

SISTEM PENANGKAL PETIR PADA GEDUNG KEMANG GALLERY MEDAN

Oleh:

Berlin Saragih ¹⁾

Jhonson M. Siburian ²⁾

Jaya Lukita Purba ³⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3)}

E-mail :

andre_wijaya24@yahoo.co.id ¹⁾,

jhonsonsiburian@gmail.com ²⁾,

jayabinjai@gmail.com ³⁾

ABSTRACT

Lightning is a process of events in the atmosphere in the form of the discharge of electric charge from charged clouds. When releasing this charge towards an object, we call it a bolt of lightning. Given the possibility of damage due to lightning strikes that are quite dangerous, then there are efforts to overcome the dangers of lightning strikes. One of them is with lightning rod electrodes or also called "lightning conductor". This protection system is needed considering the Kemang gallery building is quite high among the buildings in the vicinity and is in locations with high thunder day levels around 170 thunder days each year. By using the protection chamber concept according to the electro geometric model, the distance of the protection chamber from the lightning rod used and the level of protection needed will be calculated and determined. The calculation results show that the lightning rod mounted above the Kemang gallery building is sufficient to protect the entire area around the Kemang gallery building.

Keywords: System, Lightning Protection

ABSTRAK

Petir merupakan suatu proses peristiwa di atmosfer berupa pelepasan muatan listrik dari awan bermuatan. Pada saat pelepasan muatan ini menuju suatu objek, kita menyebutnya sebagai sambaran petir. Mengingat adanya kemungkinan kerusakan akibat sambaran petir yang cukup berbahaya, maka muncullah usaha-usaha untuk mengatasi bahaya sambaran petir. Salah satu diantaranya dengan elektroda batang penangkal petir atau disebut juga "lightning conductor". Sistem proteksi ini diperlukan mengingat gedung kemang gallery cukup tinggi diantara gedung yang ada di sekitar dan berada pada lokasi dengan tingkat hari guruh yang tinggi sekitar 170 hari guruh tiap tahun. Dengan menggunakan konsep ruang proteksi menurut model elektromeometri, akan dihitung dan ditentukan jarak ruang proteksi dari penangkal petir yang digunakan dan tingkat proteksi yang dibutuhkan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penangkal petir yang dipasang di atas gedung Kemang gallery sudah cukup mampu melindungi keseluruhan area sekitar gedung Kemang gallery.

Kata Kunci : Sistem, Penangkal Petir

1. PENDAHULUAN

Pembangunan gedung-gedung baru di Indonesia, cenderung bertingkat sebagai solusi karena semakin sempitnya lahan tanah. Namun disisi lain, dengan semakin banyak berdirinya bangunan bertingkat, beberapa permasalahan

mengenai keamanan bangunan menjadi sangat penting untuk diperhatikan, karena bangunan bertingkat lebih rawan mengalami gangguan, baik gangguan secara mekanik maupun gangguan alam.

Salah satu gangguan alam yang sering terjadi adalah sambaran petir. Mengingat letak geografis Indonesia yang dilalui garis khatulistiwa menyebabkan Indonesia beriklim tropis, akibatnya Indonesia memiliki hari guruh rata-rata per tahun yang sangat tinggi. Demikian juga bangunan gedung Kemang yang berdiri tinggi memiliki resiko lebih besar mengalami kerusakan akibat terkena sambaran petir. Mengingat kerusakan yang ditimbulkan akibat sambaran petir dapat membahayakan peralatan serta manusia yang berada didalam gedung tersebut. Dengan demikian untuk melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir maka dibutuhkan dipasang penangkal petir beserta pentanahannya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Petir merupakan peristiwa alam yaitu proses pelepasan muatan listrik (electrical discharge) yang terjadi di atmosfer. Peristiwa pelepasan muatan ini akan terjadi karena terbentuknya konsentrasi muatan-muatan positif dan negative di dalam awan atau pun perbedaan muatan dengan permukaan bumi.



Gambar 1. Petir

Panjang kanal petir bisa mencapai beberapa kilometer, dengan rata-rata 5 km. kecepatan peloper menurun dari awan bisa mencapai 3% dari kecepatan cahaya. Sedangkan kecepatan pelepasan muatan balik mencapai 10% dari kecepatan cahaya. Dimana besar kecepatan cahaya (c) adalah 3×10^8 km/s.

2.1 Efek Sambaran Petir

Bagian utama kilat petir yang menimbulkan kerusakan adalah sambaran balik. Ini adalah bagian kilat yang berupa muatan petir ke bumi atau ke tanah. Besar arus yang mengalir pada sambaran ini adalah berkisar antara 2.000 A sampai 200 kA. Berikut efek-efek dari sambaran petir yaitu:

1. Terhadap Manusia
2. Terhadap Bangunan
3. Terhadap Jaringan dan Instalasi Listrik
4. Terhadap Peralatan elektronik dan Listrik
5. Kerusakan Akibat Sambaran Langsung
6. Kerusakan Akibat sambaran Tidak Langsung

2.2 SISTEM PROTEKSI PETIR

Berdasarkan cara kerjanya, sistem proteksi petir dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Sistem dengan Penangkap Petir

Prinsip kerja sistem ini adalah:

- a. Harus menyediakan titik pada ujung bangunan yang diamankan untuk sasaran sambaran petir, dengan harapan petir akan menyambar titik itu terlebih dahulu.
- b. Harus menyediakan saluran untuk menyalurkan arus petir ke tanah
- c. Harus menyediakan sistem pembumian untuk mendistribusikan arus petir yang masuk ke tanah dengan merata agar tidak menimbulkan kerusakan atau bahaya pada bagian dari bangunan atau pada manusia yang sedang berada di sekitarnya.

2. Sistem Disipasi (*Dissipation Array System*)

Pada prinsipnya, DAS (Dissipation Array System) tidak bertujuan untuk mengundangi arus petir agar menyambar terminasi udara yang sudah disediakan, melainkan membuyarkan arus petir agar tidak mengalir ke daerah yang dilindungi. Apabila awan bermuatan bergerak ke suatu daerah, maka akan menginduksi muatan listrik diatas permukaan tanah ataupun bangunan di bawah awan petir tersebut.

Berdasarkan tempatnya, sistem proteksi petir dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

a. Proteksi Eksternal

Proteksi eksternal adalah instalasi dan alat-alat diluar suatu struktur untuk menangkap dan menghantarkan arus surja petir ke sistem pembumian. Proteksi eksternal petir berfungsi sebagai proteksi terhadap tegangan lebih petir jika terjadi sambaran langsung ke sistem atau bangunan yang dilindungi.

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan didalam merencanakan sistem proteksi petir eksternal adalah:

- Macam, fungsi, dan bagan daribangunan, ukuran denah bangunan, bentuk, dan kemiringan atap.
- Terminasi udara (air terminal) dimana jumlahnya haruslah cukup untuk memberikan daerah proteksi yang diinginkan
- Konduktor penyalur (down conductor) haruslah mampu menyalurkan arus petir yang diterima dari terminasi udara menuju bumi.
- Pembumian (grounding) dimana resistensi pembumian <10 Ohm.

b. Proteksi Internal

Proteksi petir internal merupakan perlindungan terhadap sistem elektronika didalam bangunan/ gedung akibat tegangan lebih yang ditimbulkan oleh induksi elektromagnetik akibat sambaran petir tak langsung.

Sistem proteksi petir internal dapat terdiri dari satu jenis ataupun beberapa alat-alat proteksi petir, antara lain:

- a. *Arrester* : alat potong tegangan lebih pada peralatan
- b. *Shielding*: konstruksi dinding dan lantai secara khusus untukmenghilangkan induksi elektromagnetik
- c. *One point earthing system* : pemasangan potensial aqualization busbar yang berfungsi sebagai terminal pembumian.
- d. Penggunaan kabel optic sebagai pengganti kabel tembaga pada instalasi listrik. Kabel optic tidak menyebabkan percikan antar kabel dan tidak terinduksi elektromagnetik.
- e. Penggunaan trafo isolasi untuk mentransformasikan arus besar yang terjadi akibat sambaran petir ke jala-jala menjadi arus yang sangat kecil oleh karena desain proteksi internal sangat bergantung pada instalasi listrik / elektronika maka arsitektur dalam bangunan serta perencanaan awal penggunaan bangunan harus diperhatikan.

2.3 Pembumian (Grounding)

Pembumian adalah menanam satu/beberapa elektroda kedalam tanah dengan cara tertentu untuk mendapatkan tahanan pembumian yang diinginkan. Elektroda pembumian tersebut membuat kontak langsung dengan bumi. Penghantar bumi yang tidak berisolasi yang ditanam dalam bumi dianggap sebagai bagian dari elektroda bumi.



Gambar 2. Titik Pembumian Setelah Penanaman Elektroda

Sebagai bahan elektroda, digunakan tembagaatau baja yang digalvanisasi atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi setempat tidak mengharuskan memakai bahan lain (misalnya pada perusahaan kimia).

2.3.1 Disipasi Energi Petir

Disipasi energi petir (dissipate the lightning energy) adalah elektroda dari logam yang ditanam di dalam tanah yang berfungsi untuk menyebarkan arus petirke tanah, dapat berupa elektroda batang, pita atau plat. Sebagai bahan elektroda, digunakan tembaga atau baja digalvanisasi atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi setempat tidak mengharuskan memakai bahan lain. Pembumian disini dapat dipakai untuk pembumian netral sistem.

Tahanan elektroda tanah adalah tahanan antara elektroda tanah atau sering disebut sistem pembumian dengan suatu tanah referensi.Tahanan pembumian adalah tahanan elektroda tanah dan hantaran hubung tanah. Tahanan pembumiantotal adalah tahanan pembumian dari keseluruhan system pembumian yang terukur disuatu titik.

Ada 2 macam pembumian, yaitu:

1. Pembumian netral sistem

Menghubungkan ke tanah bagian dari sistem yang pada kerja normal dilalui oleh arus listrik.Tujuannya adalah untuk membatasi tegangan lebih peralihan selama terjadi

kesalahan atau hubung singkat satu fasake tanah.

2. Pembumian peralatan

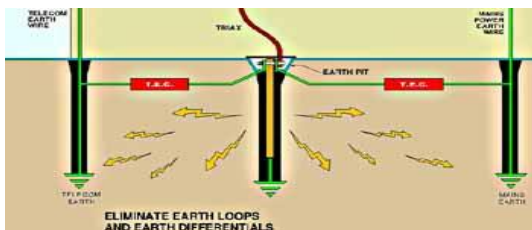
Menghubungkan ke tanah bagian dari peralatan yang pada kerja normal tidak dilalui oleh arus.



Gambar 3. Panel lightning Arrester

2.3.2 Pengurangan Loop Pembumian

Pengurangan loop pembumian (eliminate earth loops) memungkinkan untuk mencegah terjadi adanya loncatan yang ditimbulkan adanya perbedaan potensial tegangan antara satu system pembumian dengan yang lainnya, dimana antar terminasi bumi dihubungkan satu sama lain.



Gambar 4. Eliminate Earth Loops

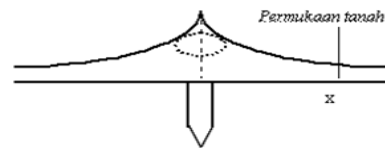
2.3.3 Elektroda Pembumian

Jenis Elektroda Pembumian :

1. Elektroda Batang

a. Pembumian satu batang elektroda

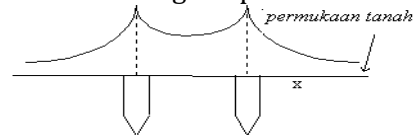
Sistem pembumian dengan elektroda batang adalah suatu sistem pembumian dengan menggunakan batang-batang elektroda yang ditanam tegak lurus dengan permukaan tanah. Banyaknya batang yang ditanam didalam tanah tergantung besar tahanan pembumian yang diinginkan. Makin kecil tahanan pembumian yang diinginkan, makin banyak batang konduktor yang harus ditanam. Batang-batang konduktor ini dihubungkan satu dengan yang lainnya.



Gambar 5. Pembumian dengan satu batang elektroda

b. Pembumian dua batang elektroda

Tahanan pembumian dapat diperkecil dengan memperbanyak elektroda yang ditanam dan dihubungkan paralel.



Gambar 6. Pembumian dengan dua batang elektroda

c. Pembumian beberapa batang elektroda (Multiple Rod)

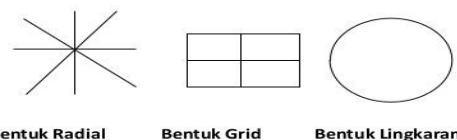
Beberapa batang elektroda (Multiple Rod) yang ditanam tegak lurus ke dalam tanah yaitu dengan metoda pembumian bersama.

2. Elektroda pelat

Elektroda pelat dibuat dari pelat logam, pelat logam berlubang atau kawat kasa. Pada umumnya elektroda jenis ini ditanam secara dalam.

a. Elektroda Pita

Elektroda Pita adalah elektroda yang dibuat dari penghantar berbentuk pita atau berpenampang bulat, atau penghantar pilin yang pada umumnya ditanamnya secara dangkal. Elektroda ini ditanam sejajar permukaan tanah dengan dalam antara 0,5-1 m.



Gambar 7. Cara pemasangan elektroda pita

Tabel 1. Besar dan ukuran elektroda pembumian

No	Bahan jenis Elektroda	Baja galvanisasi Dengan proses Pemanasan	Baja berlapis Tembaga	Tembaga
1	Elektroda pita	Pita baja 100 mm ² setebal minimum 3 mm	50 mm ²	Pita tembaga 50 mm ² tebal minimum 2 mm
		Penghantar pilin 95 mm ² (bukan kawat halus)		Penghantar pilin 35 mm (bukan kawat halus)
2	Elektroda batang	-Pipa baja 25 mm -Baja profil (mm) L 65 x 65 x 7 U 6,5 T 6 x 50 x 3 -Batang profil lain yang setaraf	Baja diameter 15 mm dilapisi tembaga setebal 250 µm	
3	Elektroda Pelat	- Pelat besi tebal 3 mm luas 0,52 smpai 1 m ²	Pelat tembaga tebal 2 mm luas 0,5 m ² sampai 1 m ²	Elektroda Batang

3. METODE PELAKSANAAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di **Gedung Kemang Galery Medan**.

Tabel 2. Alur waktu & penelitian

No.	Kegiatan	Waktu
1.	Studi Literatur	22-27 Juli 2019
2.	Perizinan Penelitian	01-07 Agustus 2019
3.	Pengambilan Data	15-23 Agustus 2019
4.	Pengolahan Data	25 Agustus 2019 s.d. 10 November 2019
5.	Penyelesaian Laporan	02 s.d 20 September 2019

3.2 Keadaan Lokasi

Gedung Kemang Galery Medan merupakan tempat dilakukannya pemasangan penangkal petir Thomas lightning protection. Dengan ukuran daerah dan bangunan :

Panjang : 15 m

Lebar : 15 m
Tinggi bangunan maksimum : 40 m



Gambar 8. Kemang Gallery Medan

3.2 Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian di Gedung Kemang Galery S. Parman Medan adalah earth tester, Voltmeter, amperemeter, meteran, dan alat bantu lainnya serta jenis penangkal petir yang dipakai.

3.2.1 Spesifikasi Penangkal Petir Yang Dipakai

Penangkal petir Thomas merupakan penangkal petir eksternal yang memiliki konduktor yang sangat baik, sehingga dapat mengalirkan listrik dengan tingkat resiko yang minimalisir dan arus listrik dari petir yang menyambar akan disalurkan kebawah tanah untuk dinetralkan. Penangkal petir Thomas bekerja dengan system ESE (Early Streamer Emission) dimana teknologi ini sudah diakui dan digunakan di Negara- Negara Eropa. Penangkal petir ini dipasang dibagian paling atas gedung dengan proteksi system kerja elektrostatis yang berfungsi melindungi area gedung.



Gambar 9. Penangkal Petir

Tabel 3.2 spesifikasi penangkal petir yang dipakai

Type	Leght		Weight		Diameter		Radius	
	Inch (es)	Cm	Pound (s)	Kg	Inch (es)	Cm	Yard (s)	m
125	16,7	42,5	8,39	3,8	4,2	10,5	136,76	125

3.2.2 Spesifikasi konduktor penyalur petir dibawah:

Bahan :Kabel Tembaga
 Selubung konduktor penyalur :Pipa Galvanis
 Diameter pbumian : 50 mm²
 Jarak pbumian dari bangunan : 2 m
 Panjang konduktor : 24 m

Ukuran bak control: 40x 40x40 cm dilengkapi pengangkat

3.2.3 Menurut Standar PUIPP

Besarnya kebutuhan suatu bangunan akan suatu instalasi penangkal petir ditentukan oleh besarnya kemungkinan kerugian serta bahaya yang di timbulkan bila bangunan tersebut tersambar petir. Sehingga di dapat perkiraan bahaya akibat sambaran petir (R) adalah :

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

Dimana:

- A : Bahaya berdasarkan jenis bangunan
- B : Bahaya berdasarkan konstruksi bangunan
- C : Bahaya berdasarkan tinggi bangunan
- D : Bahaya berdasarkan situasi bangunan
- E : Bahaya berdasarkan hari guruh yang terjadi

3.2.4 Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004)

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia(SNI03-7015-2004), pemilihantingkat proteksi yang memadai untuk suatu sistem proteksi petir berdasarkan pada frekuensi sambaran petir langsung setempat (N_d) yang diperkirakan ke struktur yang di proteksi dan frekuensi sambaran petir tahunan setempat (N_c) yang diperbolehkan. Kerapatan kilat petir ketanah atau kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan di daerah tempat dinyatakan sebagai :

$$N_g = 0,04 \times T_d^{1,25} / km^2 / tahun$$

Dimana T_d adalah jumlah hari guruh per tahun yang diperoleh dari data isokeraunic level di daerah tempat struktur yang akan di proteksi yang dikeluarkan oleh Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG).

Frekuensi rata-rata tahunan sambaran petir langsung N_d ke bangunandihitung:

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} / tahun$$

Dimana A_e adalah area cakupan ekivalen dari bangunan (m²) yaitu daerah permukaan tanah yang di anggap sebagai struktur yang mempunyai frekuensi sambaranlangsung tahunan.

Adapun area cakupan ekivalen (A_e) tersebut dapat di hitung berdasarkan persamaan di bawah ini :

$$A_e = ab + 6h(a+b) + 9h^2$$

Dimana :

- a : panjang dari bangunan tersebut(m)
- b : lebar dari bangunan tersebut(m)
- h : tinggi bangunan yang di proteksi(m)

Pengambilan keputusan perlu atau tidaknya memasang sistem proteksi petir pada bangunan berdasarkan perhitungan N_d dan N_c dilakukan sebagai berikut :

- a. Jika N_d ≤ N_c tidak perlu sitem proteksi
 - b. Jika N_d > N_c diperlukan sistem proteksi petir dengan efisiensi :
- $$E = 1 - N_c / N_d$$

Maka setelah di hitung nilai E (efisiensi Sistem Proteksi Petir) sesuai dengan persamaan, setelah itu dapat ditentukan tingkat proteksinya sesuai dengan tingkat proteksi.

Tabel 3. Efisiensi Sistem Proteksi Petir

Tingkat Proteksi	Efisiensi SPP
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

3.3 Zona Proteksi Lightning Conductor

Istilah zona proteksi digunakan untuk menyatakan lingkup proteksi *lightning conductor*, yaitu seberapa banyak suatu

daerah yang dapat di cakup oleh *lightning conductor* sehingga pada daerah tersebut memiliki kemungkinan yang kecil untuk disambar petir. Posisi *lightning conductor* yang vertikal membuat tampak atasnya hanya berupa suatu titik, sehingga bila, *step leader* mendekati *lightning conductor* dari arah manapun akan mengalami reaksi yang sama (tanpa kondisi khusus).

Bidang dasar zona proteksinya merupakan suatu lingkaran dengan *lightning conductor* sebagai titik pusat. Oleh sebab itu, untuk menyatakan kemampuan proteksi *lightning conductor* digunakan sebutan "*Radius Proteksi*" atau jari-jari proteksi, yaitu jarak terluar (terjauh) dari pusat lingkaran yang masih dapat dilindungi oleh *lightning conductor*. Diatas, gambaran zona proteksi *Razevig* cukup lengkap dan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$r_x = \frac{1,6}{1 + h_x/h} (h - h_x)$$

dimana:

r_x = radius proteksi

h_x = tinggi maksimum objek yang di proteksi

h = tinggi total penangkal petir

Dari persamaan diatas, terlihat bahwa menurut *Razevig* radius proteksi berubah-ubah mengikuti perubahan tinggi benda yang di proteksi

3.4 Rancangan Sistem Terminasi Udara Menurut Sni 03-7015-2004

Untuk menentukan penempatan terminasi udara dan untuk mengetahui daerah proteksi, maka tulisan ini menggunakan metode-metode yang terdapat di dalam SNI 03-7015-2004, yaitu :

1. Metode sudut proteksi (*Protective Angle Method*)
2. Metode bola bergulir (*Rolling Sphere Method*)
3. Metode jala (*Mesh Sized Method*)

Metode proteksi sebaiknya dipilih oleh perancang proteksi petir dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Metode sudut proteksi (*Protective Angle Method*) cocok untuk bangunan gedung atau bagian kecil dari bangunan gedung yang lebih besar.

Metode ini tidak cocok untuk bangunan gedung yang lebih tinggi dari radius bola gulir yang sesuai dengan tingkat proteksi sistem proteksi petir (SPP) yang dipilih

- b. Metode bola gulir (*Rolling Sphere Method*) cocok untuk bentuk bangunan gedung yang rumit
- c. Metode jala (*Mesh sized method*) dipakai untuk keperluan umum dan khususnya cocok untuk proteksi struktur dengan permukaan datar.

Dilihat dari ketiga metode diatas, maka didalam perencanaan terminasi udara pada bangunan, ketiga metode diatas dapat dikombinasikan untuk membentuk zona proteksi dan meyakinkan bahwa bangunan tersebut terproteksi seluruhnya.

Cara penempatan konduktor penyalur dengan melihat kondisi bangunan/gedung yang diproteksi:

1. Jika dinding terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar, konduktor penyalur dapat ditempatkan pada permukaan atau di dalam dinding tersebut.
2. Jika dinding terbuat dari bahan yang mudah terbakar, konduktor penyalur dapat ditempatkan pada permukaan dinding, asalkan kenaikan suhu karena lewatnya arus petir tidak berbahaya untuk bahan dinding.
3. Jika dinding terbuat dari bahan yang mudah terbakar dan kenaikan suhu konduktor penyalur berbahaya, maka konduktor penyalur harus ditempatkan sedemikian sehingga jarak antara konduktor penyalur dengan ruang terproteksi selalu lebih besar dari 0.1 m. Braket pemasangan yang terbuat dari logam boleh melekat pada dinding.

3.5 Sistem Terminasi Bumi

Sistem terminasi bumi terdiri dari satu atau lebih elektroda bumi yang dianggap mampu mengalirkan arus petir ke tanah tanpa adanya lompatan tegangan yang berbahaya. Adapun jenis-jenis elektroda bumi yang digunakan adalah:

1. Elektroda cincin (ring)
2. Elektroda tegak/miring
3. Elektroda radial
4. Elektroda bumi pondasi.

Panjang minimum elektroda bumi berkaitan dengan tingkat proteksi untuk bermacam-macam resistivitas tanah. Namun elektroda bumi yang tertanam dalam akan efektif jika resistivitas tanah menurun sesuai kedalaman tanah. Apabila resistivitas tanah yang diinginkan terdapat pada kedalaman yang lebih dalam dari pada elektroda batang, maka elektroda tersebut biasanya di tanam.

a. Susunan Jenis B

- Untuk elektroda bumi cincin (atau elektroda bumi pondasi), radius rata-rata r dari daerah yang dicakup oleh elektroda bumi cincin (atau elektroda bumi pondasi) tidak boleh lebih kecil dari nilai L_1 .

$$r \geq L_1$$

- Jika nilai L_1 yang diisyaratkan lebih besar dari nilai r yang tepat, maka elektrode radial atau tegak/miring harus ditambahkan dimana masing-masing panjang L_r (mendatar) dan L_v (tegak/miring) diberikan oleh persamaan berikut:

$$L_r = L_1 - r$$

$$L_v = \frac{(L_1 - r)}{2}$$

Syarat-syarat pemasangan elektroda bumi adalah sebagai berikut:

1. Elektroda bumi cincin eksternal sebaiknya ditahan pada kedalaman paling sedikit 0,5 M tetapi tidak kurang dari 1 M terhadap dinding.
2. Elektroda bumi harus dipasang diluar ruang terproteksi dengankedalaman sekurang-kurangnya 0.5 m dan didistribusikan secaramungkin untuk mengurangi efek kopling listrik dalam bumi.
3. Elektroda bumi cincin dipasang dengan jarak minimal sekitar 3 meter dan cincin pertama dan seterusnya tergantung dari beberapakeekonomisan yang terjadi.
4. Kedalam dan jenis elektroda bumi yang harus ditanam sedemikiansehingga mengurangi efek korosi, pengeringan dan pembekuan tanahsehingga resistansi bumi menjadi stabil.

5. Direkomendasikan untuk daerah cadat padat hanya menggunakansusunan pembumian jenis B.

Adapun ukuran minimum bahan SPP (Sistem Penangkal Petir) yang dipakai di dalam standar ini untuk terminasi bumi adalah dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 4. Dimensi minimum bahan SPP untuk penggunaan terminasi bumi

Tingkat Proteksi	Bahan	Konduktor Penyalur(m m ²)
I sampai IV	Cu	50
	Al	-
	Fe	80

3.6 Pemilihan Bahan

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan di dalam pemilihan bahan SPP adalah:

- SPP sebaiknya terbuat dari bahan yang tahan terhadap korosi seperti tembaga, alumunium, inox, dan baja galvanis.
- Sambungan antara bahan yang berbeda harus dihindarkan ataupun harus dilindungi.
- Bagian dari tembaga seharusnya tidak dipasang diatas bagian galvanis kecuali bagian tersebut dilindungi terhadap korosi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 KEBUTUHAN PROTEKSI

Sistem proteksi pada gedung kemang gallery dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu:

1. Proteksi Eksternal dan
2. Proteksi Internal.

Proteksi Eksternal bertujuan agar Lingkungan/area terhindar dari kerusakan akibat sambaran langsung dari Petir.Sedangkan Proteksi Internal bertujuan untuk mencegah kerusakan Perangkat – perangkat elektronik dan perangkat lainnya akibat *Over-voltage* dari sambaran tidak langsung (imbas petir) atau dari perubahan akibat tegangan kejut.

1. Proteksi Eksternal meliputi :
 - a. Air terminal/Finial, berfungsi menerima sambaran petir langsung
 - b. Down Konduktor, berfungsi menyalurkan/menghantarkan arus petir dari Air terminal (finial) ke sistem pengetanahan.
 - c. Terminasi bumi, berfungsi membuang arus petir dengan aman ke tanah.
2. Proteksi Internal meliputi :
 - a. Equipotensial bonding (EB), berfungsi mengurangi dan menghilangkan bedapotensial akibat sambaran petir.
 - b. Perisai/shielding, berfungsi mencegah induksi dan radiasi melalui medium udara ke peralatan atau kabel.
 - c. Arrester, berfungsi sebagai pemotong pulsa untuk mencegah masuknya pulsatransient petir secara konduksi melalui kabel/ penghantar.
 - d. Pembumian pada gedung kemang gallery menggunakan sistem paralel dimana semua peralatan yang akan dibumikan seperti :peralatan internal proteksi, eksternal proteksi, dan lain-lain dihubungkan secara paralel dengan kabel, hal ini cukup efektif karena dengan sistem paralel tersebut maka arus akan lebih kecil sehingga dapat melewati elektroda pembumian dengan mudah terutama untuk arus yang mempunyai kapasitas cukup besar seperti petir.
 - e. Arrester (sebagai peralatan proteksi internal) yang digunakan oleh gedung kemang gallery adalah merek OBO seperti terlihat pada Gambar.

Data masukan yang dapat dipakai untuk mengetahui perlu tidaknya proteksi petir bagi bangunagedung kemang galleryadalah :

Tinggi : 40 meter
 Panjang : 15 meter
 Lebar : 15 meter

Frekuensi sambaran petir yang diperbolehkan pada bangunan: 10⁻¹/tahun.Maka dari data di atas, dapat dicari kebutuhan gedung kemang gallery terhadap kebutuhan proteksi petir maupun mengetahui tingkat proteksinya dengan menggunakan PUIPP (Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir) dan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004).

4.2 Penentuan Kebutuhan Bangunan Akan Proteksi Petir Berdasarkan PUIPP

Penentuan kebutuhan bangunan akan proteksi petir berdasarkan PUIPP yaitu dengan menggunakan data Hari Guruh (*Thunderstorm Days*) (lampiran B) dan keadaan lokasinya (Lampiran A), maka untuk bangunan gedung kemang gallery, diperoleh :

Indeks A : 2
 Indeks B : 2
 Indeks C : 6
 Indeks D : 0
 Indeks E : 6

Maka didapatkan indeks perkiraan bahaya sambaran petir (R) adalah:

$$R = \text{Indeks A} + \text{Indeks B} + \text{Indeks C} + \text{Indeks D} + \text{Indeks E}$$

$$R = 2 + 2 + 6 + 0 + 6$$

$$R = 16$$

Dimana $R > 13$, sehingga diambil kesimpulan bahwa gedung kemang gallerysangat memerlukan proteksi petir.

4.3 Penentuan Tingkat Proteksi Berdasarkan SNI 03-7015-2004

1. Menghitung kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan(N_g). N_g dapat dihitung berdasarkan rumus (4) yaitu :

$$N_g = 0,04 \times Td^{1,25} / km^2 / tahun$$

$$N_g = 0,04 \times 170^{1,25}$$

$$N_g = 24,5539 / km^2 / tahun$$

2. Menghitung area cakupan ekivalen gedung kemang galleryArea cakupan ekivalen untukgedung kemang gallery yang mempunyai Tinggi(h) 40 meter, Panjang (a) 15meter dan Lebar (b) 15 meter dapat di hitung berdasarkan rumus (6) yaitu :

$$A_e = ab + 6h (a+b) + 9 h^2$$

$$A_e = (15 \times 15) + 6 \times 40 (15+15) + 9 \times (40)^2$$

$$A_e = 14.895 \text{ m}^2$$

3. Menghitung frekuensi sambaran petir langsung (N_d) yang diperkirakan pada gedung kemang gallery Frekuensi sambaran petir langsung (N_d) yang diperkirakan ke struktur yang di proteksi didapatkan berdasarkan rumus (5) yaitu :

$$N_d = N_g \times A_{ex} \times 10^{-6} / \text{tahun}$$

$$N_d = 24,5539 \times 14.895 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 3.65 / \text{tahun}$$

4. Menentukan efisiensi SPP (Sistem Proteksi Petir) lalu menentukan tingkat proteksi. Dari stasiun BMKG diperoleh nilai frekuensi sambaran petir tahunan setempat (N_c) yang diperbolehkan adalah 10^{-1} /tahun. Nilai $N_d > N_c$ maka diperlukan sistem proteksi petir dan efisiensi SPP dapat dihitung berdasarkan rumus (7) yaitu :

$$E = 1 - N_c / N_d$$

$$E = 1 - 0,1 / 3,65$$

$$E = 0,972$$

5. Maka berdasarkan tabel 3.2 didapat bahwa gedung kemang gallery mempunyai tingkat proteksi II.

4.4 TERMINASI UDARA

Telah diketahui bahwa tingkat proteksi gedung kemang gallery adalah tingkat I, dapat dilihat bahwa untuk gedung kemang gallery dimana Tinggi (h) adalah 40 meter, maka tidak didapatkan sudut proteksi yang dapat dipakai. Dengan kata lain, perancangan penempatan proteksi petir eksternal ditentukan dengan menggunakan Metode Bola Bergulir (*Rolling Sphere Methode*). Untuk bahan yang digunakan bagi terminasi udara, maka bahan yang dipilih 35 mm^2 . Akan tetapi karena terminasi udara dihubungkan dengan konduktor penyalur, dimana luas penampang minimum untuk konduktor penyalur adalah 50 mm^2 , maka luas penampang dari terminasi udara pun lebih baik jika disesuaikan dengan konduktor penyalurnya, yaitu 50 mm^2 .

Berdasarkan kriteria yang telah di buat di dalam SNI 03-7015-2004, dimana tinggi terminasi udara adalah antara 2 - 3 meter, maka dipilihlah terminasi udara yang mempunyai ketinggian 2,5 meter.

4.5 Konduktor Penyalur (*Down Conductor*)

Konduktor penyalur kebawah merupakan konduktor yang menyalurkan arus petir yang di terima oleh terminasi udara baik itu vertikal maupun horizontal untuk

kemudian disalurkan menuju bumi. Mengingat arus petir sangat besar, maka konduktor penyalur yang disediakan sebaiknya lebih dari satu agar arus petir tersebut dapat terbagi-bagi.

Adapun syarat-syarat umum yang perlu diperhatikan dalam memilih konduktor penyalur kebawah (*Down Conductor*) adalah sebagai berikut :

1. Konduktor penyalur eksternal sebaiknya dipasang antara terminasi udara dan sistem terminasi bumi
2. Konduktor penyalur sebaiknya disambung pada titik simpul sambungan jaringan terminasi udara dan di pasang secara vertical ke titik simpul dari sistem jaringan terminasi bumi



Gambar 10. Terminal Grounding

3. Sistem terminasi udara, sistem konduktor penyalur, dan sistem terminasi bumi sebaiknya diselaraskan untuk menghasilkan lintasan arus petir sependek mungkin. Jarak konduktor penyalur dengan dinding atau tiang sebaiknya 0,1 meter untuk mengurangi induksi elektromagnetik yang terjadi saat terjadi sambaran petir. Konduktor penyalur tersebut disanggah oleh suatu braket yang dilekatkan ke tiang. Dalam penentuan bahan konduktor penyalur tersebut, kita dapat melihat pada tabel 4.6. setelah melihat tabel tersebut, maka bahan yang di pilih adalah tembaga, dimana bahan ini tahan terhadap bahan yang dapat menyebabkan korosi. Setelah ditentukan jenis bahan, maka selanjutnya adalah menentukan luas penampang dari konduktor. Maka luas penampang minimum yang diperbolehkan adalah 16 mm^2 . Akan tetapi karena konduktor penyalur dihubungkan dengan terminasi bumi adalah 50 mm^2 ,

maka luas penampang dari konduktor penyalur petir lebih lebih baik jika disesuaikan dengan terminasi buminya. Maka luas penampang konduktor penyalur yang dipilih adalah 50 mm².

4.6 Terminasi Bumi

Seperti yang sudah diketahui bahwa fungsi dari sistem terminasi bumi adalah:

1. Menyalurkan arus petir ke bumi
2. Sebagai IPP (Ikatan Penyama Potensial) diantara konduktor penyalur
3. Mengendalikan potensial pada sekitar daerah konduktif bangunan yang dilindungi
4. Mencegah arus petir sewaktu menyambar pada permukaan bumi

Maka untuk memenuhi semua hal-hal yang disebutkan diatas, maka elektroda bumi pondasi dan elektroda bumi cincin dapat menjadi pilihan didalam menentukan metode sistem terminasi bumi. Dari jenis-jenis pbumian tersebut, susunan pbumian jenis B yaitu elektroda bumi cincin, sesuai digunakan pada proteksi bangunan jenis menara.



Gambar 11. Pemasangan Penangkal Petir

Elektroda pentanahan yang dipakai pada gedung kemang gallery ada dua tipe seperti terlihat pada Gambar *Cadweld*. *Cadweld* digunakan untuk menyatukan (las) konduktor BC (*Bare Copper*) pada instalasi *Grounding*.

Ukuran minimum kabel adalah 50 mm². Maka kabel-kabel yang disambungkan pada elektroda pemumian adalah kabel tembaga 50 mm². Sedangkan elektroda

pbumiannya di pilih yang juga terbuat dari tembaga. Panjang elektroda pbumian dipakai minimal adalah 3 meter.

Konduktor penyalur ke bawah merupakan konduktor yang menyalurkan arus petir yang di terima oleh terminasi udara baik itu verikal maupun horizontal untukkemudian disalurkan menuju bumi. Mengingat arus petir sangat besar, maka konduktor penyalur yang disediakan sebaiknya lebih dari satu agar arus petir tersebut dapat terbagi-bagi.

5. SIMPULAN

- Banyaknya hari guruh, kerapatan sambaran petir ke tanah (N_g), frekuensi sambaran petir tahunan setempat (N_c), dan area cakupan ekivalen dari bangunan (A_e) menentukan tingkat perlindungan bangunan, baik menara ataupun gedung, terhadap sambaran petir.
- Bangunan dalam studi kasus ini memiliki dimensi yang cukup besar, Tinggi 40 meter, panjang 15 meter, dan lebar 15 meter.
- Bangunan gedung pada studi kasus ini merupakan bangunan yang memiliki ketinggian yang cukup tinggi yang terletak pada daerah yang mempunyai distribusi sambaran petir yang sedang, yaitu IKL 170 dan frekuensi sambaran petir tahunan rata-rata yang dihitung adalah 3,71/tahun, sehingga ini sangat memerlukan proteksi petir dan tingkat proteksinya adalah tingkat I.
- Jumlah terminasi udara vertikal yang dianjurkan di dalam kasus ini adalah 1 terminasi udara. Dimana terminasi tersebut tingginya 3 meter
- Panjang minimal elektroda terminasi bumi yang digunakan gedung kemang gallery adalah 3 meter, dan terdiri dari 1 tipe elektroda
- Susunan elektroda terminasi bumi yang digunakan adalah topologi ring (Tipe B) dan terdapat 2 titik pbumian yang tersebar di sekeliling bangunan gedung (dilihat dari sisi ekonomis)
- Bahan yang dipakai pada terminasi udara, konduktor penyalur, maupun terminasi bumi adalah tembaga dan luas penampangnya adalah 50 mm².

6. DAFTAR PUSTAKA

Neidle Micheal, Instalasi Listrik, Edisi Ke 2.

Panitia Revisi PUIL, 1997, Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) di Instalasi (PUIL) di Indonesia, 1997, Penerbit LIPI, Jakarta.

Setiabudy, Rudi. (2007). Pengukuran Besaran Listrik Jakarta: Universitas Indonesia.

Meyditri Luden, Harnyatri. (2003). Study Tentang Efek Petir Terhadap Peralatan Elektronik Dalam Bangunan Dan Pengamanannya. Surabaya: Universitas Kristen Petra.

Agus Falentigo, Irvan. (2009). Evaluasi Instalasi Penyalur Petir di PT. Pertamina (Persero) Unit Pemasaran III Depot Pada Larang. Bandung: Politeknik Negeri Bandung

Hutahuruk T.S, 1991, Pentanahan Netral Sistem Tenaga Dan Pentanahan Peralatan, Penerbit Erlangga.

Hutauruk, T.S., " Gelombang Berjalan dan Proteksi Surja", Erlangga, Jakarta, 1991.

Tobing, Bonggas L, "Peralatan Tegangan Tinggi", PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2003.

Razevig, D.V., "High Voltage Engineering", Khanna Publishers, Delhi, 1972.

Hasse, P., "Overvoltage Protection of Low Voltage System", Short Run Press Ltd., England, 1988 SNI 03-7015-2004, "Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan", Standar Nasional Indonesia, 2004

PUIL 2000, "Persyaratan Umum instalasi listrik",

OBO Presentation, "Surge protection in energy engineering", 2001