistem *Terra Neutral-Separated* (TN-S) dimana konduktor Netral terpisah dengan konduktor Pentanahan pada seluruh sistem, serta untuk kawat penghantar yang digunakan adalah kawat *Bare Copper* (BC) ukuran  $120\text{ mm}^2$ .

**b. Sistem Pembumian Penangkal Petir**

Sistem pembumian penangkal petir terdapat pada semua *Power House*, untuk elektroda pembumiannya menggunakan elektroda batang dengan panjang 4 meter dan diameter 1 cm, untuk kawat penghantar yang digunakan adalah kawat BC ukuran  $50\text{ mm}^2$

**c. Sistem Pembumian Generator**

Sistem pembumian generator hanya terdapat pada *Power House New* dan *Power House 4*, untuk elektroda pembumian yang digunakan berupa elektroda batang dengan panjang 8 meter dan diameter 1,5 cm, kawat penghantar jenis BC ukuran  $120\text{ mm}^2$ , metode pembumian yang digunakan pada generator yaitu menggunakan *Neutral Grounding Resistor* (NGR).

**d. Sistem Pembumian Trafo**

Sistem pembumian trafo terdapat pada semua *power house*. Untuk elektroda pembumian yang digunakan berupa elektroda batang dengan panjang 8 meter dan diameter 2 cm, kawat penghantar jenis BC  $120\text{ mm}^2$ , metode pembumian yang digunakan pada trafo yaitu menggunakan sistem *Double Terre* (TT) dimana titik netral pada trafo ditanahkan langsung sedangkan bagian konduktif trafo (Bodi) ditanahkan ke elektroda pembumian yang berbeda dengan pembumian sumber.

**2. Resistansi Pembumian Power House**

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan dengan cara pengukuran pada sistem pembumian yang ada pada *Power House* diperoleh hasil pengukuran sebagai berikut:

TABEL 1. HASIL PENGUKURAN NILAI RESISTANSI PEMBUMIAN POWER HOUSE

No	Gedung	Jenis Sistem Pembumian	Hasil Pengukuran Nilai Resistansi ( $\Omega$ )			
			1	2	3	Rata-rata
1.	Power House New	Sistem pembumian peralatan	1,80	1,92	1,79	1,83
		Sistem Pembumian Penangkal Petir	6,97	6,99	6,95	6,97
		Sistem Pembumian Titik Netral Trafo	0,57	0,57	0,60	0,58
		Sistem Pembumian Titik Netral Generator	0,66	0,67	0,66	0,66
		Sistem pembumian peralatan	0,72	0,73	0,75	0,73
		Sistem Pembumian Penangkal Petir	9,94	9,97	9,90	9,93
2.	Power House 1	Sistem Pembumian Titik Netral Trafo	0,84	0,83	0,80	0,82
		Sistem pembumian peralatan	0,99	1,02	0,98	0,99
3.	Power House 2	Sistem Pembumian Penangkal Petir	3,67	3,65	3,70	3,67
		Sistem Pembumian Titik Netral Trafo	0,63	0,60	0,62	0,61
4.	Power House 4	Sistem pembumian peralatan	0,96	0,96	0,99	0,97
		Sistem Pembumian Penangkal Petir	0,87	0,90	0,92	0,89
		Sistem Pembumian Titik Netral Trafo	0,53	0,55	0,55	0,54
		Sistem Pembumian Titik Netral Generator	0,63	0,66	0,61	0,63

Adapun hasil perhitungan besarnya resistansi pembumian pada *Power House* dapat dilihat pada Table 2 sebagai berikut:

TABEL 2. HASIL PERHITUNGAN RESISTANSI PEMBUMIAN *POWER HOUSE*

Gedung	Jenis Sistem Pbumian	Hasil Perhitungan Nilai Resistansi ( $\Omega$ )
Power House	Sistem pbumian peralatan	1,32
	Sistem Pbumian Penangkal Petir	1,40
	Sistem Pbumian Titik Netral Trafo	0,61
	Sistem Pbumian Titik Netral Generator	0,68

### 3. Tegangan Sentuh

Tegangan sentuh pada peralatan dapat dapat dihitung dengan menentukan nilai arus fibrilasi. Arus fibrilasi adalah arus yang mengalir pada tubuh manusia, berpengaruh pada otot manusia yang menyebabkan jantung berdenyut dengan cepat dan tidak menentu. Nilai tegangan sentuh dapat dihitung menggunakan persamaan 2. Berikut hasil analisis tegangan sentuh pada *Power House*:

TABEL 3. NILAI TEGANGAN SENTUH PADA *POWER HOUSE*

No.	Berat Badan manusia (kg)	Tegangan Sentuh ( $E_s$ ) (V)	Tegangan Sentuh Berdasarkan IEEE Std 80-2013 (V)
1.	50	400	890
2.	70	550	890

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai tegangan sentuh pada *Power House* untuk manusia dengan berat badan 50 kg sebesar 400 Volt dan untuk manusia dengan berat badan 70 kg sebesar 550 Volt. Berdasarkan tabel 1 dengan waktu gangguan 0,5 detik diketahui tegangan sentuh maksimal yang diizinkan adalah 890 Volt yang berarti tegangan sentuh maksimal yang diizinkan pada *Power House* memiliki tingkat aman.

#### A. Pembahasan

##### 1. Metode Sistem Pbumian Pada *Power House*

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Asri Azis (2015) dengan judul penelitian *Evaluasi Sistem Pbumian Pada PLTD Pembangunan PT. PLN (Persero) Wilayah Sulselrabar Sektor Tello Makassar*, data yang diperoleh dibatasi hanya pada sistem pbumian generator dan tegangan sentuh sedangkan pada penelitian ini tidak dibatasi pada sistem pbumian generator saja melainkan menyangkut semua sistem pbumian yaitu sistem pbumian peralatan,

sistem pbumian transformator, dan sistem pbumian penangkal petir serta nilai tegangan sentuh dan jenis sistem pbumian yang digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada *Power House* PT. Pelindo IV Cabang *Makassar New Port* diketahui terdapat beberapa sistem pbumian yang ada pada *Power House* yaitu sistem pbumian peralatan, sistem pbumian penangkal petir, sistem pbumian titik netral generator dan sistem pbumian titik netral trafo. Dari beberapa sistem pbumian tersebut tentunya memiliki metode pbumian yang berbeda sesuai dengan fungsi dan proteksinya.

Sistem pbumian peralatan pada *power house* menggunakan metode sistem pbumian *Terra Neutral-Separated* (TN-S). Pada sistem ini penghantar netral dipisah dengan penghantar pbumian, Tujuan dari penggunaan sistem TN-S ini adalah agar saat terjadi gangguan sistem pbumian seperti hubung singkat maka sistem yang lain tidak akan terpengaruh oleh gangguan tersebut.

Sistem pbumian penangkal petir pada *Power House* menggunakan metode perhitungan bola bergulir dengan radius 60 meter. Untuk pemasangan terminasi udara (*Air Termination*) pada *power house* berdasarkan sudut atau perpotongan antar bola tersebut. Berdasarkan metode tersebut arus petir yang dapat ditangkap oleh terminasi udara sebesar  $I = 0,75\sqrt{60} = 234,89$  A dalam radius 60 meter.

Sistem pbumian generator pada *Power House* menggunakan metode sistem pbumian dengan tahanan atau *Neutral Grounding Resistor* (NGR) dengan tujuan untuk menghambat atau membatasi arus hubung singkat satu fasa ke tanah, sehingga dapat meminimalisir kerusakan pada generator, mereduksi arus gangguan sehingga tidak merusak peralatan yang dilaluinya, serta mengamankan operator atau teknisi dari arus gangguan tanah yang besar.

Sistem pbumian trafo pada *Power House* menggunakan metode sistem pbumian *Double Terre* (TT) dimana titik netral pada trafo ditanahkan langsung sedangkan bagian konduktif trafo (Bodi Trafo) ditanahkan ke elektroda pbumian yang berbeda dengan pbumian titik netral trafo.

##### 2. Resistansi Pbumian Pada *Power House*

Untuk mengetahui besar resistansi suatu sistem pbumian dapat dilakukan dengan cara pengukuran. Pengukuran resistansi pbumian ini berdasarkan standar yang diatur dalam PUIL 2011. Dalam PUIL 2011 nilai resistansi pbumian tidak

boleh lebih dari standar yang telah ditetapkan yaitu  $5\Omega$ , hal tersebut bertujuan agar apabila terjadi sambaran petir, kegagalan isolasi, maupun hubung singkat maka arus gangguan dapat dialirkan dengan baik melalui penghantar pembumian[8]. Berdasarkan pernyataan tersebut kita dapat menentukan besar resistansi pembumian pada *Power House* yang sesuai maupun yang tidak sesuai dengan standar PUIL 2011.

TABEL 4. RESISTANSI PEMBUMIAN *POWER HOUSE* BERDASRKAN STANDAR PUIL 2011

No	Gedung	Jenis Sistem Pembumian	Hasil Pengukuran Nilai Resistansi ( $\Omega$ )	Standar PUIL 2011 ( $\leq 5 \Omega$ )
1.	Power House New	Sistem pembumian peralatan	1,83	Sesuai Standar
		Sistem Pembumian Penangkal Petir	6,97	Tidak Sesuai Standar
		Sistem Pembumian Titik Netral Trafo	0,58	Sesuai Standar
		Sistem Pembumian Titik Netral Generator	0,66	Sesuai Standar
2.	Power House 1	Sistem pembumian peralatan	0,73	Sesuai Standar
		Sistem Pembumian Penangkal Petir	9,93	Tidak Sesuai Standar
		Sistem Pembumian Titik Netral Trafo	0,82	Sesuai Standar
		Sistem pembumian peralatan	0,99	Sesuai Standar
3.	Power House 2	Sistem Pembumian Penangkal Petir	3,67	Sesuai Standar
		Sistem Pembumian Titik Netral Trafo	0,61	Sesuai Standar
		Sistem pembumian peralatan	0,97	Sesuai Standar
		Sistem Pembumian Penangkal Petir	0,89	Sesuai Standar
4.	Power House 4	Sistem Pembumian Titik Netral Trafo	0,54	Sesuai Standar

No	Gedung	Jenis Sistem Pembumian	Hasil Pengukuran Nilai Resistansi ( $\Omega$ )	Standar PUIL 2011 ( $\leq 5 \Omega$ )
		Sistem Pembumian Titik Netral Generator	0,63	Sesuai Standar

Berdasarkan Tabel 4 kita dapat mengetahui nilai resistansi pembumian *Power House* yang telah sesuai dengan standar yang ditentukan maupun yang tidak sesuai dengan standar. Untuk sistem pembumian penangkal petir pada *Power House New* dan *Power House 1* yang nilainya berada diatas  $5 \Omega$  dapat dilakukan penambahan elektroda pembumian untuk menurunkan nilai resistansi pembumian tersebut.

### 3. Tegangan Sentuh Pada *Power House*

Ada dua cara listrik bisa menyengat tubuh kita, yaitu melalui sentuhan langsung maupun tidak langsung. Bahaya sentuhan langsung merupakan akibat dari anggota tubuh bersentuhan langsung dengan bagian yang bertegangan sedangkan bahaya sentuhan tidak langsung merupakan akibat dari adanya tegangan liar yang terhubung dengan bodi peralatan atau selungkup alat yang terbuat dari logam (bukan bagian bertegangan) sehingga bila tersentuh akan mengakibatkan sengatan listrik. Pada tabel 1 dapat dilihat tegangan sentuh yang diizinkan serta lama gangguan yang terjadi.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan mengacu pada tahanan jenis tanah *Power House* yaitu jenis tanah pasir dan kerikil kering dengan tahanan jenis tanah sebesar  $1000 \Omega$ , didapatkan nilai tegangan sentuh untuk lama gangguan 0,5 detik sebesar 400 Volt untuk manusia dengan berat badan 50 kg dan 550 Volt untuk manusia dengan berat badan 70 kg. Perbedaan nilai tegangan tersebut karena nilai arus yang melalui tubuh manusia yang memiliki berat badan 50 kg berbeda dengan nilai arus yang melalui tubuh manusia dengan berat badan 70 kg. Dilihat pada tabel 1 untuk gangguan tanah dengan lama gangguan 0,5 detik tegangan sentuh yang diizinkan sebesar 890 Volt sehingga tegangan sentuh pada *Power House* dapat dikategorikan aman karena tidak melebihi tegangan sentuh yang diizinkan.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode sistem pembumian yang digunakan pada *Power House* terdiri dari beberapa jenis berdasarkan fungsinya yaitu: a) sistem pembumian peralatan menggunakan metode *Terra Neutral-Separated* (TN-S), b) sistem pembumian penangkal petir menggunakan metode perhitungan bola bergulir untuk pemasangan terminasi udara (*Air Termination*), c) sistem pembumian generator menggunakan metode sistem pembumian dengan resistansi yaitu *Neutral Grounding Resistor* (NGR), dan d) sistem pembumian trafo menggunakan metode *Double Terre* (TT) pada titik netralnya.
2. Besar resistansi pembumian pada *Power House* dengan jenis tanah pasir dan kerikil kering berdasarkan hasil pengukuran didapatkan nilai terendah sebesar  $0,53 \Omega$  sedangkan untuk nilai tertinggi sebesar  $9,97 \Omega$  sedangkan untuk hasil perhitungan didapatkan nilai terendah  $0,61 \Omega$  dan nilai tertinggi  $1,40 \Omega$ .
3. Nilai tegangan sentuh pada *Power House* untuk lama gangguan  $0,5$  detik sebesar  $400$  Volt dan  $550$  Volt. Untuk persyaratan standar tegangan sentuh dengan lama gangguan  $0,5$  detik tidak boleh melebihi  $890$  Volt yang berarti nilai tegangan sentuh pada *Power House* telah sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa metode sistem pembumian yang digunakan pada *Power House* telah sesuai dengan jenis sistem pembumian yang digunakan, untuk nilai resistansi pembumian dari empat belas titik pembumian terdapat dua titik yang memiliki nilai resistansi diatas  $5 \Omega$  yang berarti tidak sesuai dengan standar yang diatur dalam PUIL 2011, dan nilai tegangan sentuh peralatan pada *Power House* telah sesuai dengan standar *Institute of Electrical And Electronics Engineers* (IEEE).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Krishna Et Al. - 2016 - Perbaikan Sistem Pentanahan Pada Gedung Listrik Po.Pdf.”
- [2] K. Rudi A. Setyawan, I. G. N. Janardana, And N. P. S. Utama, “Analisis Sistem Pembumian Untuk Mengamankan Instalasi Listrik Di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana Jimbaran Bali,” Maj. Ilm. Teknol. Elektro, Vol. 17, No. 2, P. 191, May 2018, Doi: 10.24843/Mite.2018.V17i02.P05.
- [3] I. M. Darmayusa, I. G. N. Janardana, And I. W. A. Wijaya, “Analisa Sistem Pembumian Pada Pembangkit Listrik Tenaga Minihydro Di Tukad Balian Kabupaten Tabanan,” Vol. 6, No. 3, P. 7, 2019.
- [4] Sunarno, *Mekanikal Elektrikal (Lanjutan)*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2006.
- [5] Ieee Std.142, *Ieee Recommended Practice For Grounding Of Industrial And Comercial Power Systems*. (Ieee Green Book), 2007.
- [6] T. S. Hutauruk, *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga & Pengetanahan Peralatan*. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1999.
- [7] Hasrul, “Evaluasi Sistem Pembumian Instalasi Listrik Domestik Di Kabupaten Barru,” *J. Media Elektrik.*, Vol. Volume 5, 2010.
- [8] Indonesia, S. N., *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (Puil 2011)*. Jakarta: Bsn, 2011.