

## PROTEKSI KELISTRIKAN DAN PROTEKSI PETIR PADA GEDUNG TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Ruslan L<sup>1)</sup>, Talib Bini<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

The release of lightning load can damage the electrical network and equipment in a short time, the effort can be done is to protect and minimize the effect of lightning. One of them is to protect the electrical system and Lightning Protection correctly and in accordance with the rules of the general requirements of electrical installations issued by the authorized body (PUIL) and refer to the Indonesian National Standard (SNI). The results of the research will be in the form of the installation of electrical system protection model and protection from lightning rod by means grounding are used to protect the electrical department building, laboratory equipment, workshop, electronic devices from being struck by lightning strike both directly and indirectly. This model can also be used as reference in other places. But the long term purpose of this research is for protection control system of integrated and continuous form of electric power system.

**Keywords:** *Electric Protection System, Lightning Protection*

### 1. PENDAHULUAN

Petir merupakan proses alam yang terjadi di atmosfer bumi pada waktu hujan (*thunderstorm*). Muatan-muatan tersebut akan terkonsentrasi di dalam awan atau bagian dari awan dan muatan yang berlawanan akan timbul pada permukaan tanah dibawahnya. Jika muatan bertambah, beda potensial antara awan dan tanah akan naik, maka kuat medan listrik di udara pun akan meningkat. Jika kuat medan listrik ini melebihi kekuatan dielektrik di antara awan-awan tersebut, maka akan terjadi pelepasan muatan (petir).

Pada bidang kelistrikan, jaringan distribusi lewat saluran udara terbuka, merupakan sasaran sambaran petir yang sering mengakibatkan gangguan. Tegangan induksi lebih cenderung terjadi pada saluran udara tegangan menengah (SUTM), dibandingkan dengan saluran udara tegangan tinggi (SUTT). Khusus di Politeknik Negeri Ujung Pandang pada awal tahun 2005 pernah terjadi sambaran petir yang menyebabkan banyak peralatan yang rusak akibat sambaran petir.

Sejak tahun 2009 sampai saat ini di laboratorium dan bengkel tegangan menengah telah diinstalasi peralatan tegangan menengah mulai dari pembangkit (genset 20 KV), *Automatic Transfer Switch (ATS)*, *switch gear*, *metering*, transformator, jaringan distribusi, *blower*, yang sampai saat ini belum terpasang peralatan *grounding* (pentanahan/pembumian) dan penangkal petir yang ada kurang optimum masih konvensional, sehingga dikhawatirkan bila terjadi sambaran petir pada salah satu peralatan tersebut, dan juga operator bisa juga terkena petir.

salah satu upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya bahaya tersebut adalah pengadaan sistem proteksi terpadu yang meliputi proteksi petir eksternal elektrostatik dan proteksi petir internal. Sedangkan *grounding* (pentanahan) hybrid merupakan kombinasi antara pentanahan batang dengan plat yang ditanam pada kedalaman tertentu dengan tujuan untuk memperoleh tahanan pentanahan yang relatif kecil serta meniadakan timbulnya bahaya tegangan langkah dan tegangan sentuh.

Obyek pada penelitian ini adalah gedung teknik Elektro dan peralatan laboratorium dan bengkel tegangan menengah yang merupakan satu bagian dengan gedung teknik elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, di mana selama ini gedung tersebut tidak terproteksi dengan baik sehingga banyak peralatan yang rusak akibat sambaran petir, seperti disebutkan di atas.

#### a. Mekanisme Terjadinya Petir

Awan dapat terbentuk jika udara yang mengandung air bergerak ke atas. Pada daerah yang lebih tinggi, maka tekanan dan suhu atmosfer akan lebih rendah sehingga udara yang mengandung uap air akan mengembang dan menjadi dingin. Sebagian uap airnya mengondensasi sehingga terbentuklah awan seperti yang kita lihat (Gambar 2.1.a).<sup>(1)</sup>

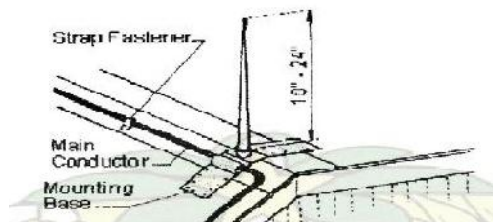
#### b. Daerah Perlindungan Penangkal Petir

<sup>1</sup> Koresponding : Ruslan L, Telp 085255001425, ruslan\_lausu@yahoo.com

Usaha pertama yang dilakukan dalam proteksi petir adalah mencegah agar petir tidak menyambar bangunan yang dilindungi. Untuk itu dapat dilindungi dengan dua cara atau prinsip; pertama, membentuk semacam tameng atau perisai bagi objek yang dilindungi sehingga diharapkan nantinya bila ada petir tidak menyambar objek melainkan menyambar tameng atau perisai tersebut. Kedua, memperkecil kemungkinan terjadinya sambaran petir.

c. Penangkal Petir Konvensional

Teknik penangkal petir yang sederhana dan pertama kali dikenal menggunakan prinsip yang pertama, yaitu dengan membentuk semacam tameng atau perisai berupa konduktor yang mengambil alih sambaran petir. Penangkal petir semacam ini biasanya disebut groundwires (kawat tanah) pada jaringan hantaran udara, sedangkan pada bangunan-bangunan dan perlindungan terhadap struktur Benjamin Franklin diperkenalkan dengan lightning rod.



Gambar 1. Penangkal Petir Konvensional      Gambar 2. Konstruksi Jenis Elektrostatis

Penangkal petir konvensional sifatnya pasif, menunggu petir untuk menyambar dengan mengandalkan posisinya yang lebih tinggi dari objek sekitar serta ujung runcingnya agar pada saat *step leader* mendekat dan kuat medan semakin besar maka *upward streamer* dapat lebih cepat terbentuk mendahului objek di sekitarnya.

d. Penangkal Petir Elektrostatis

Penangkal petir elektrostatis merupakan pengembangan dari penangkal petir konvensional (*lightning conductor*). Prinsipnya sama yaitu sebagai tameng atau perisai yang mengambil alih sambaran petir. Perbedaannya terletak pada bagaimana cara mengalihkan sambaran petir tersebut. Contoh konstruksi penangkal petir elektrostatis diperlihatkan pada gambar 2.4.

Prinsip kerja penangkal petir elektrostatis adalah didasarkan pada ion-ion yang dihasilkan oleh dua elektroda pada ujung penangkal petir. Di bawah pengaruh medan listrik antara awan dengan bumi, akan ada beda potensial di antara dua elektroda. Tegangan di antara kedua elektroda ini dapat menimbulkan percikan peluhan listrik membuat molekul-molekul udara di sekitar kedua elektroda mengalami ionisasi sehingga mempercepat terbentuknya *upward streamer* dari penangkal petir. Proses pembentukan *upward streamer* yang lebih awal menyebabkan *upward streamer* yang terbentuk menjadi lebih tinggi dari kondisi biasa pada penangkal petir konvensional. Oleh karena itu penangkal petir konvensional seolah-olah memiliki efektif perlindungan yang lebih tinggi dari pada penangkal petir yang sebenarnya.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini direncanakan selama dua tahun dilaksanakan di kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang, pada tahun pertama dilakukan meliputi tahap-tahap perancangan dan pemasangan system proteksi penangkal petir eksternal jenis elektrostatis elektroda Hibrid, dengan penentuan lebar plat dan kedalaman serta berapa titik elektroda yang ideal. pada tahun kedua dengan proteksi kelistrikan internal dengan pemasangan sistem *grounding*/pembumian (pentanahan) pada lab. Tegangan menengah dan bengkel listrik Tenaga dan Penerangan dan penggunaan NGR. Untuk menentukan dimensi, susunan, jenis bahan didasarkan pada besar parameter arus hubung singkat dan pengimplementasiannya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

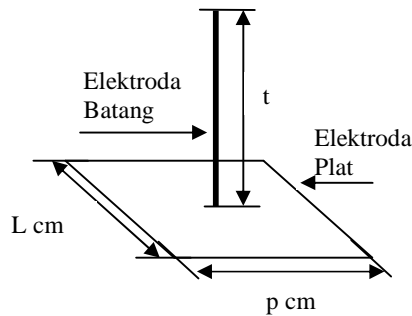
Pada penelitian penangkal petir, didapat hasil sesuai dengan pengukuran dilapangan sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Elektroda Hibrik

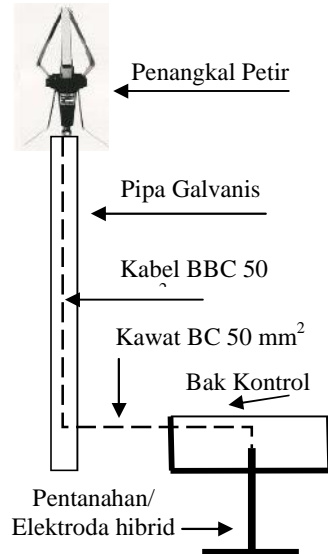
Elektroda					
1 (R1)		2 (R2)		3 (R3)	
Plat	Batang (t)	Plat	Batang (t)	Plat	Batang (t)
cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm
60x60x0,2	100, Ø = 1,5	0x40x0,2	80, Ø = 1,5	25x30x0,2	25, Ø = 1,5

Pada tabel 1 dijelaskan bahwa pada elektroda 1 (R1) dengan ukuran plat panjang x lebar x tebal (60 x 60 x 0,2) cm<sup>3</sup> dan panjang batang 100 cm dengan diameter d; 1,5 cm. Kemudian elektroda 2 (R2) dengan ukuran plat panjang x lebar x tebal (40 x 40 x 0,2) cm<sup>3</sup> dan panjang batang 80 cm dengan diameter d; 1,5 cm. Serta elektroda 3 (R3) dengan ukuran plat panjang x lebar x tebal (25 x 25 x 0,2) cm<sup>3</sup> dan panjang batang 25 cm dengan diameter d; 1,5 cm.

Ukuran yang berbede-beda itu dilakukan dengan maksud untuk melihat perbedaan tahanan jenis tanah yang diukur dengan perbedaan elektroda hibrid yang dipasang/ditanam pada kedalaman yang sama.



Gambar 3. Pentanahan Hibrid



Gambar 4. Konstruksi Penangkal Petir

Tabel 2. Hasil Pengukuran Resistansi Tanah

NO	Tgl Pengukuran Juli 2017	Hasil Pengukuran Elektroda						
		R1	R2	R3	R12	R13	R23	R123
		Ohm ( )						
	18	9	10	15	8,0	7,0	7,6	5,2
	20	12	11	20	7,6	9,0	8,0	6,0
	31	14	16	25	8,4	10,5	9,3	6,7

Pada hasil pengukuran di atas maka dapatlah dihitung hasil secara teoritis sebagai berikut:  
Pengukuran dilaksanakan pada tanggal 18 Juli 2017 pukul: 09.35 didapat :

$$R1 = 9 \quad ; R2 = 10 \quad \text{dan} \quad R3 = 15 \quad ; \text{Untuk } R12 = \dots$$

$$\frac{1}{R1} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} \quad ; \quad \frac{1}{R1} = \frac{1}{9} + \frac{1}{10} \quad ; \quad \frac{1}{R1} = \frac{19}{90} \quad ; \quad \frac{1}{R1} = \frac{19}{90}$$

Maka **R12 = 4,75 Ω**. Berdasarkan persamaan di atas maka didapatlah :

$$\text{maka } R13 = 5,3 \quad ; R23 = 3,75 \quad ; \text{ dan } R123 (Rt) = \mathbf{3,6 \Omega}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut di atas, pada pengukuran dilaksanakan pada tanggal 20 Juli 2017 pukul: 10.25 maka didapatlah: **R12 = 6,46 Ω; R13 = 7,5 Ω; dan Rt = 2640 / 592 = 4,46 Ω**

Kemudian pengukuran dilaksanakan pada tanggal 31 Juli 2017 pukul: 10 lewat, didapat:

$$R1 = 14 \Omega; R2 = 16 \Omega; \text{ dan } R3 = 25 \Omega, \text{ dan berdasarkan perhitungan di atas maka :}$$

$$R12 = 7,47 \Omega; R13 = 8,97 \Omega; \text{ dan } Rt = \mathbf{5,75 \Omega}$$

Tabel 3. Pengukuran dan Perhitungan Resistansi Pentanah

NO	TGL PENGUKUR AN JULI 2017	Hasil Pengukuran				Hasil Perhitungan			
		R12	R13	R23	Rt	R12	R13	R23	Rt
		Ω (Ohm)							
1	18	8	7	7,6	5,2	4,8	5,3	3,7	3,6

2	20	7,6	9	8	6	6,5	7,5	8,2	4,5
3	31	8,4	10,5	9,3	6,7	7,5	9,0	9,8	5,8

Berdasarkan tabel 3, bahwa pengukuran dilakukan sebanyak 3 hari dengan hasil pengukuran yang berbeda. Hasil pengukuran dan hasil perhitungan tidak sama (berbeda) antara 0,5 % sampai dengan 1%, hal ini dipengaruhi oleh faktor sambungang elektroda dengan jepitan alat earth tester pada saat dilakukan pengukuran tahanan pentanahan dan faktor kondisi tanah. Dari pengukuran di atas bisa dikatakan bahwa pengukuran telan memenuhi persyaratan untuk kategori pentanahan dengan nilai resistansi pentanahan antara 3  $\Omega$  sampai dengan 6  $\Omega$  dalam kondisi kering.

Penangkal petir sebagai media pengaman merupakan serangkaian komponen yang memiliki fungsi sebagai penyalur bagi sambaran petir menuju ke permukaan tanah, sehingga tidak merusak dan berbahaya bagi benda yang dilewatinya, sehingga menjamin keamanan bagi manusia dan peralatan / instrument industri. Instalasi penangkal petir yang baik yang dapat bekerja sebelum terjadinya sambaran petir. Dengan kata lain pada kondisi cuaca mendung, air terminal penangkal petir telah bekerja menyerap elektron dan menetralkannya. Sehingga pada saat cuaca telah hujan, intensitas sambaran dapat berkurang. Hal ini tidak berlaku untuk daerah dataran tinggi yang memang intensitas sambaran petir sangat ekstrim, sehingga penangkal petir difungsikan sebagai umpan dari sambaran petir.

Penangkal petir pengaman sambaran umumnya diletakan di atas gedung tertinggi pada suatu lokasi atau area. Agar menjadi umpan dari fenomena sambaran petir yang akan terjadi di waktu hujan. Persamaan dan gambaran paling sederhana yaitu penangkal petir sebagai media pemancing petir, sehingga jika sambaran petir ditakdirkan terjadi maka sasaran sambaran petir bukanlah gedung atau fasilitas lainnya. Terlihat sederhana tapi rumit, dikarenakan teknik dalam pemasangan pada ketinggian tertinggi suatu bangunan termasuk suatu masalah mengkhawatirkan. Maka perlu dukungan dari perusahaan spesialis penangkal petir yang memang berkecimpung dan berkompeten di bidang ini.

#### 4. KESIMPULAN

1. Pemasangan penangkal petir pada suatu bangunan yang tinggi atau daerah yang sering terjadi petir dimaksudkan untuk melindungi bangunan dan isi bangunan.
2. Pemasangan penangkal petir dengan elektroda hibrid (batang dan plat) akan memberikan nilai resistansi pentanahan yang kecil dibandingkan dengan elektroda lainnya.
3. Nilai Pemasangan penangkal petir dengan elektroda hibrid sangat tergantung dari lebar pelat dan kedalamannya, untuk memperkecil nilai resistansinya maka dipoerbanyak titik penanamannya.
4. Untuk penelitian pada tahun ke dua akan dilakukan pemasangan pentanahan (pembumian) pada masing-masing peralatan pada laboratorium tegangan menengah dan bengkel listrik Instalasi Tenaga dan Penerangan pada prodi Teknik Listrik, juga pada Lab. Frekuensi Modulasi Prodi Telkom dan Lab. Jaringan Prodi TKJ.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Aris, Munandar, Pranya Paramita, 1991 "Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik-Gardu Induk", Jakarta  
 Frydenlund, MM, 1993, *Lightning : Protection for people and property*, Van Nostrand Reinhold, New York  
 G. Vijayaraghavan, Mark Brown, Malcolm Barnes, 2004, *Practical Grounding, Bonding, Shielding and Surge Protection*, Technology & Engineering  
 Hasee, P., Short Run Press Ltd, 1998 "Over Voltage Protection and Low Voltage Sistem", England  
 Hutauruk, T.S., Erlangga, 1987, "Pentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pentanahan Peralatan", Jakarta  
 Hutauruk, T.S., Erlangga, 1991, "Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja", Jakarta  
 OBO Presentation, 2001, "Surge Protection and Energy Engineering".  
 PUIL 2000, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik".  
 Ralph Morrisson, 1986, *Grounding and shielding techniques in instrumentation Technology*  
 Rezeviq, D.V., 1972, "High Voltage Engineering" Khanna Publisher, Delhi  
 SNI 03-7015-2004, "Sistem Proteksi Petir pada Bangunan", Standar Nasional Indonesia  
 Tobing, Bonggas L, PT. Gramedia Pustaka Utama, 2003 "Peralatan Tegangan Tinggi", Jakarta  
 Vladimir A. Rakov, Martin A. Uman, 2007, *Lightning : Physic and Effects, Science*