

## STUDI SISTEM PENTANAHAN PERALATAN DI GARDU INDUK: STUDI KASUS PADA GARDU INDUK TEMANGGUNG

Alfian Yusuf Syarifudin<sup>1</sup>, Sapto Nisworo<sup>2</sup>, Agung Trihasto<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro Universitas Tidar

Kapten Suparman 39 Magelang 56116 Indonesia

[Alfian96yusufsyarifudin@gmail.com](mailto:Alfian96yusufsyarifudin@gmail.com)<sup>1</sup> [saptonisworo@untidar.ac.id](mailto:saptonisworo@untidar.ac.id)<sup>2</sup>

[deria.pravitasari@untidar.ac.id](mailto:deria.pravitasari@untidar.ac.id)<sup>3</sup>

*Intisari*- Proteksi petir merupakan suatu usaha untuk melindungi suatu objek dari bahaya yang diakibatkan petir, baik itu secara langsung maupun tak langsung. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan agar mendapatkan hasil pembahasan yaitu studi literatur dan pengukuran secara langsung di lapangan. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan rumus-rumus yang ada dan beberapa standar yakni Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP), Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000, IEEE, dan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7015-2004. Hasil dari analisa data yang didapat sehingga dapat disimpulkan bahwa: sesuai dari perhitungan kebutuhan proteksi petir menurut PUIPP, Gedung Gardu Induk Temanggung untuk memiliki perlindungan petir karena indeks R adalah 13. Setelah dilakukan analisis dengan perhitungan dan perencanaan pemasangan elektroda lebih dari satu dengan kedalaman elektroda tertentu, diperoleh hasil bahwa hambatan pentanahan dapat sesuai dengan standar pentanahan menurut PUIPP yakni  $\leq 5\Omega$ . Sehingga pentanahan dengan nilai hambatan kurang dari  $5\Omega$  dapat dikatakan suatu pentanahan yang baik. Semakin kecil nilai hambatan maka semakin baik kualitas pentanahannya. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari hasil pengukuran hambatan pentanahan gedung Gardu Induk Temanggung. Metode pengukuran yang digunakan adalah metode tiga titik menggunakan jenis elektroda batang tunggal dengan diameter 0,015 m dan panjang 2,5 m, yang ditanam dengan kedalaman 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 meter dari permukaan tanah

Kata Kunci : sistem penangkal petir, pentanahan, hambatan pentanahan.

### I. PENDAHULUAN

pentanahan gardu induk telah beberapa kali dilakukan sebelumnya. (Ujang Mulyadi, dkk, 2014) melakukan kajian perencanaan sistem penangkal petir eksternal yang disebabkan oleh gangguan sambaran langsung. Sistem penangkal petir yang digunakan adalah sistem

penangkal petir *Franklin* dan sistem penangkal petir ESE (*Early Streamer Emission*), sedangkan untuk sistem pentanahan yang digunakan adalah model penanaman elektroda pentanahan secara vertikal didalam tanah yang dipasang secara paralel dengan kedalaman 2,4 meter sebanyak 16 batang. tujuan sistem

pentanahan adalah untuk membatasi tegangan pada jaringan atau bagian-bagian peralatan yang tidak dialiri arus dan antara jaringan atau bagian-bagian tersebut dengan tanah, hingga tercapai suatu nilai yang aman untuk semua kondisi operasi, baik kondisi normal maupun saat terjadi gangguan. Pada umumnya pentanahan peralatan pada Gardu induk bertujuan untuk menjaga keselamatan peralatan maupun personil yang ada di dalamnya, baik pada saat normal maupun pada saat terjadi gangguan.

## II. LANDASAN TEORI

Petir merupakan suatu fenomena alam terjadinya pelepasan muatan listrik akibat adanya perbedaan potensial antara awan dengan permukaan bumi. Petir dapat terjadi di dalam awan, antara awan satu dengan awan lainnya, antara awan dan udara sekelilingnya, serta awan dan bumi.

Sambaran petir kebumi dapat mengakibatkan banyak kerugian, baik sambaran langsung maupun tidak langsung. Sambaran petir dapat menyebabkan mulai dari gangguan

sampai kerusakan pada objek sambarannya sampai pada kematian makhluk hidup.

Sistem pentanahan (*grounding system*) adalah suatu perangkat instalasi yang berfungsi untuk melepaskan arus petir kedalam bumi, salah satu kegunaannya untuk melepas muatan arus petir. Tingkat keandalan sebuah *grounding* ada di nilai konduktivitas logam terhadap tanah yang ditancapinya. Semakin konduktif tanah terhadap benda logam, maka semakin baik. Kelayakan *grounding* harus bisa mendapatkan nilai tahanan sebaran maksimal 5 ohm (PUIL 2000 : 68) dengan menggunakan *earth ground tester*. Namun begitu, untuk daerah yang resistansi jenis tanahnya sangat tinggi, resistansi pembumian total seluruh sistem boleh mencapai 10 ohm. Sebuah bangunan gedung agar terhindar dari bahaya sambaran petir dibutuhkan nilai hambatan pentanahan  $< 5$  ohm, sedangkan untuk pentanahan peralatan-peralatan elektronika dibutuhkan nilai hambatan pentanahan  $< 3$  ohm bahkan beberapa perangkat membutuhkan nilai hambatan

pentanahan < 1 ohm (PUIL 2000 : 68).

istem pentanahan dapat dibuat dalam 3 bentuk, di antaranya :

1. *Single grounding rod.*
2. *Pararel grounding rod.*
3. *Multi grounding rod.*

Tahanan jenis tanah adalah tahanan yang ada dalam tanah berukuran 1m dalam bentuk kubus dan diberi satuan Ohm meter dimana tahanan jenis tanah akan menjadi tolak ukur untuk penentuan resistansi tanah yang digunakan sebagai *grounding* atau pentanahan. Tahanan jenis tanah berubah dan memiliki tahanan yang berbeda antara tanah satu dengan yang lain seperti pada tabel .

Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (Ohm-meter)
Sawah, Rawa(Tanah Liat)	<b>0-150</b>
Tanah Garapan(Tanah Liat)	<b>10-200</b>
Sawah, Tanah Garapan (Kerikil)	<b>100-1000</b>

Pegunungan (Biasa)	<b>200-2000</b>
Pegunungan (Batu)	<b>2000-5000</b>
Pinggir Sungai	<b>1000-5000</b>

Hambatan jenis tanah adalah hambatan yang ada dalam tanah berukuran 1m dalam bentuk kubus dan diberi satuan Ohm meter dimana hambatan jenis tanah akan menjadi tolak ukur untuk penentuan resistansi tanah yang digunakan sebagai pentanahan. Hambatan jenis tanah berubah dan memiliki hambatan yang berbeda antara tanah satu dengan yang lain seperti pada Tabel

Tabel hambatan jenis tanah

Jenis Tanah	Hambatan Jenis Tanah (Ohm-m)
<b>Sawah, Rawa (Tanah Liat)</b>	30
<b>Tanah garapan (Tanah Liat)</b>	100
<b>Pasir basah</b>	200
<b>Kerikil Basah</b>	500
<b>Pasir dan kerikil kering</b>	1000
<b>Tanah berbatu</b>	3000

Perhitungan besar hambatan jenis tanah dirumuskan:

$$\rho = 2 \pi A R_{34}$$

Keterangan:

$\rho$ : hambatan jenis tanah (Ohm-m)

a: jarak antar elektroda (m)

$R_{34}$ : impedansi titik 3 dan 4 (Ohm)

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilaksanakan ini dengan sistem pengukuran untuk mengetahui nilai hambatan jenis tanah dan hambatan pentanahan elektroda, dan studi literatur berdasarkan analisis data-data sekunder yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan menggunakan metode 3 titik

. Pengukuran hambatan pentanahan dengan menggunakan elektroda batang (tunggal) ditanam kedalam tanah dengan kedalaman bervariasi mulai dari 0,5 m, 1m, 1,5 m, 2 m, 2,5 m. Pengukuran hambatan pentanahan dilakukan dengan tahapan pengukuran sebagai berikut :

1. mempersiapkan peralatan dan bahan;
2. mengecek tegangan baterai dengan menghidupkan

*LANGLOIS EUROTTEST XE*

61557. Jika layar tampak bersih tanpa simbol baterai lemah berarti kondisi baterai dalam keadaan baik. Jika layar menunjukkan simbol baterai lemah atau bahkan layar dalam keadaan gelap, berarti baterai perlu diganti;

3. membuat rangkaian pengujian seperti pada Gambar 3.2 dengan menanam elektroda utama dan elektroda bantu. Menanam elektroda utama dengan memukul kepala elektroda menggunakan martil dengan kedalaman yang diinginkan dalam penelitian, jika menemui lapisan tanah yang keras sebaiknya jangan memaksakan penanaman elektroda;
4. menanam elektroda bantu dengan kedalaman 25 cm;
5. menentukan jarak antar elektroda bantu minimal 5 meter dan maksimal 10 meter;
6. mengecek penghubung atau penjepit pada elektroda utama dan elektroda bantu dengan

mengatur range switch ke nilai 500  $\Omega$  dan tekan tombol "TEST". Jika hambatan elektroda utama terlalu tinggi atau menunjukkan simbol "....." yang berkedip-kedip, maka perlu dilakukan pengecekan penghubung atau penjepit pada elektroda utama;

7. melakukan pengukuran. Mengatur range switch ke posisi yang di inginkan dan tekan tombol "TEST";
8. mencatat nilai pengukuran hambatan yang muncul di layar dari *Langlois Eurotest XE 3012*;
9. mengembalikan posisi tombol "TEST" ke posisi awal;

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1) Data Hasil Pengukuran

Pengukuran yang dilakukan adalah dengan pengukuran pada pentanahan yang telah terpasang, dengan menggunakan alat ukur *Langlois*. Dengan membuka bak kontrol pada pentanahan gedung yang sudah ada, lalu sambungkan alat dengan elektroda pentanahan

yang sudah ada menggunakan kabel pertama, kabel kedua dan ketiga disambungkan dengan pasak bantu. Setelah semua rangkaian terpasang, tekan tombol *start* secara otomatis akan muncul besarnya hambatan pentanahan. Dari pengukuran tersebut mendapatkan hasil hambatan sebesar 11,88 $\Omega$  pada pentanahan gedung Gardu Induk Temanggung.

Dari hasil pengukuran pentanahan tersebut, maka pentanahan yang telah terpasang membutuhkan perbaikan. Hambatan pentanahan yang telah terpasang masih diatas atau lebih dari standar yang ditentukan dalam PUIPP yakni  $\leq 5\Omega$ .

Tabel Hasil pengukuran hambatan penangkal petir gedung Gardu Induk

Kedalaman Elektroda (m)	Hasil Pengukuran Hambatan Pentanahan ( $\Omega$ )				
	I	II	III	Jumlah	Rata-rata
0,5	47,00	44,00	43,70	135,3	45,1
1	27,40	23,90	23,60	74,90	24,97
1,5	20,70	16,82	16,53	54,05	18,01
2	15,91	12,33	12,02	40,26	13,42
2,5	15,06	11,47	11,20	37,73	12,57

Tabel hasil analisis hambatan pada gardu induk

Tabel 4. 4 Hasil Analisis Hambatan Pada Gedung Gardu Induk

R	N	F	R paralel		Keterangan
			$R_p$	$R_{\text{paralel}}$	
45,10	24	2,16	4,06		Sesuai Standar
24,97	12	1,80	3,75		Sesuai Standar
18,02	8	1,68	3,78		Sesuai Standar
13,42	4	1,36	4,36		Sesuai Standar
12,58	4	1,36	4,28		Sesuai Standar

### Pembahasan

Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) besar kebutuhan perlindungan petir dengan Tabel indeks yang menyatakan faktor-faktor tertentu pada PUIPP seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 sampai dengan Tabel 2.6. Dan Tabel penjumlahan indeks yang dipilih dari Tabel-Tabel sebelumnya. Maka hasil tingkat kebutuhan akan perlindungan terhadap petir seperti persamaan:

$$R=A+B+C+D+E$$

Semakin besar nilai R maka semakin besar pula kemungkinan kerusakan yang ditimbulkan oleh sambaran petir pada gedung, sehingga kebutuhan gedung terhadap perlindungan terhadap petir semakin besar.

Penghitungan nilai R diambil melalui penyesuaian dengan Tabel-Tabel yang terdapat pada indeks A, B, C, D, dan E. Indeks A

menentukan bahaya berdasarkan jenis bangunannya. Indeks B menentukan bahaya berdasarkan konstruksi bangunannya. Ketinggian bangunan juga dapat berpengaruh pada bahaya sambaran petir seperti pada indeks C. Pada indeks D menentukan bahaya berdasarkan situasi bangunannya. Sedangkan pada indeks E penentuan bahaya berdasarkan pengaruh kilat/hari guruh.

$$\begin{aligned} R &= A+B+C+D+E \\ &= 3+1+3+0+6 \\ &= 13 \end{aligned}$$

Sesuai pada Tabel indeks A maka nilai bahaya berdasarkan jenis bangunan adalah 3 karena bangunan berisi banyak sekali orang. Pada indeks B nilai bahayanya ditentukan berdasarkan konstruksi bangunan. Pada bangunan gedung Gardu Induk bernilai 1 karena bangunan tersebut menggunakan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap logam. Berdasarkan tinggi bangunan, nilainya adalah 3 karena bangunan diatas 17meter. Karena bangunan berada didaerah datar pada semua ketinggian maka pada Indeks

D nilainya adalah 0. Sedangkan sesuai hari guruh nilainya adalah 6 karena hari guruh di Kota Temanggung adalah lebih dari 125 dibawah 256.

Pada penghitungan menunjukkan hasil indeks R adalah 13. Sesuai pada Tabel indeks R perkiraan bahaya sambaran petir jika  $R=13$  perkiraan bahayanya adalah agak besar, sehingga pengamanan terhadap sambaran petir sangat dianjurkan.

Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP 1983:50) disebutkan bahwa hambatan pentanahan yang diijinkan tidak boleh lebih dari  $5\Omega$ . Sedangkan dalam ketentuan rujukan IEEE, untuk sistem penangkal petir nilai hambatan pentanahannya harus  $R \leq 25\Omega$ . Maka nilai pentanahan yang terukur diatas sudah sesuai dengan standar IEEE, namun apabila mengacu pada aturan PUIPP (1983:50) maka tidak dapat menggunakan elektroda tunggal, oleh sebab itu dapat menggunakan konfigurasi elektroda yang terdiri dari 2 atau lebih elektroda yang

dirangkai.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada skripsi ini, maka dapat disimpulkan bahwa sesuai dari perhitungan kebutuhan proteksi petir menurut PUIPP, Gedung Gardu Induk dianjurkan untuk memiliki perlindungan petir karena indeks R adalah 13. Selain itu kondisi pentanahan berdasarkan perhitungan data hambatan pentanahan yang diperoleh dari pengukuran langsung di Gardu Induk, belum memenuhi standar yang ditentukan. Setelah dilakukan analisis dengan perhitungan dan perencanaan pemasangan elektroda lebih dari satu dengan kedalaman elektroda tertentu, diperoleh hasil bahwa hambatan pentanahan dapat sesuai dengan standar pentanahan menurut PUIPP yakni  $\leq 5\Omega$ . Sehingga pentanahan dengan nilai hambatan kurang dari  $5\Omega$  dapat dikatakan suatu pentanahan yang baik. Semakin kecil nilai hambatan maka semakin baik kualitas pentanahannya.

Pemasangan dengan lebih dari satu elektroda dapat dilakukan dengan memperhatikan lokasi, karena tidak disemua lokasi memiliki karakteristik tanah yang sama. Sehingga sesuai lokasi, desain pentanahan di tiga gedung yang digunakan untuk penelitian berbeda meskipun jumlah dan kedalaman elektroda sama. Serta pemasangan elektroda penangkal petir harus memperhatikan luas daerah perlindungan, apabila tidak dapat mencakup keseluruhan area gedung maka disarankan untuk pemasangan 2 batang elektroda penangkal petir.

#### REFERENSI

- [1] Ariesta, Riza., Dikpride, Herri, dan Lukmanul Hakim . 2015. *Studi Analisis Sistem Pentanahan Eksternal Pada Gedung Unit Pelaksana Teknis Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Lampung*. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan. Lampung, Sumatera Selatan.
- [2] Bandri, Sepannur (2012) *Perancangan Instalasi Penangka Petir Eksternal Gedung Bertingkat (Aplikasi Balai Kota Pariaman, Padang*.
- [3] Bini, Talib. dan Ruslan. 2017. *Proteksi Kelistrikan Dan Proteksi Petir Pada Gedung Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M). Makasar
- [4] Hutagaol, S. 2010. *Studi Tentang Penangkal Petir Pada BTS (Base Transceiver Station) (Aplikasi Pada PT. Telkomsel – Banda Aceh)*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [5] Hutaaruk. 1987. *Pentanahan Netral Sistem Tenaga & Pentanahan Peralatan*, Jakarta : Penerbit Erlangga
- [6] Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011. Edisi 2014. Halaman 189. Jakarta
- [7] Syofian, Andi. *Sistem Pentanahan Grid Pada Gardu Induk Pltu Teluk Sirih*. Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Padang, 2013.
- [8] PUIPP. (1983). *Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) Untuk Bangunan Indonesia*. Direktorat Penyelidikan masalah bangunan.