

**Pembinaan dan Sertifikasi Ahli K3 Listrik**

# **Persyaratan K3 Instalasi Penyalur Petir**

**Hartoyo**

**085640929467**

**[hartoyo@uny.ac.id](mailto:hartoyo@uny.ac.id)**

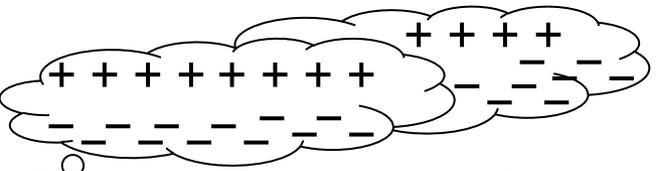
**Universitas Negeri Yogyakarta**

**PT AMNT Sumbawa, 22 Oktober 2019**

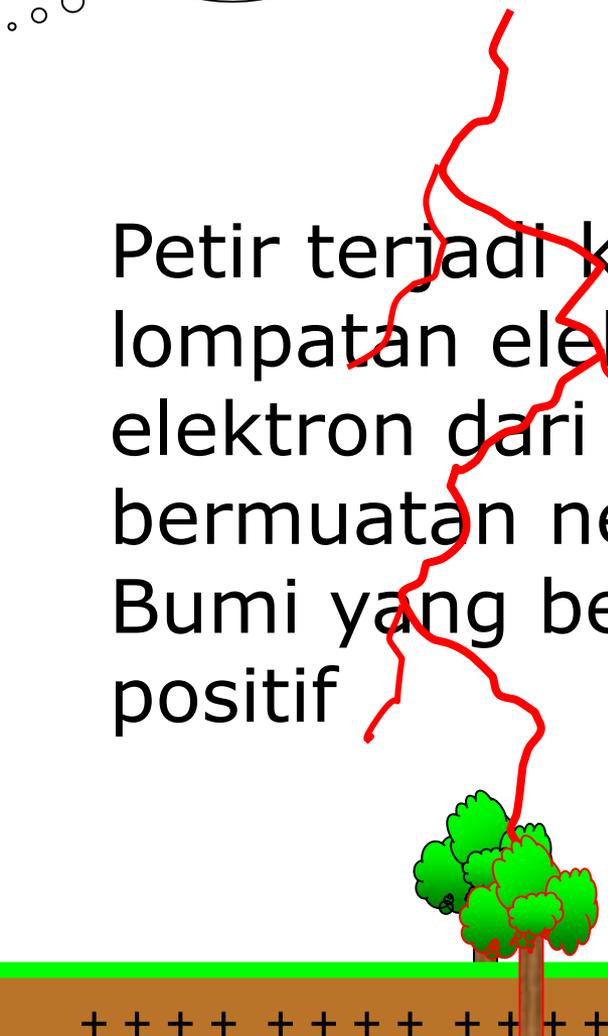
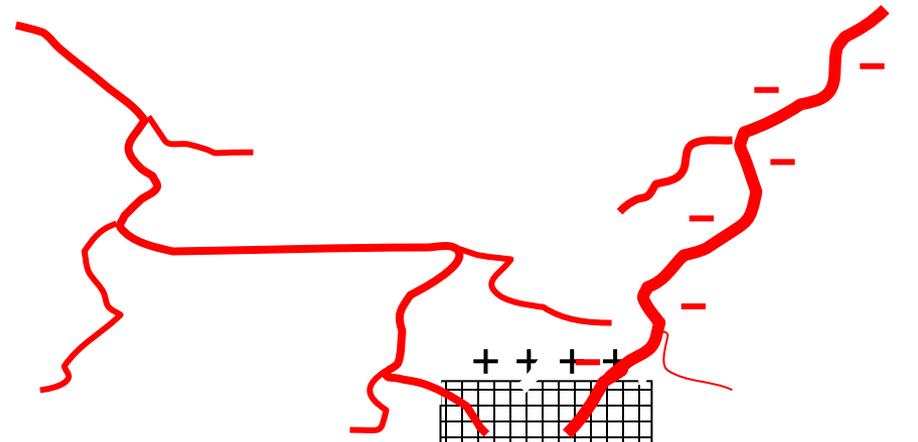
# Tegangan lebih Petir

- Petir merupakan mekanisme listrik di udara, yang terjadi :
  - Diantara awan-awan
  - Antara pusat-pusat muatan di dalam awan tersebut.
  - Antara awan dan tanah.
- petir awan-tanah ini sudah cukup besar untuk dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada benda-benda di permukaan tanah.

# Terjadinya Petir



Petir terjadi karena lompatan elektron-elektron dari awan bermuatan negatif ke Bumi yang bermuatan positif



++++

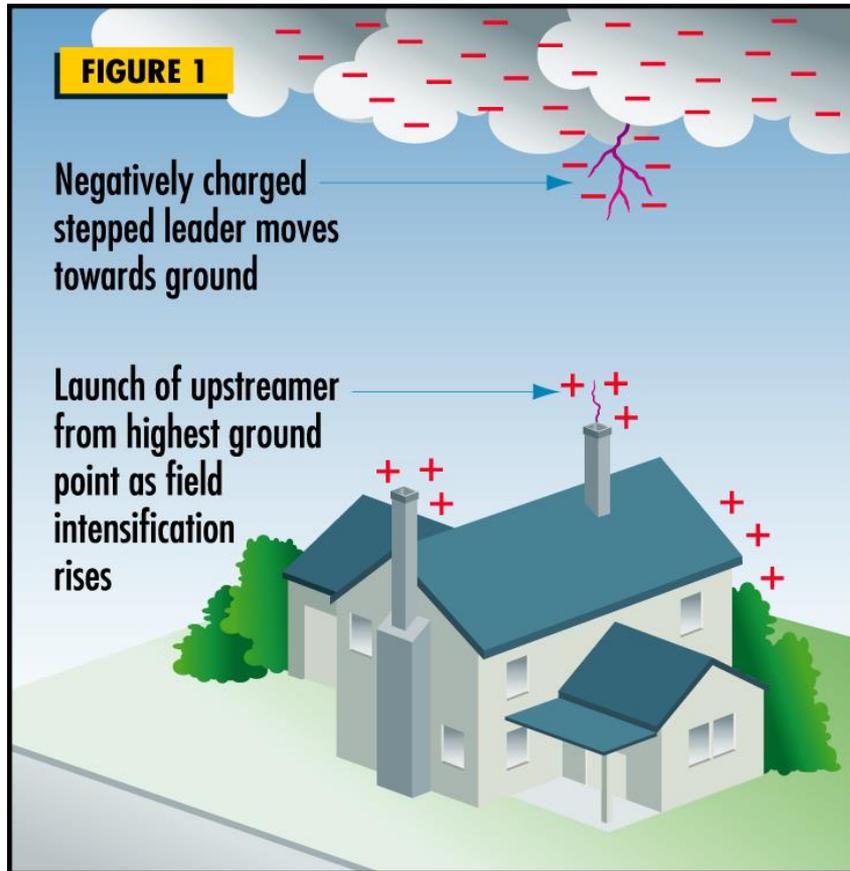
++++

++++

awal

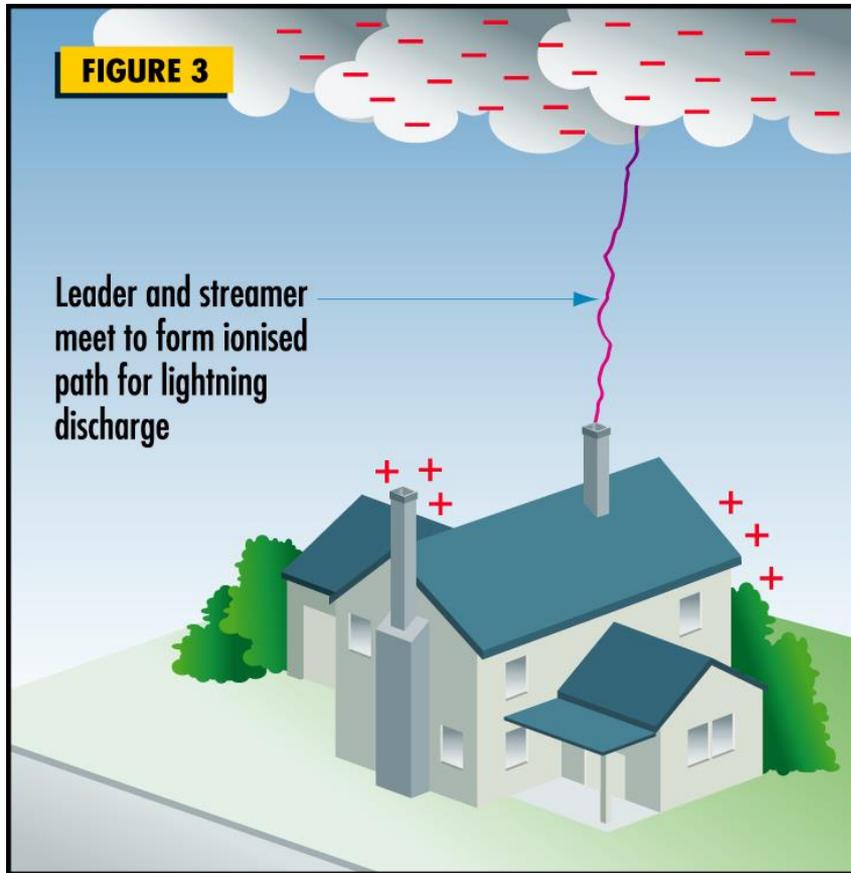


# ***Mekanisme Terjadinya Petir - Step 1***



- Muatan negatif terbentuk pada awan
- Terjadi peningkatan Medan Listrik
- Muatan listrik terbentuk pada tanah
- Breakdown pada udara mengawali pelepasan

# ***Mekanisme Terjadinya Petir - Step 3***

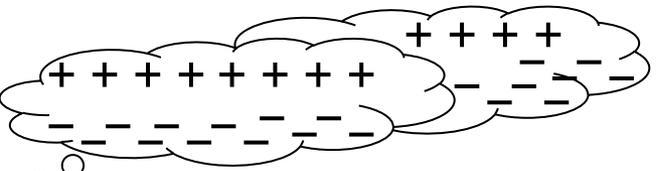


- Streamer dan stepleader bertemu
- Terbentuk kanal
- Potential sama
- Tampak Sambaran petir

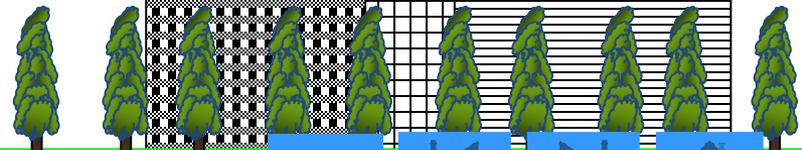
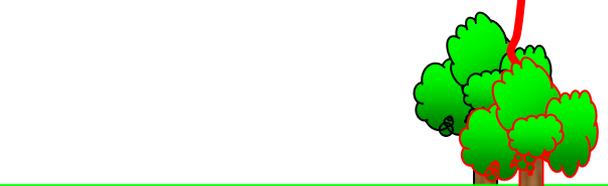
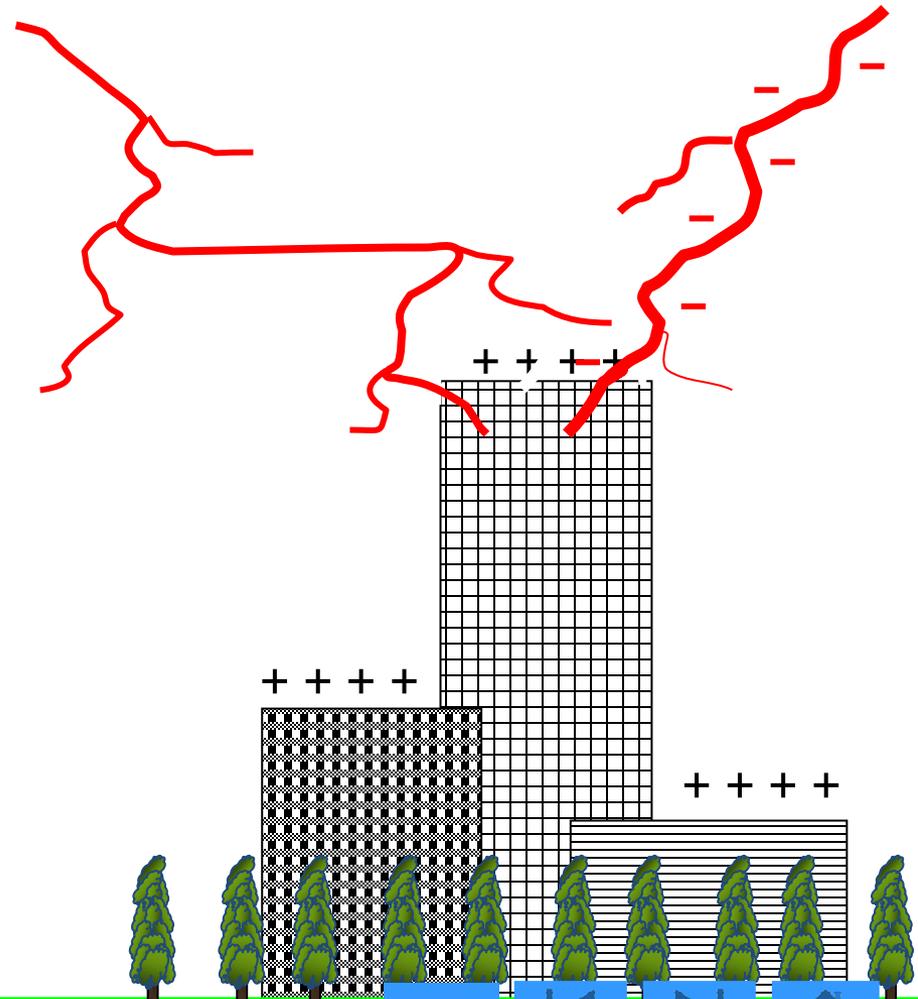
# Tegangan lebih Petir

- Petir merupakan mekanisme listrik di udara, yang terjadi :
  - Diantara awan-awan
  - Antara pusat-pusat muatan di dalam awan tersebut.
  - Antara awan dan tanah.
- petir awan-tanah ini sudah cukup besar untuk dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada benda-benda di permukaan tanah.

# Terjadinya Petir



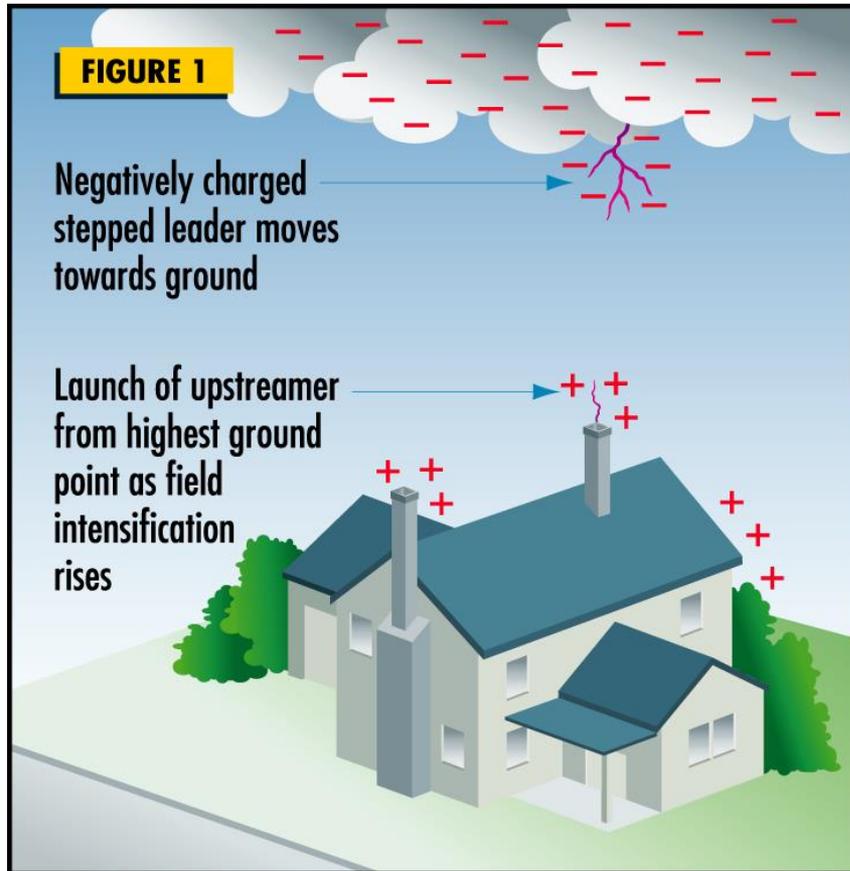
Petir terjadi karena lompatan elektron-elektron dari awan bermuatan negatif ke Bumi yang bermuatan positif



awal

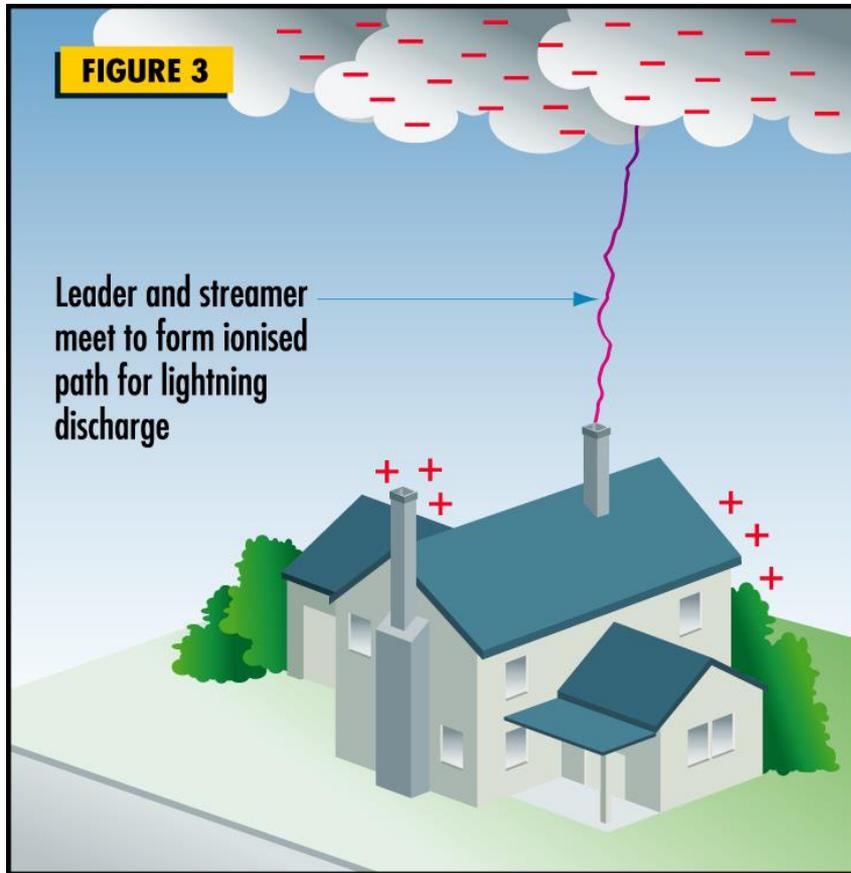


# ***Mekanisme Terjadinya Petir - Step 1***



- Muatan negatif terbentuk pada awan
- Terjadi peningkatan Medan Listrik
- Muatan listrik terbentuk pada tanah
- Breakdown pada udara mengawali pelepasan

# ***Mekanisme Terjadinya Petir- Step 3***



- Streamer dan stepleader bertemu
- Terbentuk kanal
- Potential sama
- Tampak Sambaran petir

# ***Sambaran Petir***

*Main Discharge*

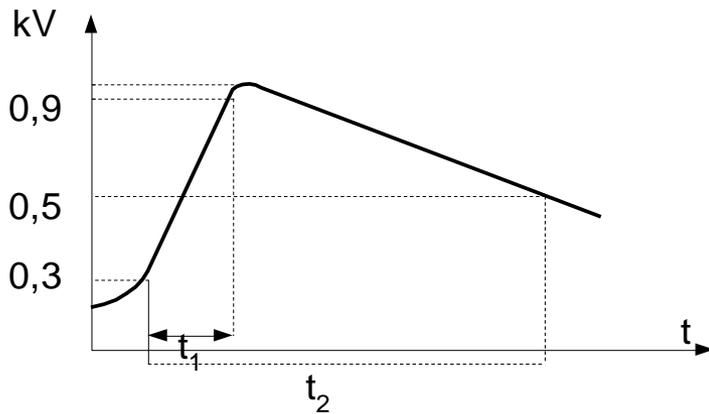
*Step Leaders*

*Streamers*



*National Geographic July 1993*

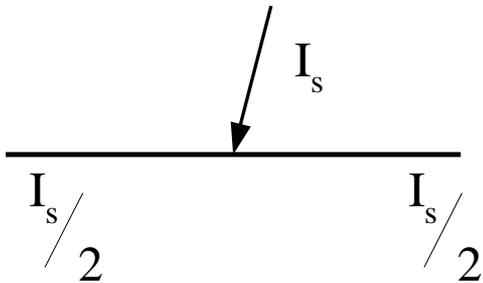
# Terpa Petir



- $t_1$  berharga 1 s/d 10  $\mu$ det.
- $t_2$  berharga 10 s/d 100  $\mu$ det.
- Statistik petir :
  - 24% dibawah 10 kA
  - 86% dibawah 40 kA
  - 11% antara 40 s/d 100 kA
  - 2% antara 100 s/d 140 kA
  - 0,4% lebih besar 140 kA

# Tegangan Lebih oleh Terpa Petir

- Sambaran Langsung Pada Kawat Fasa
- Muatan yang dilepas oleh petir pada konduktor akan mengalir kedua arah dalam bentuk gelombang berjalan.
- Jika hantaran udara terkena petir, maka tegangan pada titik sambaran adalah :

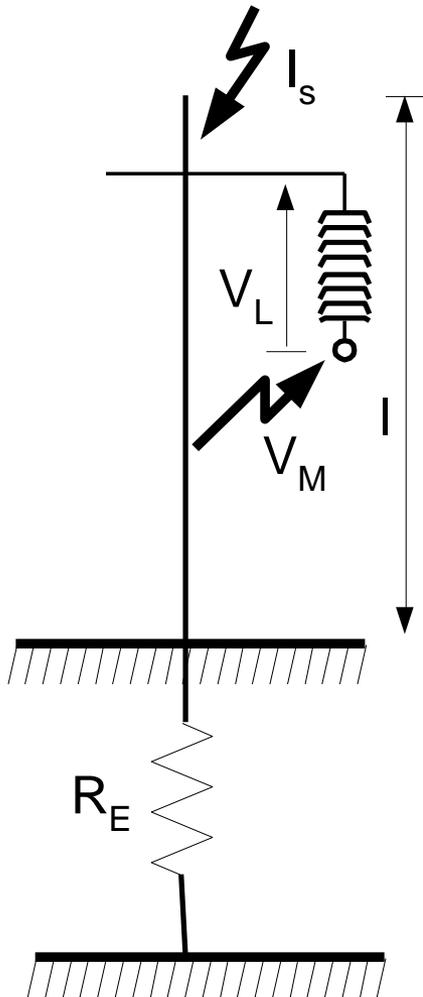


$$V_L = Z_L \cdot \frac{I_s}{2}$$

- Jika  $I = 30 \text{ kA}$ ;  $Z_L = 300 \text{ Ohm}$ , Maka,  $V_L = 15 \cdot 300 = 4,5 \text{ MV}$
- Sambaran langsung ke kawat fasa dapat juga menyebabkan timbulnya tegangan lebih pada fasa lainnya sebagai akibat adanya kopling magneti dari sistem. Tegangan ini dapat juga menyebabkan flash over pada isolator udara.



# Tegangan Lebih oleh Terpa Petir



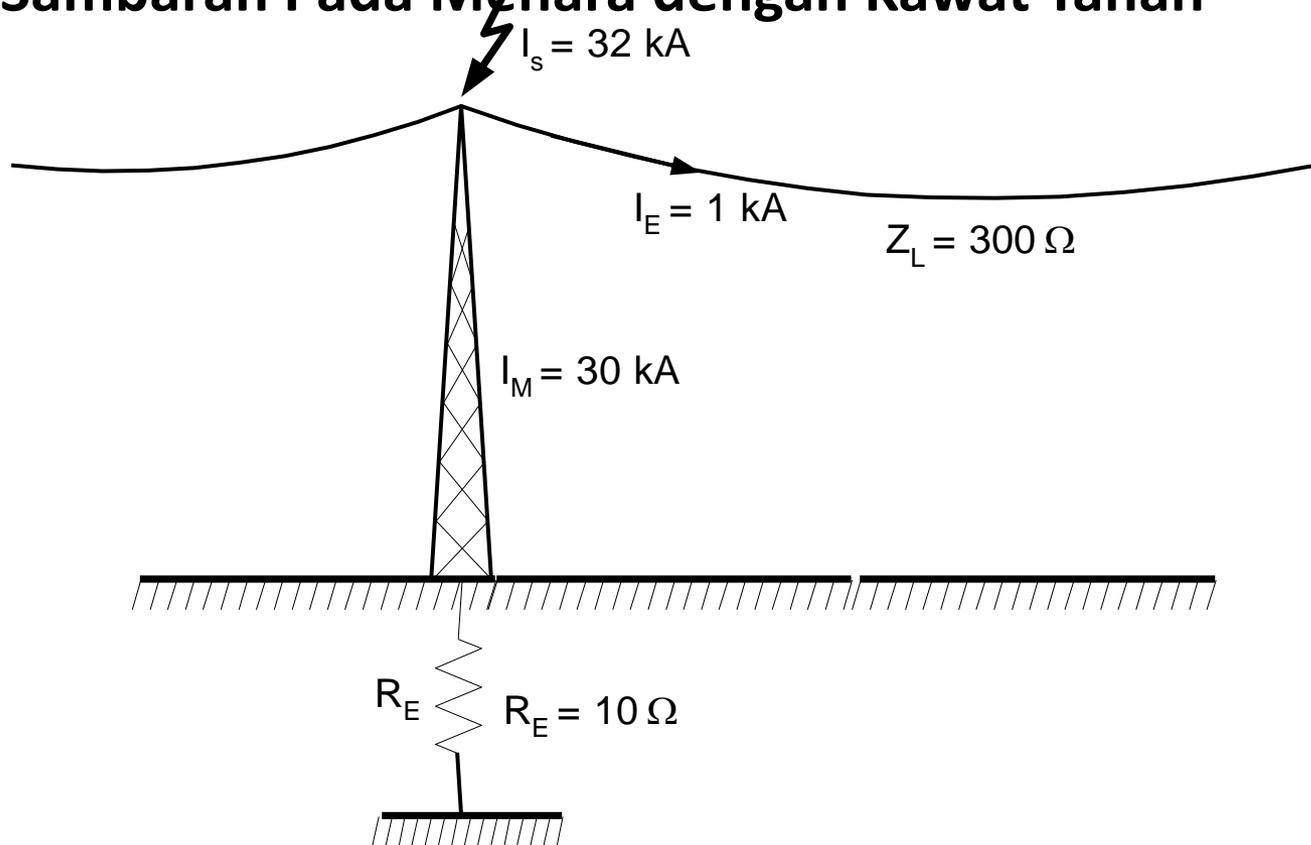
- **Sambaran Pada Menara**
- **Besarnya tegangan pada sambaran menara adalah :**

$$V_M = \hat{i}_s \cdot R_E + L \frac{di}{dt} + V_L$$

- **dimana ,**
- **$I$  : Arus petir**
- **$L$  : Induktansi Menara**
- **$R_E$  : Tahanan Kaki Menara**
- **$L$  : Tinggi Menara**

# Tegangan Lebih oleh Terpa Petir

- Sambaran Pada Menara dengan Kawat Tanah

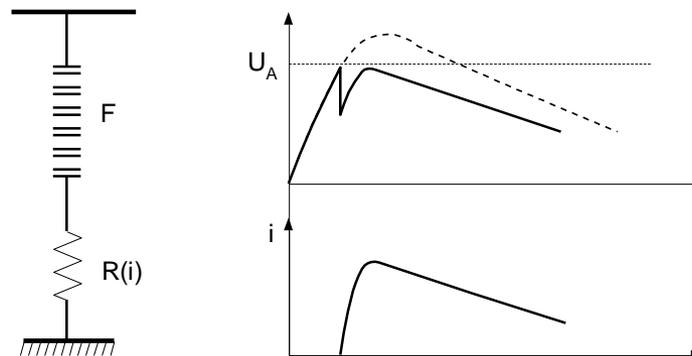


# Penggunaan kawat tanah

- selain memberikan perlindungan yang baik terhadap sambaran petir juga dapat mengurangi gangguan tegangan lebih yang terjadi akibat induksi elektromagnetis pada hantaran
- Tetapi hal ini belum cukup baik untuk melindungi peralatan-peralatan dari gelombang berjalan yang masih dapat mencapai gardu dan menimbulkan kerusakan.

# Arrester

- Alat ini dihubungkan antara kawat fasa dengan tanah pada gardu, dengan tujuan menyalurkan tegangan lebih tinggi ke tanah sampai pada batas aman untuk peralatan.



# Karakteristik

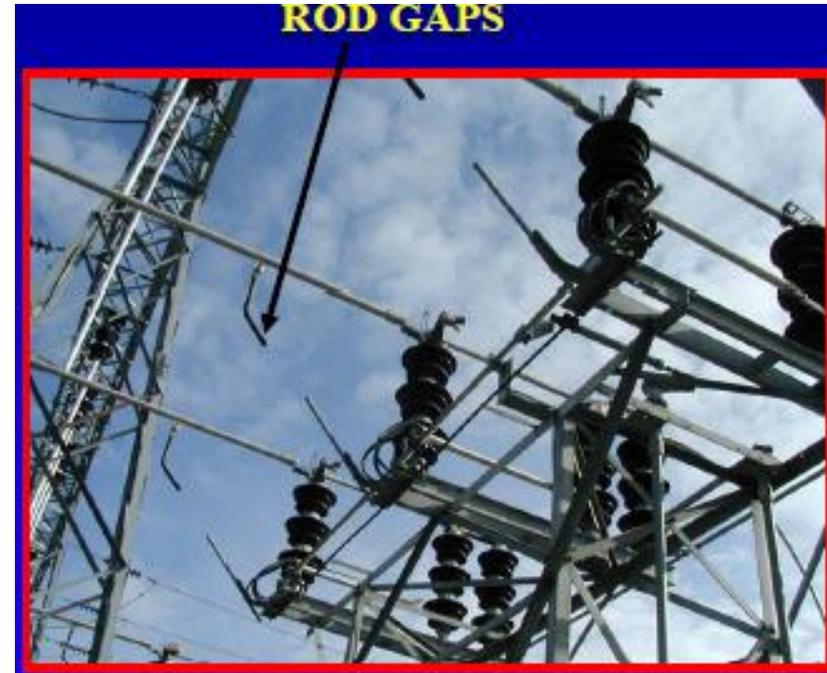
1. Pada tegangan sistem yang normal arrester tak boleh bekerja. Tegangan tembus arrester pada frekuensi jala-jala harus lebih tinggi dari tegangan lebih sempurna yang mungkin terjadi pada sistem.
2. Setiap gelombang transien dengan tegangan puncak yang lebih tinggi dari tegangan tenbus arrester (UA) harus mampu mengerjakan arrester untuk mengalirkan arus ke tanah.
3. Arrester harus mampu melalukan arus terpa ke tanah tanpa merusak arrester itu sendiri dan tanpa menyebabkan tegangan pada terminal arrester lebih tinggi dari tegangan sumbernya sendiri.
4. Arus tidak boleh mengalir ke tanah setelah gangguan diatasi (follow current). Follow current harus dipotong begitu gangguan telah lalu dan tegangan kembali normal.

# Jenis arrester

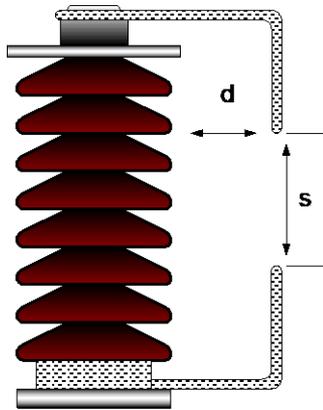
- Ada tiga jenis arrester yang umum digunakan, yaitu :
  1. Sela batang (rod gap)
  2. Tabung pelindung (Protector tube) atau expulsion type Lightning Arrester
  3. Penangkap petir biasa jenis katup (Conventional Valve Type Arrester)

# Sela Batang (Rod Gap)

- Merupakan alat pemotong petir yang paling sederhana berupa batang elektroda yang diletakkan antara hantaran dan tanah. Rod gap banyak digunakan pada :
  - Bushing Insulator dari trafo
  - Pada isolator hantaran udara, berupa tanduk api (Arching Horn) atau Ring api (Arching ring)
  - Pemutus daya (Circuit Breaker)



# Sela Batang (Rod Gap)



- Untuk mencegah gelombang petir tembus melalui permukaan isolator, maka tegangan tembus dari sela batang harus di set 20% lebih rendah dari tegangan tembus impulse dari isolator.
- Jarak antara sela dengan isolator tidak boleh kurang dari  $\frac{1}{3}$  jarak sela untuk mencegah bunga api bergerak ke arah isolator

Tegangan Sistim (kV)	Sela (cm)
33	23
66	35
132	65
275	123

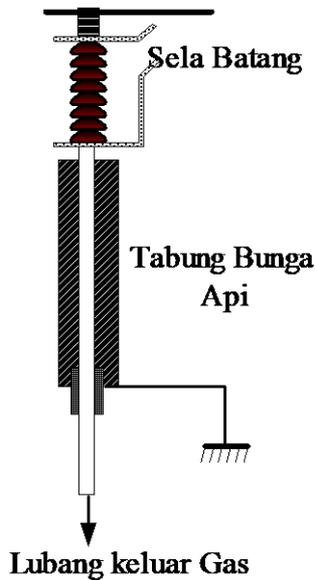
# Keterbatasan dalam penggunaannya.

1. Tidak berfungsi jika gelombang datang mempunyai muka yang curam.
2. Tidak bisa memotong ikutan (follow current). Kekuatan isolasi pada sela turun setelah ionisasi. Sela yang tadinya dapat menahan tegangan dari jala-jala hingga 30 kV setelah terjadinya bunga api turun menjadi  $\pm 50\%$  sehingga arus sistim ikut mengalir ke tanah. Akibatnya circuit Breaker akan bekerja untuk menghilangkan gangguan. Untuk menutup CB kembali diperlukan waktu yang cukup untuk proses de ionisasi diantara sela setelah matinya bunga api.

# Keterbatasan dalam penggunaannya

3. Dapat meleleh akibat energi panas dengan tempertur tinggi yang dilepas melalui bunga api.
4. Karakteristik tembus dari sela batang dipegaruhi oleh keadaan alam seperti kelembaban, temperatur, tekanan dan lain-lain.
5. tidak dapat diandalkan sebagai pelindung utama terhadap petir pada sistem tenaga listrik dimana prioritas pelayanan daya dan perlindungan peralatan sangat diutamakan

# Expulsion Lightning Arrester



- Merupakan tabung yang terdiri dari :
  - a). Dinding tabung yang terbuat dari bahan yang mudah menghasilkan gas jika dilalui arus (fiber)
  - b). Sela batang (external series gap) yang biasanya diletakkan pada isolator porselin, untuk mencegah arus mengalir dan membakar fiber pada tegangan jala-jala setelah gangguan diatasi.
  - c). Sela pemutus bunga api diletakkan dalam tabung, salah satu elektroda dihubungkan ke tanah.

# Expulsion Lightning Arrester

- Pada waktu tegangan terpa melalui sela batang dan sela bunga api impedasi tabung akan menjadi rendah sehingga arus terpa dan arus sistim dapat mengalir ke tanah. arus yang mengalir akan membakar fiber dan menghasilkan gas untuk mematikan bunga api yang selanjutnya bergerak dengan cepat ke arah lubang pembuangan di bagian bawah arrester

# Keterbatasan

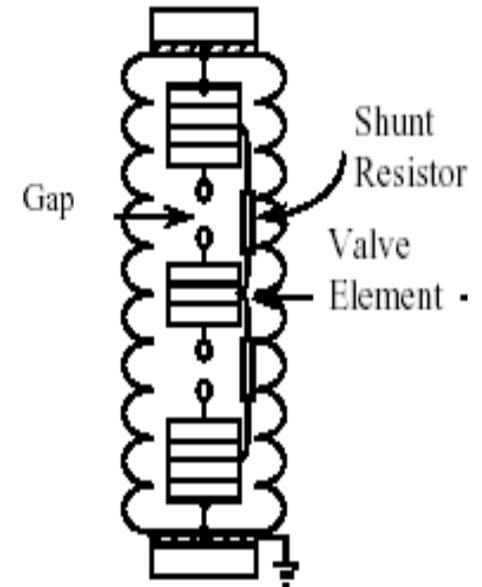
- Terbatas pada sistem yang mempunyai besar arus sistem kurang dari  $\frac{1}{3}$  arus terpa.
- Pada saat arrester bekerja, permukaan tabung akan rusak karena terbakar, maka arrester ini mempunyai batasan pada jumlah operasinya,
- Walaupun termasuk pemotong terpa yang murah karena kemampuannya memotong arus ikutan, namun sama sekali tidak cocok untuk perlindungan peralatan-peralatan gardu yang mahal, karena karakteristik V-t nya yang buruk.

# Pemakaian :

- Tabung pelindung dipakai untuk melindungi isolator transmisi..
- Dipakai pada tiang transmisi sebelum memasuki gardu untuk memotong besar arus terpa yang datang, sehingga berfungsi mengurangi kerja arrester di gardu.
- Pada trafo-trafo kecil di pedesaan, dimana pemotong petir jenis katup sangat mahal
- Pada tiang transmisi tertentu yang sangat tinggi dimana kemungkinan disambar petir cukup tinggi

# Valve type lightning Arrester

- Arrester ini terdiri dari beberapa sela yang tersusun seri dengan piringan-piringan tahanan, dimana tahanan ini mempunyai karakteristik sebagai berikut :
- Harga tahanan turun dengan cepat pada saat arus terpa mengalir sehingga tegangan antara terminal Arrester tidak terlalu besar dan harga tahanan akan naik kembali jika arus terpa sudah lewat sehingga membatasi arus ikutan dari power frekuensi voltage



# Tegangan pengenalan penangkap petir (Arrester Rating)

- tegangan dimana penangkap petir masih dapat bekerja sesuai dengan karakteristiknya. Penangkap petir tidak boleh bekerja pada tegangan maksimum sistem yang direncanakan, tetapi masih tetap mampu memutuskan arus ikutan dari sistem secara efektif. karena itu tegangan pengenalan dari penangkal petir harus lebih tinggi dari tegangan fasa sehat ke tanah
- Tegangan rms fasa ke fasa  $\times 1,10 \times$  koefisien pentanahan.

# Arus pelepasan nominal (Nominal Discharge Current)

- Adalah arus pelepasan dengan harga puncak dan bentuk gelombang tertentu yang digunakan untuk menentukan kelas dari penangkap petir sesuai dengan :
  - a. Kemampuannya melalukan arus dan
  - b. Karakteristik pelindungnya
- Bentuk gelombang arus pelepasan tersebut adalah :
  - ➤ Menurut standar Inggris/Eropa (IEC)  $8 \mu\text{s}/20 \mu\text{s}$ .
  - ➤ Menurut standard Amerika  $10 \text{ us}/ 20 \text{ us}$

## Tegangan Percikan Frekuensi jala-jala (Power frekuensi Spark over Voltage)

- tegangan percikan frekuensi jala-jala minimum, yaitu :
- Standard Inggris
- Tegangan percikan frekuensi jala-jala minimum =  $1,6 \times$  rating arrester
- Standard I E C
- Tegangan percikan frekuensi jala-jala minimum =  $1,5 \times$  rating arrester

# Tegangan percikan Impulse Maksimum

- Adalah gelombang tegangan impulse tertinggi yang terjadi pada terminal arrester sebelum arrester bekerja.
- Bentuk gelombang tersebut menurut I E C adalah  $1,2/50 \mu\text{s}$ .

# Tegangan Sisa

- Adalah tegangan yang timbul diantara terminal arrester pada saat arus petir mengalir ke tanah
- Untuk menentukan tegangan sisa ini digunakan impulse arus sebesar  $8/20 \mu\text{s}$  dengan harga puncak 5 kA dan 10 kA.
- Umumnya tegangan sisa tidak akan melebihi BIL atau TID (Basic Insulation Level = Inggkat Isolasi Dasar) dari peralatan yang dilindungi walaupun arus pelepasan maksimumnya 55 kA atau 100 kA.

# Contoh

- Suatu transformator 5 MVA, 66/11 kV membutuhkan suatu penangkap petir trafo yang dihubungkan pada sistem 66 kV mempunyai variasi perubahan tegangan sampai 10%. Titik bintang trafo ditanahkan langsung. Pilihlah kelas penangkap petir dari table berikut :

Kelas (kV)	Tegangan Percikan Impulse maksimum (kV)	Tegangan Sisa (8/20) pada 10.000 Ampere
50	172	176
60	215	220
73	258	264

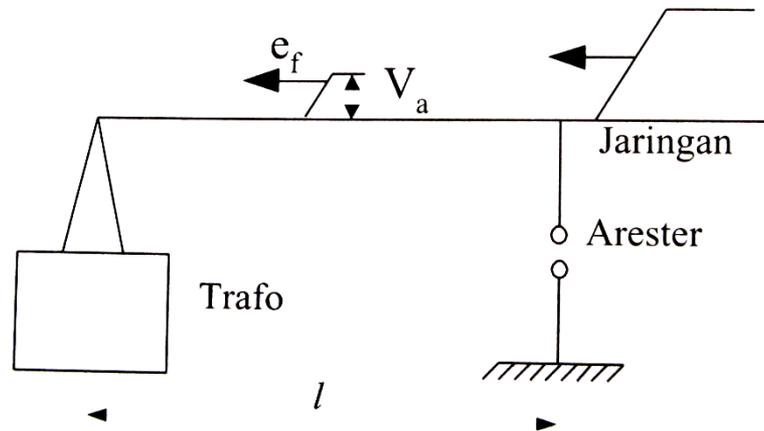
- Disamping itu diketahui juga hal-hal sebagai berikut :
  - a. TID rafo pada sisi 66 kV : 350 kV
  - b. Tegangan lebih dinamis dari sistem : 1,3 x Tegangan Kerja sistem
  - c. Tegangan percikan frekuensi jala-jala : 1,5 x Tegangan penangkap petir
  - d. faktor keamanan 5% dari perhitungan untuk menentukan tegangan pengenalan penangkap petir.

# Jawab

- Tegangan pengenalan Penangkap petir =  $66 \times 1,1 \times 0,8 \times 1,05 = 60,98 \text{ kV}$
- Dari table pilih Tegangan pengenalan 60 kV.
- Percikan Impulse maksimum = 215 kV, TID = 350 kV
- Faktor keamanan yang tersedia =  $350 - 215 = 130 \text{ kV}$
- Tegangan percikan frekuensi jala-jala =  $60 \times 1,5 = 90 \text{ kV}$
- Tegangan lebih dinamis dari sistem =  $1,3 \times 60/\sqrt{3} = 50 \text{ kV}$ .

# LOKASI PENEMPATAN ARRESTER

Arrester ditempatkan sedekat mungkin dengan peralatan yang dilindungi karena jarak arrester ini berpengaruh pada besarnya tegangan yang tiba pada peralatan. Jika jarak arrester terlalu jauh, maka tegangan yang tiba pada peralatan dapat melebihi tegangan yang dapat dipikulnya.





**Lightning Arresters**

**Bushings**

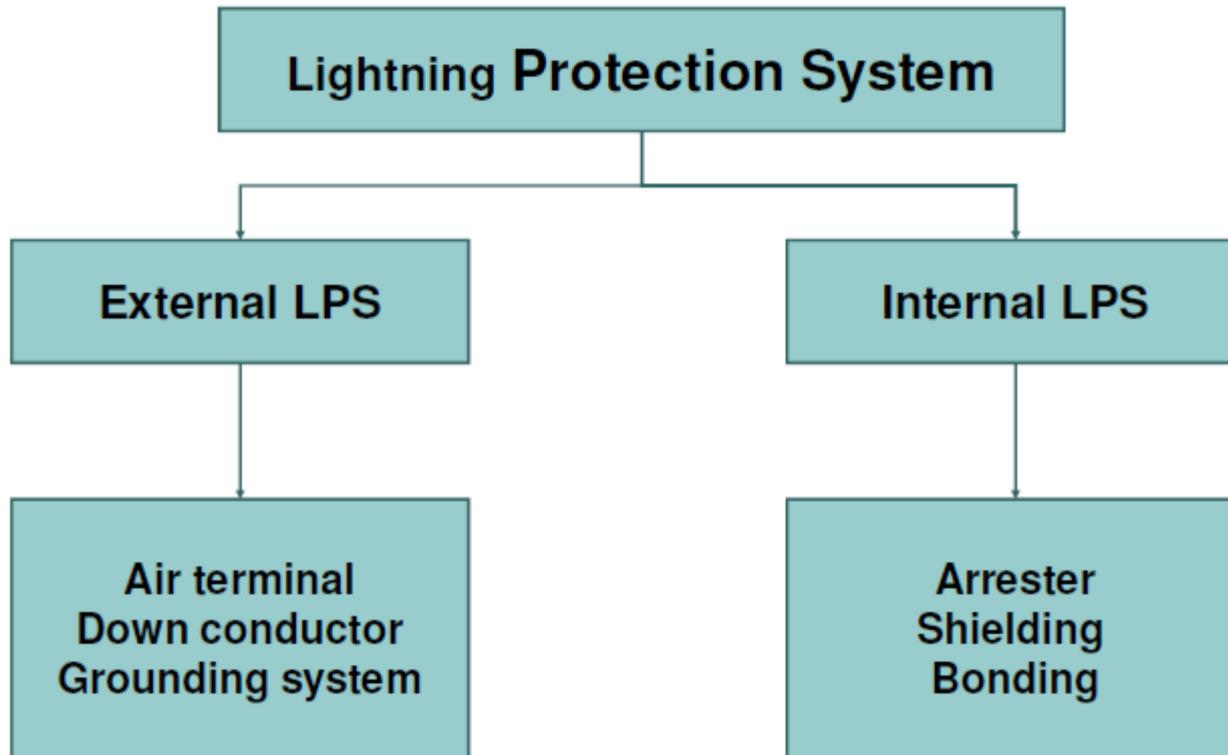


# INSTALASI PENYALUR PETIR

## Peraturan/Standard

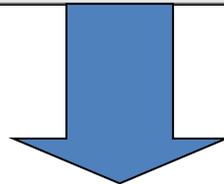
- Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP),
- *National Fire Protection Association (NFPA) 780*
- *International Electrotechnical Commission (IEC) 61024-1-1.*
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja 02/MEN/1989
- SNI 3 -3991-1995

# Konsep sistem proteksi petir



# Protection against lightning

Classification	Title
IEC 62305-1: 2006-01 (EN 62305-1)	Protection against lightning Part 1: General principles
IEC 62305-2: 2006-01 (EN 62305-2)	Protection against lightning Part 2: Risk management
IEC 62305-3: 2006-01 (EN 62305-3)	Protection against lightning Part 3: Physical damage to structures and life hazard
IEC 62305-4: 2006-01 (EN 62305-4)	Protection against lightning Part 4: Electrical and electronic systems within structures



**definition of Lightning Protection Levels (LPL)  
and related current parameters (shape, time, max)**

# Katagori

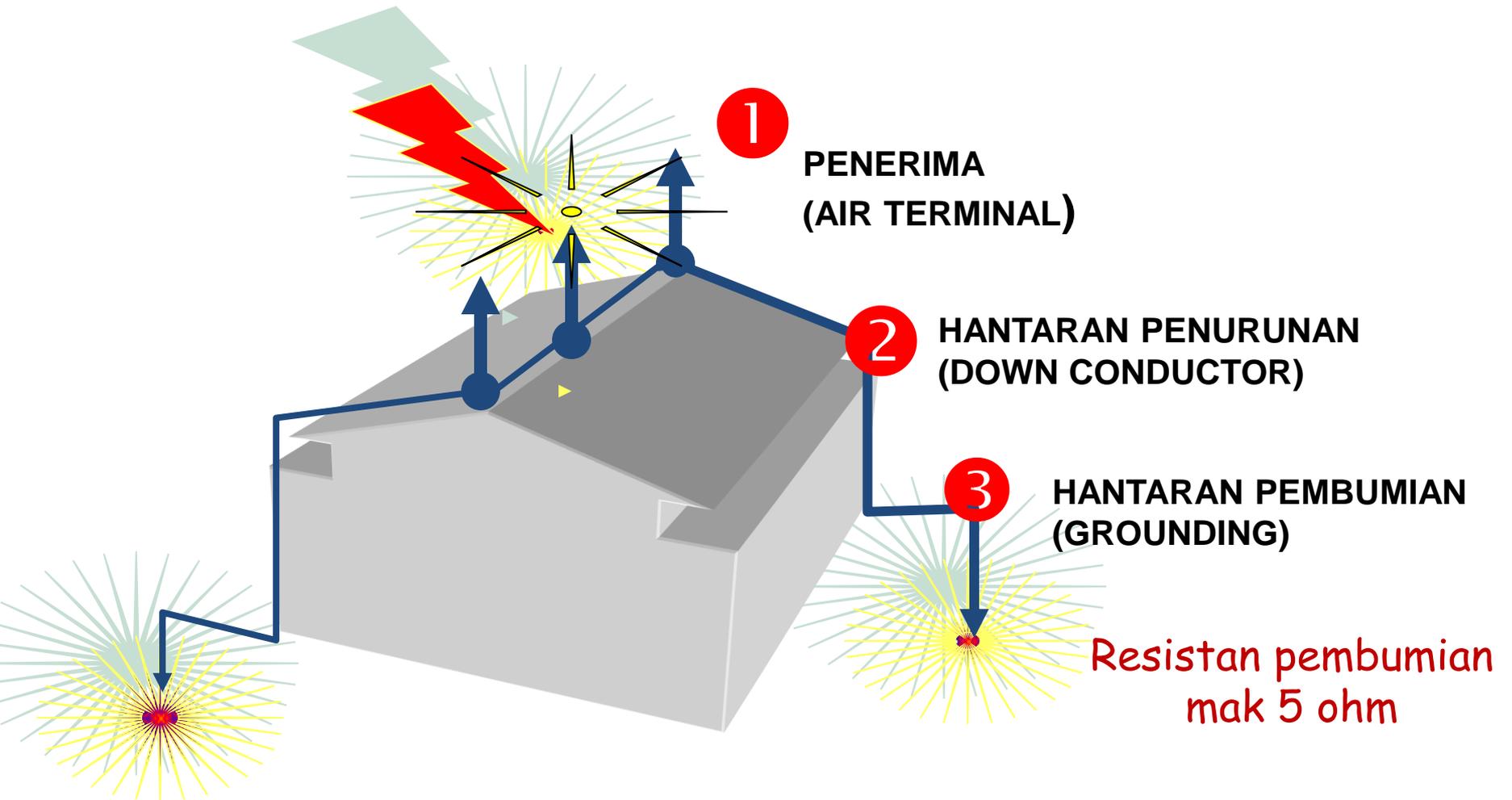
## **Proteksi External**

- adalah instalasi dan alat-alat di luar sebuah struktur untuk meredam dan menghantar arus petir ke sistem pembumian atau berfungsi sebagai ujung tombak penangkap muatan listrik/arus petir di tempat tertinggi

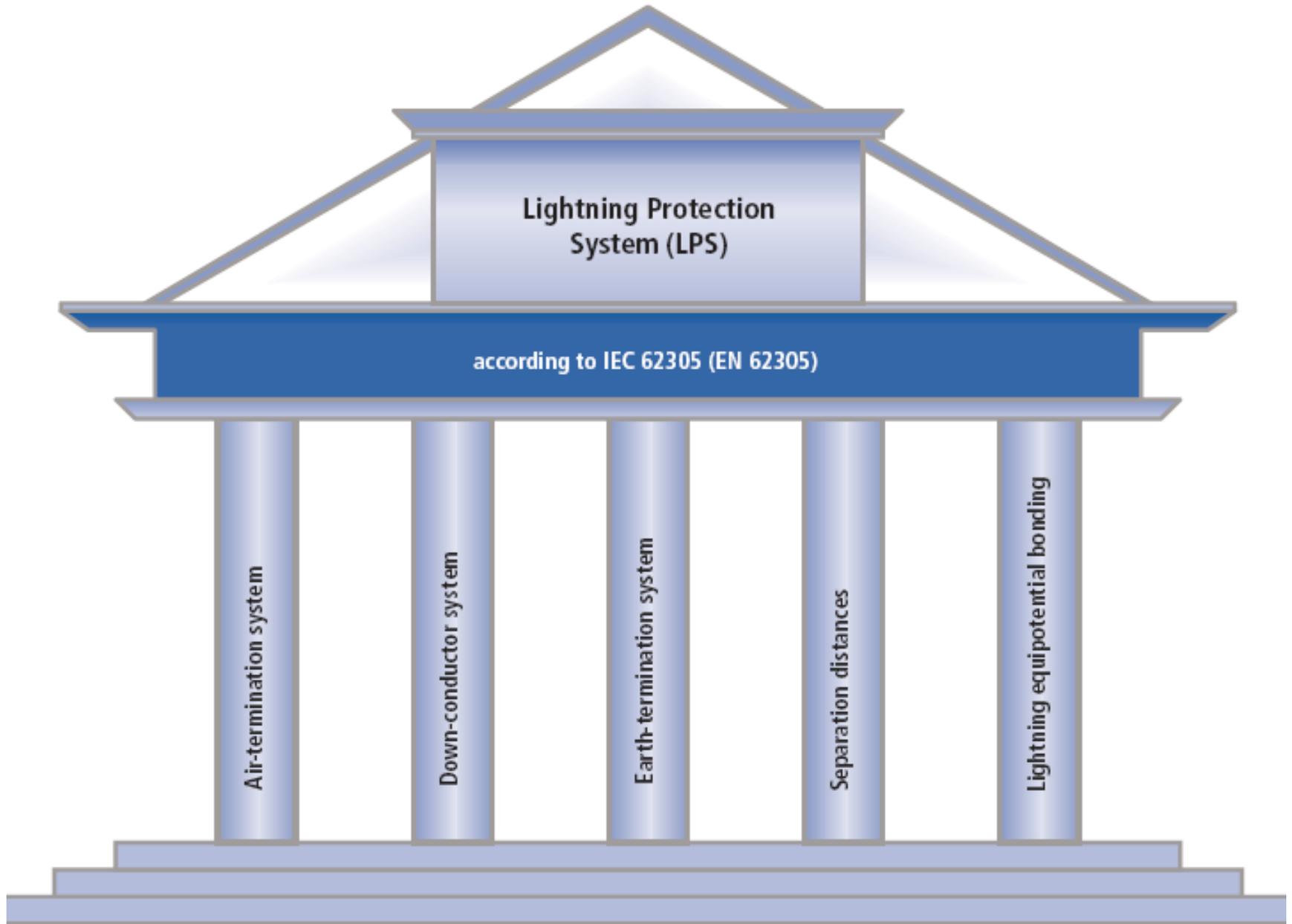
## **Proteksi Internal**

- Upaya menghindari terjadinya beda potensial pada semua titik di instalasi atau peralatan yang diproteksi di dalam bangunan.

# Proteksi External



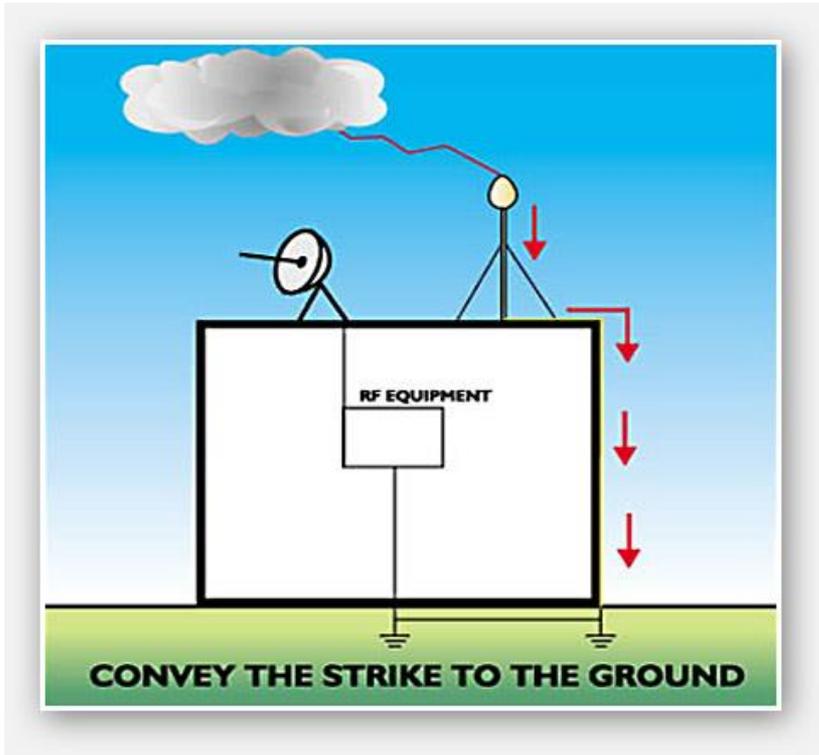
# Components of a Lightning Protection System



# Proteksi External

- Air Termination / Penerima
- Down Conductor/Penghantar Penurunan
- Earthing System/Pembumian
- Bonding System

# Air Termination/Penerima



- Penerima harus dipasang di tempat atau bagian yang diperkirakan dapat tersambar petir
- Jika bangunan yang terdiri dari bagian-bagian seperti bangunan yang mempunyai menara, antena, papan reklame atau suatu blok bangunan harus dipandang sebagai suatu kesatuan;

# Air Termination/Penerima

- Pemasangan penerima pada atap yang mendarat harus benar-benar menjamin bahwa seluruh luas atap yang bersangkutan termasuk dalam daerah perlindungan;
- Penerima yang dipasang di atas atap yang datar sekurang-kurangnya lebih tinggi 15 cm dari pada sekitarnya;
- Jumlah dan jarak antara masing-masing penerima harus diatur sedemikian rupa sehingga dapat menjamin bangunan itu termasuk dalam daerah perlindungan.

# Finial penyalur petir (Air Termination/Penerima)

- Susunan finial penyalur petir dapat berupa Finial Batang Tegak; Susunan Finial Mendatar dan Finial-finial lain dengan memanfaatkan benda logam yang terpasang di atas bangunan seperti atap logam, menara logam, dll.



# Finial penyalur petir (Air Termination/Penerima)

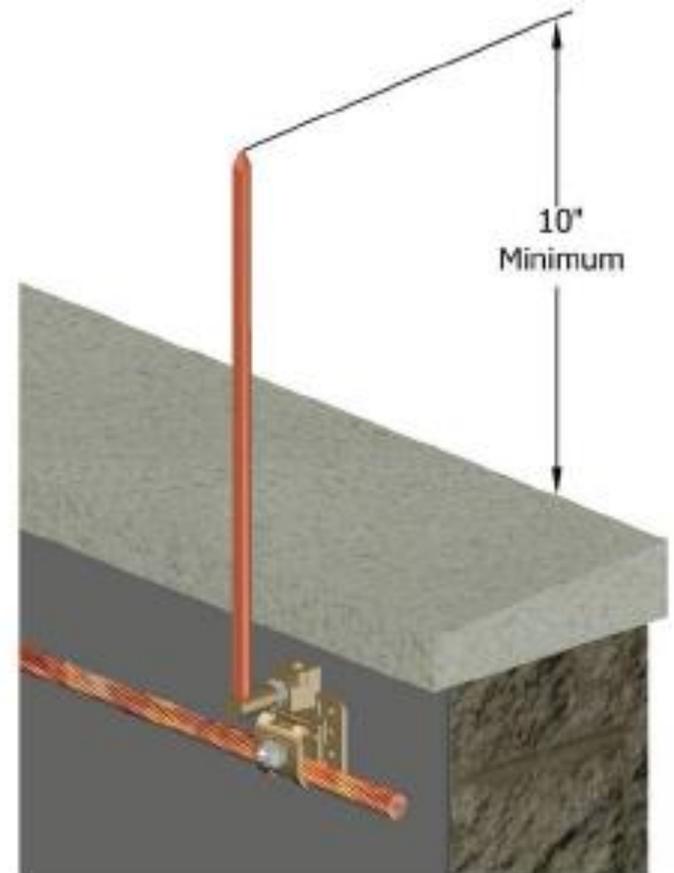
- Sebagai penerima dapat digunakan:
  - logam bulat panjang yang terbuat dari tembaga;
  - hiasan-hiasan pada atap, tiang-tiang, cerobong-cerobong dari logam yang disambung baik dengan instalasi penyalur petir;
  - atap-atap dari logam yang disambung secara elektrik dengan baik.

# Finial penyalur petir (Air Termination/Penerima)

- Dimensi minimum air terminal :
  - Cu : 35 mm<sup>2</sup>
  - Fe : 50 mm<sup>2</sup>
  - Al : 70 mm<sup>2</sup>

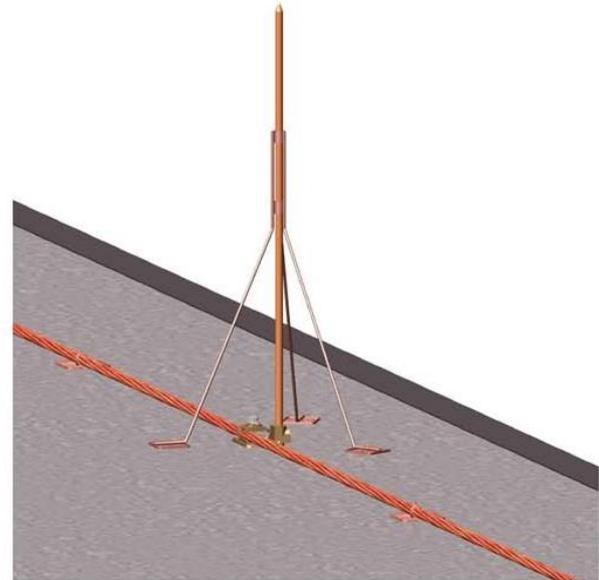
# Finial penyalur petir (Air Termination/Penerima)

- Ketinggian Air Termination minimum 10 in ((IEC)61024-1-1)
- Berdasarkan Permen 02, minimum 15 cm



# Finial penyalur petir (Air Termination/Penerima)

- Untuk air Termination yg tingginya lebih dari 600 cm, harus diberi penyangga yang tidak boleh kurang dari setengah tinggi total

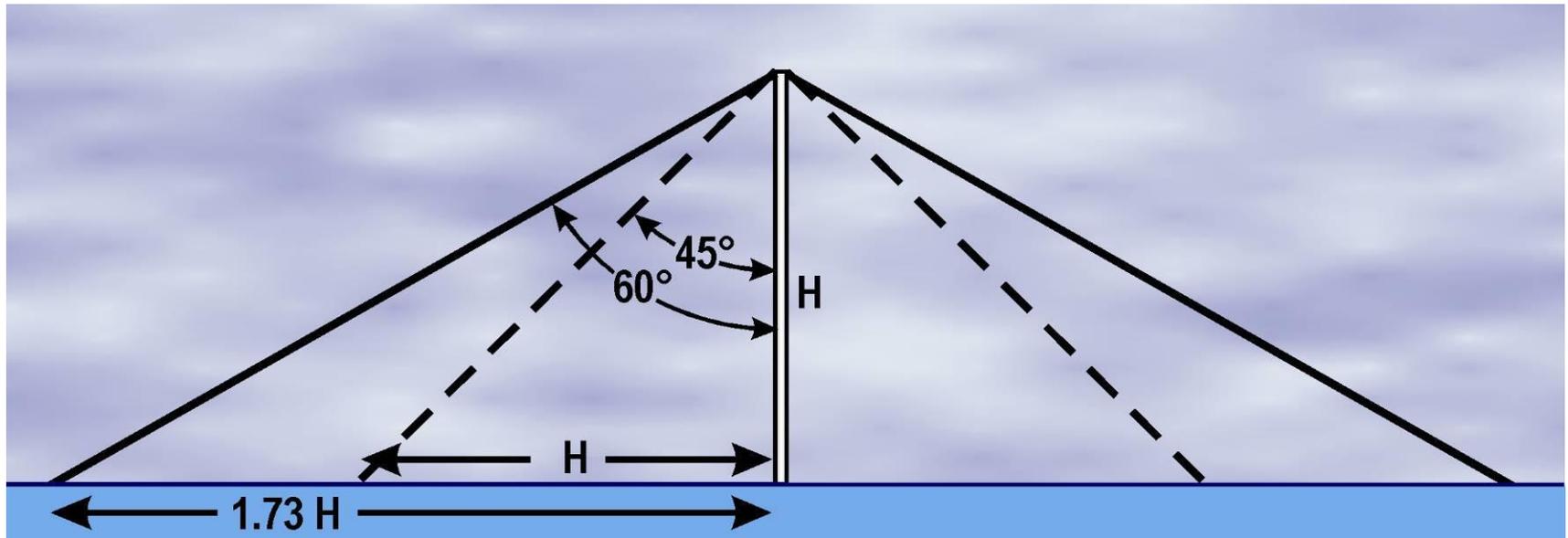


## Finial penyalur petir (Air Termination/Penerima)

- Jumlah dan jarak antara masing-masing penerima harus diatur sedemikian rupa sehingga dapat menjamin bangunan itu masuk dalam daerah perlindungan

# Cone of Protection

- Lightning rod protects areas within its cone
  - 60 degree cone is 99% effective
  - 45 degree cone is 99.9% effective



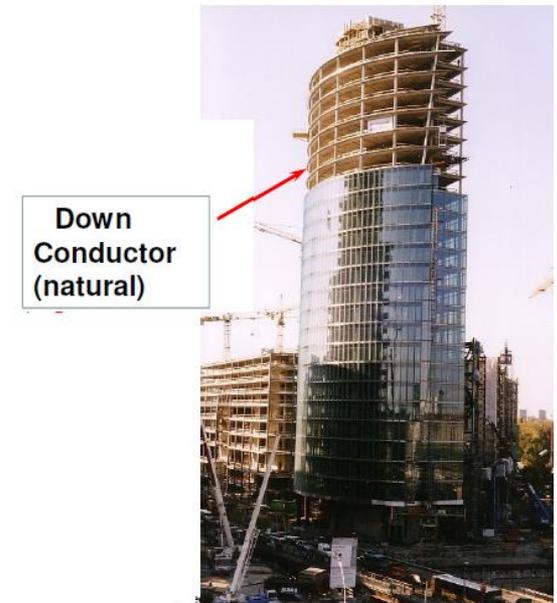
- Less current flow from sharp pointed tip
  - More current flow from blunt or ball tip

# Down Conductor / Penghantar penurunan

- penghantar yang menghubungkan penerima dengan elektroda bumi;
- harus dipasang sepanjang bubungan (nok) dan atau sudut-sudut bangunan ke tanah
- Dari suatu bangunan paling sedikit harus mempunyai 2 (dua) buah penghantar penurunan;
- Penghantar penurunan harus dipasang dengan jarak tidak kurang 15 cm dari atap yang dapat terbakar kecuali atap dari logam, genteng atau batu;

# Down Conductor / Penghantar penurunan

- Sebagai penghantar penurunan petir dapat digunakan bagian-bagian dari atap, pilar-pilar, dinding-dinding, atau tulang-tulang baja yang mempunyai massa logam yang baik;
- Khusus tulang-tulang baja dari kolom beton harus memenuhi syarat, kecuali:
  - sudah direncanakan sebagai penghantar penurunan dengan memperhatikan syarat-syarat sambungan yang baik dan syarat-syarat lainnya;
  - ujung-ujung tulang baja mencapai garis permukaan air di bawah tanah sepanjang waktu.
  - Kolom beton yang bertulang baja yang dipakai sebagai penghantar penurunan harus digunakan kolom beton bagian luar



# Down Conductor / Penghantar penurunan

- Dimensi minimum menurut bahan (IEC 62305)  
:
  - Cu : 16 mm<sup>2</sup>
  - Fe : 50 mm<sup>2</sup>
  - Al : 25 mm<sup>2</sup>
- recommend that the Down-Conductor be at least 50 mm<sup>2</sup> or AWG 0 in all cases

# Down Conductor / Penghantar penurunan

- penghantar yang menghubungkan penerima dengan elektroda bumi;
- harus dipasang sepanjang bubungan (nok) dan atau sudut-sudut bangunan ke tanah
- Dari suatu bangunan paling sedikit harus mempunyai 2 (dua) buah penghantar penurunan;

# Down Conductor / Penghantar penurunan (permenaker : 02/1989)

- Bahan penghantar penurunan yang dipasang khusus harus digunakan kawat tembaga atau bahan yang sederajat dengan ketentuan :
  - penampang sekurang-kurangnya 50 mm<sup>2</sup>.;
  - setiap bentuk penampang dapat dipakai dengan tebal serendah-rendahnya 2 mm.
- Jarak antara alat-alat pemegang penghantar penurunan satu dengan yang lainnya tidak boleh lebih dari 1,5 meter

# Down Conductor / Penghantar penurunan

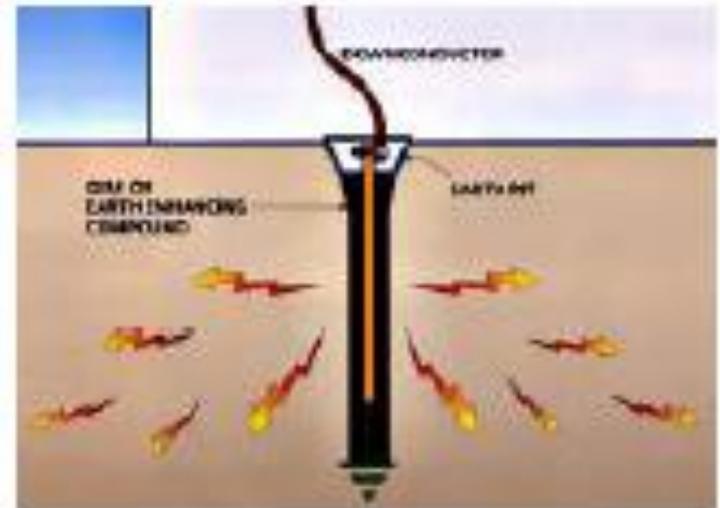
- Jarak minimum antara penghantar penurunan yang satu dengan yang lain diukur sebagai berikut;
- Pada bangunan yang tingginya kurang dari 25 meter maximum 20 meter;
- Pada bangunan yang tingginya antara 25 - 50 meter maka jaraknya  $\{30 - (0,4 \times \text{tinggi bangunan})\}$
- Pada bangunan yang tingginya lebih dari 50 meter maximum 10 meter.

# Sambungan-sambungan

- harus merupakan suatu sambungan elektrik, tidak ada kemungkinan terbuka dan dapat menahan kekuatan tarik sama dengan sepuluh kali berat penghantar yang menggantung pada sambungan itu.
- Penyambungan dilakukan dengan cara:
  - dilas.
  - diklem (plat klem, bus kontak klem) dengan panjang sekurang-kurangnya 5 cm;
  - disolder dengan panjang sekurang-kurangnya 10 cm

# Pembumian

- Elektroda bumi harus dibuat dan dipasang sedemikian rupa sehingga tahanan pembumian sekecil mungkin
- Tahanan pembumian dari seluruh sistem pembumian tidak boleh lebih dari 5 ohm

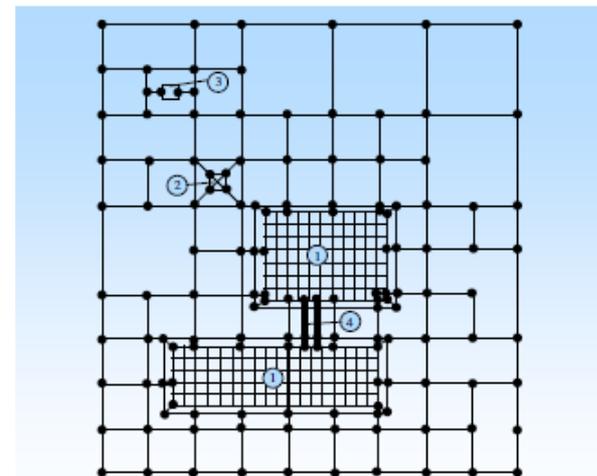
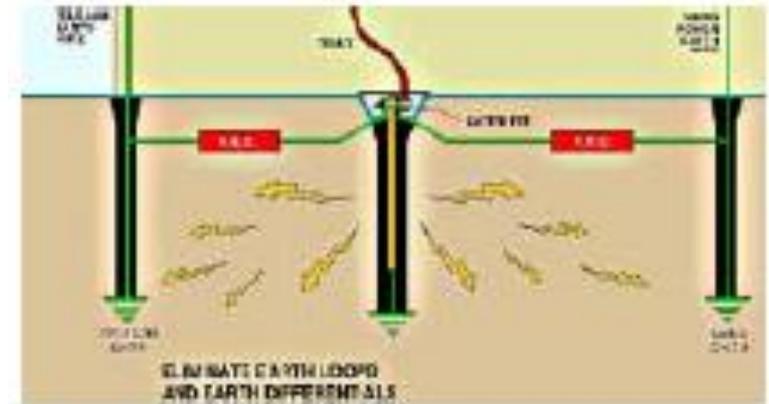


# Pembumian

- Panjang suatu elektroda bumi yang dipasang tegak dalam bumi tidak boleh kurang dari 4 meter, kecuali jika sebagian dari elektroda bumi itu sekurang-kurangnya 2 meter dibawah batas minimum permukaan air dalam bumi;

# Bonding

- Mencegah terjadinya loncatan yang ditimbulkan adanya perbedaan potensial tegangan antara satu system pentanahan dengan yang lainnya.



Meshed earth-termination system of an industrial plant

1: buildings with meshed network of the reinforcement 2: tower inside the plant  
3: stand-alone equipment 4: cable tray

# Perhitungan Kebutuhan Bangunan akan Sistem Proteksi Petir

- Berdasarkan PUIPP besarnya kebutuhan ditentukan berdasarkan penjumlahan indeks-indeks yang mewakili keadaan bangunan di suatu lokasi dan dituliskan :
- $R = A + B + C + D + E$

R	Perkiraan Bahaya	Pengamanan
Di bawah 11	Diabaikan	Tidak perlu
Sama dengan 11	Kecil	Tidak perlu
12	Sedang	Dianjurkan
13	Agak besar	Dianjurkan
14	Besar	Sangat dianjurkan
Lebih dari 14	Sangat besar	Sangat perlu

# Perhitungan Kebutuhan Bangunan akan Sistem Proteksi Petir

- Indeks A: Bahaya berdasarkan Jenis Bangunan
- Indeks B: Bahaya berdasarkan Konstruksi Bangunan
- Indeks C: Bahaya berdasarkan Tinggi Bangunan
- Indeks D: Bahaya berdasarkan Situasi Bangunan
- Indeks E: Bahaya berdasarkan Hari Guruh

# Perhitungan Kebutuhan Bangunan akan Sistem Proteksi Petir

- Standar NFPA 780

$$R = \frac{A + B + C + D + E}{F}$$

<b>R</b>	<b>Pengamanan</b>
0-2	Tidak perlu
2-3	Dianjurkan
3-4	Dianjurkan
4-7	Sangat dianjurkan
Lebih dari 7	Sangat perlu

# Perhitungan Kebutuhan Bangunan akan Sistem Proteksi Petir

- Indeks A: Bahaya berdasarkan Jenis Struktur
- Indeks B: Bahaya berdasarkan Jenis Konstruksi
- Indeks C: Bahaya berdasarkan Lokasi Bangunan
- Indeks D: Bahaya berdasarkan Topografi
- Indeks E: Penggunaan dan Isi Bangunan

# Perhitungan Kebutuhan Bangunan akan Sistem Proteksi Petir

- Standart IEC 1024-1-1 atau SNI 03-7015-2004 pemilihan tingkat proteksi
- sistem proteksi petir didasarkan pada frekwensi sambaran petir langsung setempat ( $N_d$ ) dan frekwensi sambaran petir tahunan setempat ( $N_c$ ) yang diperbolehkan.
- sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan di daerah tempat suatu struktur berada dinyatakan sebagai :  $N_g = 0,04 \cdot IKL^{1,25} / \text{km}^2 / \text{tahun}$
- dimana IKL adalah *isokeraunic level* di daerah tempat struktur yang akan diproteksi.
- $N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} / \text{tahun}$
- $A_e$  adalah area cakupan struktur ( $\text{m}^2$ ) yaitu daerah permukaan tanah yang dianggap sebagai struktur yang mempunyai frekwensi sambaran langsung tahunan,  $A_e = (2 \times (p+l) \times 3h) + (3,14 \times (3h)^2)$
- Daerah yang diproteksi adalah daerah di sekitar struktur sejauh  $3h$  dimana  $h$  adalah tinggi struktur yang diproteksi.

# Perhitungan Kebutuhan Bangunan akan Sistem Proteksi Petir

- Pengambilan keputusan perlu atau tidaknya memasang sistem proteksi petir pada bangunan berdasarkan perhitungan  $N_d$  dan  $N_c$  dilakukan sebagai berikut :
  - Jika  $N_d \leq N_c$  tidak perlu sistem proteksi petir.
  - Jika  $N_d > N_c$  diperlukan sistem proteksi petir dengan efisiensi :  $E \geq 1 - N_c/N_d$  dengan tingkat proteksi sesuai tabel berikut

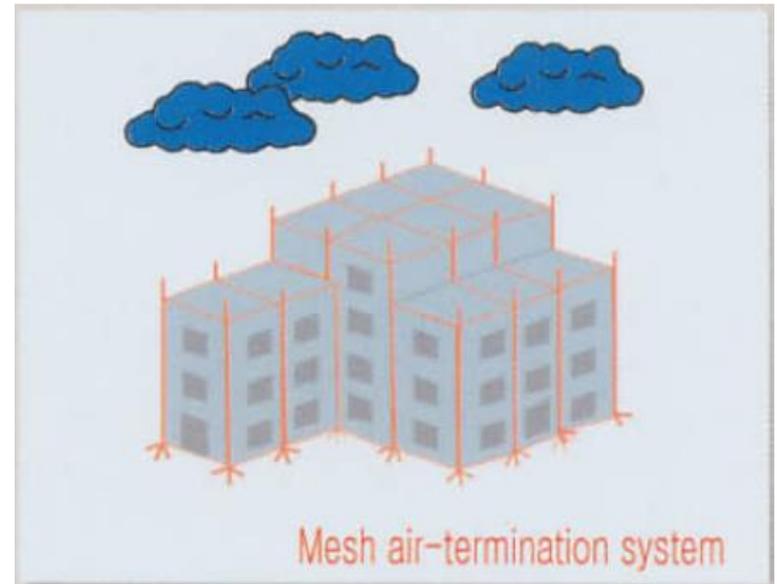
# Perhitungan Kebutuhan Bangunan akan Sistem Proteksi Petir

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

# Metode penempatan Air Termination

Metode jala (*mesh size method*)

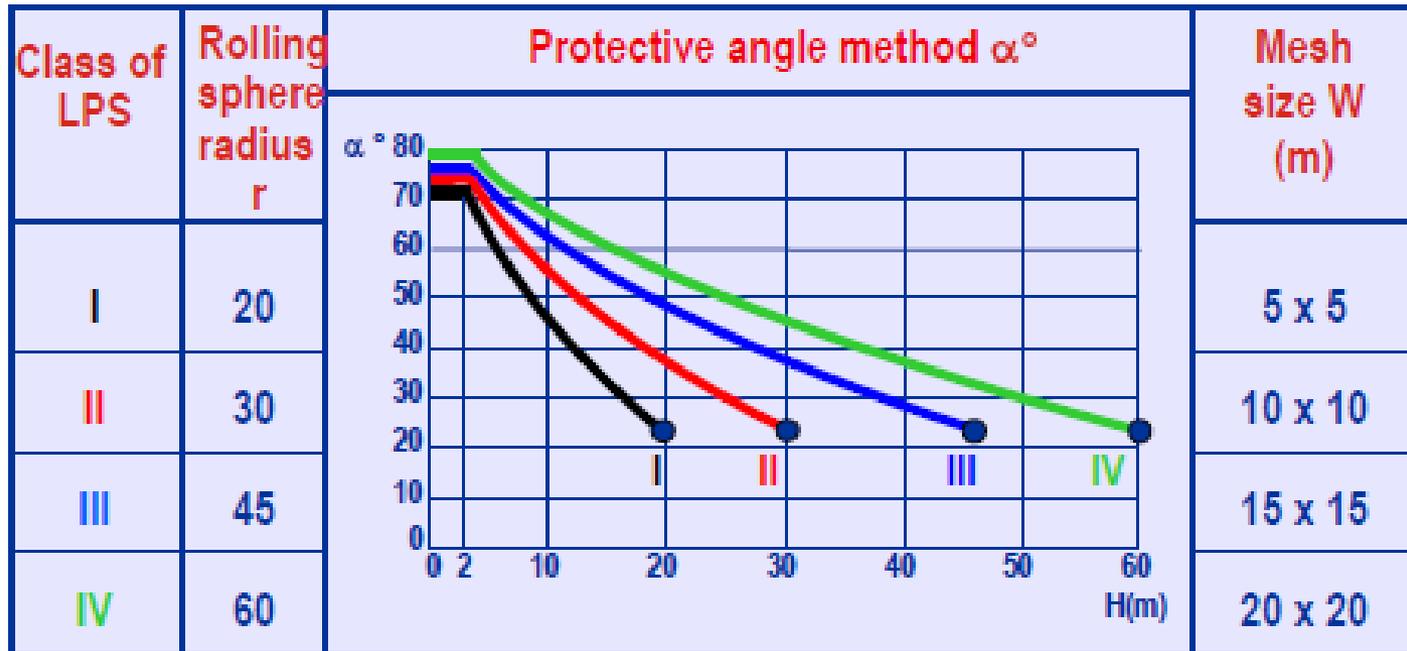
- digunakan untuk perlindungan permukaan yang datar karena bisa melindungi seluruh permukaan bangunan. Daerah yang diproteksi adalah keseluruhan daerah yang ada di dalam jala-jala



# Metode penempatan Air Termination

<u>Tingkat proteksi</u>	h (m)	20	30	45	60	Lebar jala (m)
	R (m)	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	
I	20	25	-	-	-	5
II	30	35	25	-	-	10
III	45	45	35	25	-	15
IV	60	55	45	35	25	20

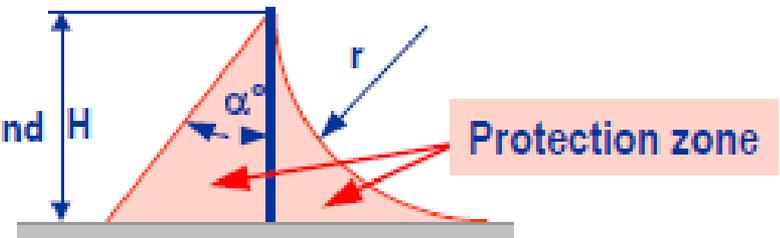
# Metode penempatan Air Termination



$H$  : Height of the air-termination system above ground

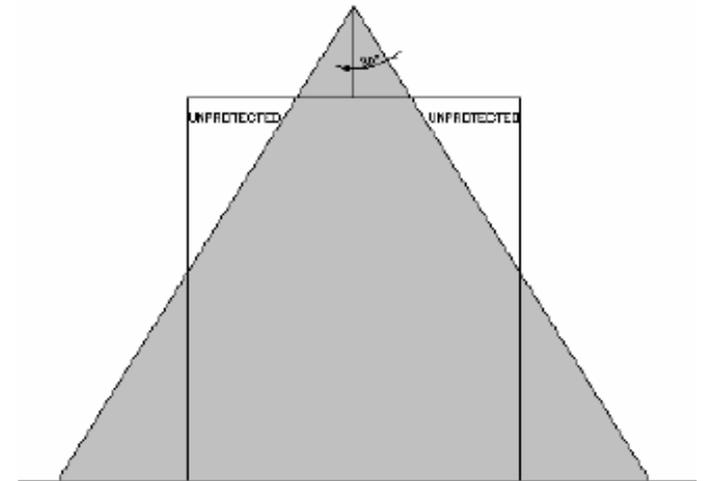
$r$  : Radius of the "rolling sphere"

$\alpha$  : Protective angle

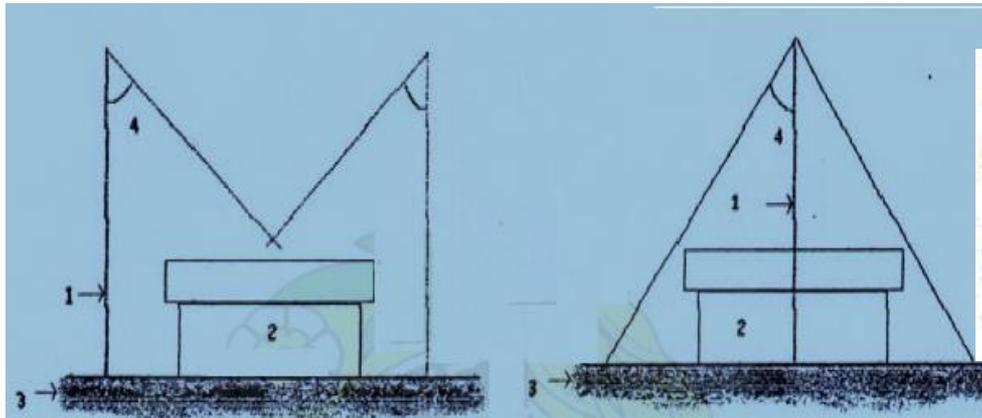


# Metode penempatan Air Termination

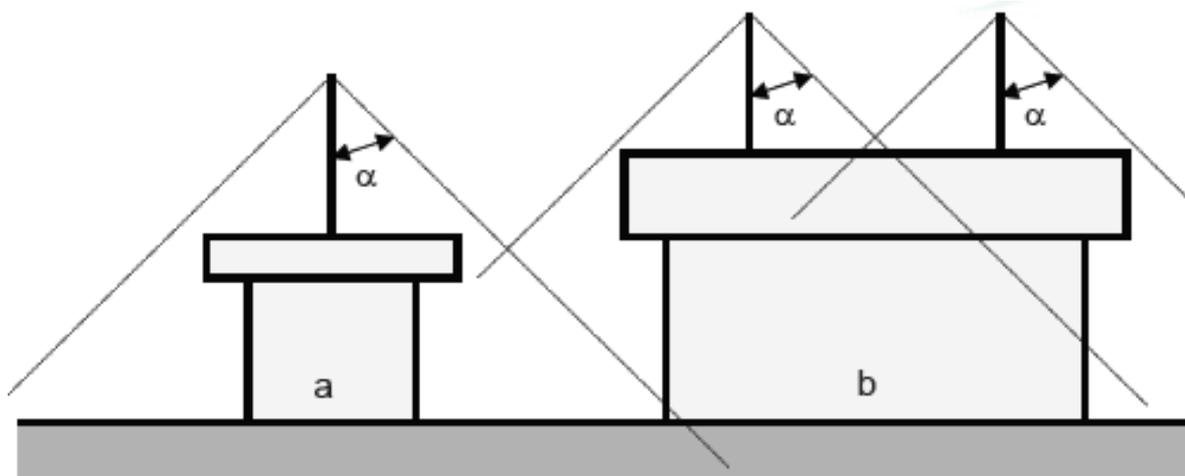
- Metode sudut proteksi (*protective angle method*)
- Daerah yang diproteksi adalah daerah yang berada di dalam kerucut dengan sudut



# Metode penempatan Air Termination

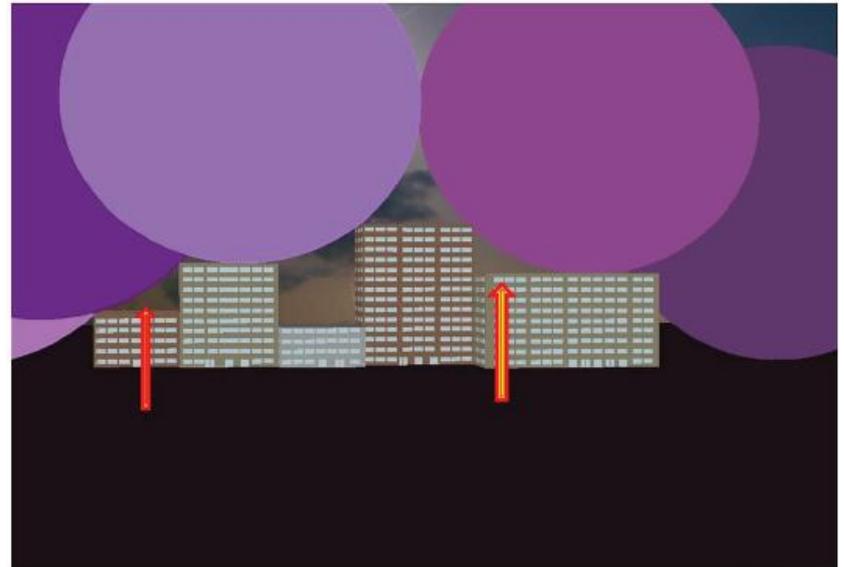


- 1 : Tiang terminasi udara
- 2 : bangunan yang di proteksi
- 3 : bidang referensi
- 4 : sudut proteksi yang di bentuk sesuai tabel 2



# Metode penempatan Air Termination

- Metode bola bergulir (*rolling sphere method*)
- Titik sentuh bola bergulir pada struktur adalah titik yang dapat disambar petir dan pada titik tersebut harus diproteksi oleh terminasi udara.
- $R = |^{0,75}$



Scale 1 : 400

COMPANY



HESS INDONESIA-PANGKAH  
LIMITED

ENGINEERING



LABORATORY OF HIGH VOLTAGE  
AND  
HIGH CURRENT ENGINEERING

PROJECT NAME

LIGHTNING PROTECTION SYSTEM  
REVIEW AND DESIGN AT FLOATING  
ROOF TANK HESS-PANGKAH GRESIK

DRAWING TITLE

Side View of Radius  
Protection Free Standing  
Mast 25 m Using  
Conventional Air Terminal

REVISIONS

4.	As Built Drawing	<input type="checkbox"/>
3.	Working	<input type="checkbox"/>
2.	Revision	<input type="checkbox"/>
1.	Design	<input checked="" type="checkbox"/>

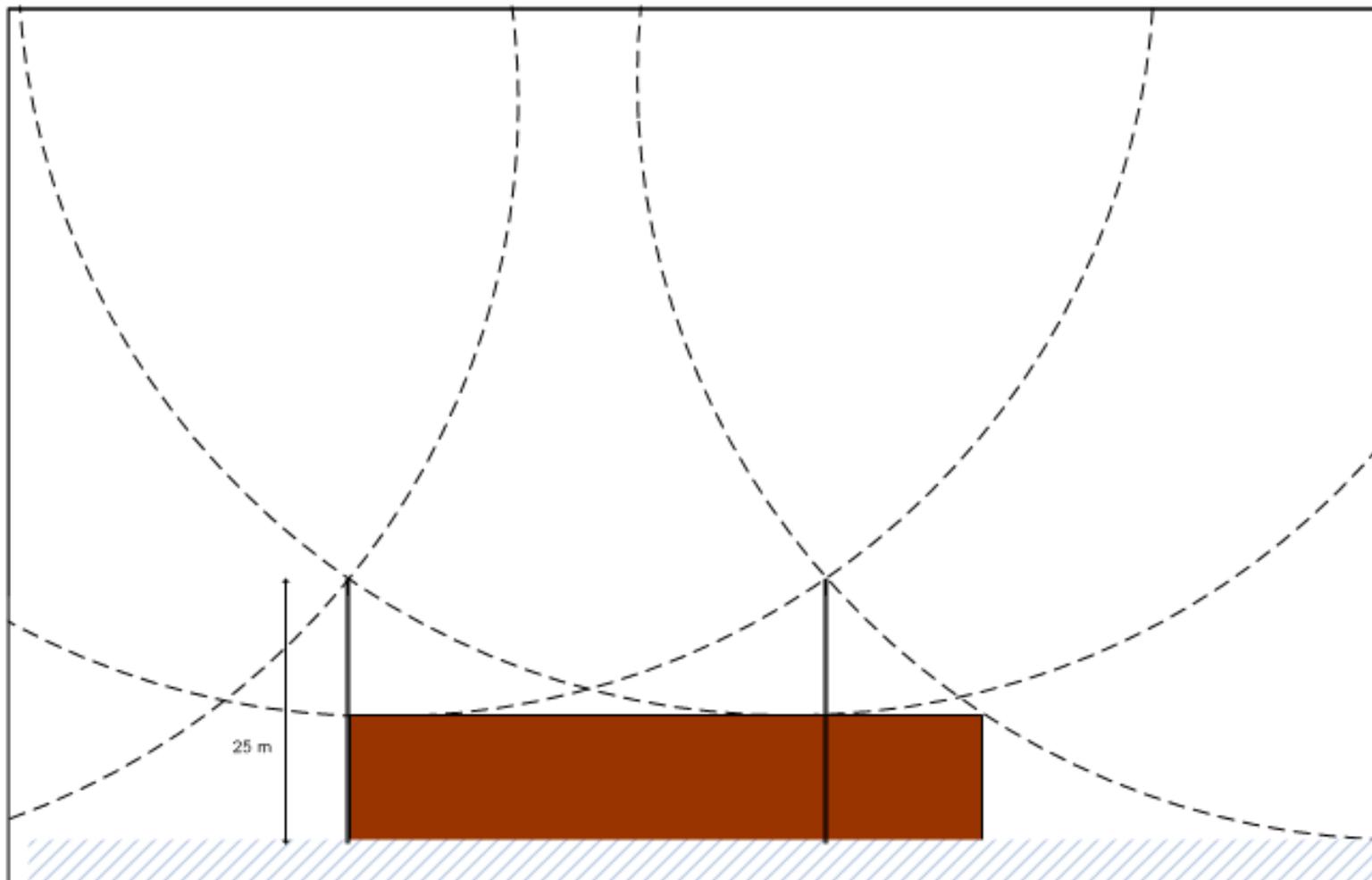
NO. DRAWING DATE

DESIGN

DATE	DRAWING NO.	
Sept. 2007	LPS-TRI-S-03	

I - 50% (kA)	R (m)
37	144.2

25 m



# Contoh

Data Bangunan :

- Jenis Bangunan : Gedung Sekolah
- Panjang bangunan : 32 meter
- Lebar bangunan : 32 meter
- Tinggi bangunan : 45 meter
- Lokasi Bangunan : Tempat Datar (Surabaya)
- Hari Guruh : 100.  $N_c = 0,1$
- Pertanyaan :
  - Berdasarkan PUIPP dan NFPA, Apakah Bangunan tersebut memerlukan Penangkap petir
  - Berdasarkan IEC 1024-1-1, tentukan Tingkat proteksi yang diperlukan

Penggunaan dan Isi	Indeks A
Bangunan biasa yang tak perlu diamankan baik bangunan maupun isinya	-10
Bangunan dan isinya jarang digunakan misalnya dangau di tengah sawah atau ladang, menara atau tiang dari metal	0
Bangunan yang berisi peralatan sehari-hari atau tempat tinggal misalnya rumah tinggal, industri kecil, dan stasiun kereta api	1
Bangunan atau isinya cukup penting misalnya menara air, toko barang-barang berharga dan kantor pemerintah	2
Bangunan yang berisi banyak sekali orang, misalnya bioskop, sarana ibadah, sekolah, dan monumen bersejarah yang penting	3
Instalasi gas, minyak atau bensin, dan rumah sakit	5
Bangunan yang mudah meledak dan dapat menimbulkan bahaya yang tidak terkendali bagi sekitarnya misalnya instalasi nuklir	15

⊕ Indeks B: Bahaya berdasarkan Konstruksi Bangunan

Konstruksi Bangunan	Indeks B
Seluruh bangunan terbuat dari logam dan mudah menyalurkan listrik	0
Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap logam	1
Bangunan dengan konstruksi beton bertulang, kerangka besi dan atap bukan logam	2
Bangunan kayu dengan atap bukan logam	3

# Indeks C: Bahaya berdasarkan Tinggi Bangunan

<b>Tinggi bangunan sampai.....(m)</b>	<b>Indeks C</b>
6	0
12	2
17	3
25	4
35	5
50	6
70	7
100	8
140	9
200	10

## Indeks D: Bahaya berdasarkan Situasi Bangunan

<b>Situasi Bangunan</b>	<b>Indeks D</b>
Di tanah datar pada semua ketinggian	0
Di kaki bukit sampai $\frac{3}{4}$ tinggi bukit atau di pegunungan sampai 1000 meter	1
Di puncak gunung atau pegunungan yang lebih dari 1000 meter	2

## Indeks E: Bahaya berdasarkan Hari Guruh

<b>Hari Guruh per tahun</b>	<b>Indeks E</b>
2	0
4	1
8	2
16	3
32	4
64	5
128	6
256	7

# Solusi

- PUIPP :
- Indeks A : Bangunan Sekolah = 3
- Indeks B : Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap logam = 1
- Indeks C : Sampai 50 m = 6
- Indeks D : Tanah Datar = 0
- Indeks E : 100 → = 6
- $R = 16 > 14$  → Sangat Perlu

# Solusi

- NFPA 780
- Indeks A : Bangunan Sekolah = 9
- Indeks B : Beton bertulang Logam yang tidak saling terhubung = 4
- Indeks C : Bangunan dalam aren bangunan yang lebih rendah
  - bangunan besar, melingkupi area lebih dari 929 m<sup>2</sup> = 5
- Indeks D : Tanah Datar = 1
- Indeks E : Bangunan berisi, perabotan, > 50 Orang = 6, peralatan berharga = 17
- Indeks F : 100 = 1
- $R = 42 > 7 \rightarrow$  Sangat Perlu

# Solusi

- $3h = 135$
- $Ae = (4 \times 32 \times 135) + (3,14 \times 135^2)$
- $Ng = 0,04 * 100^{1,25}$
- $Nd = Ng.Ae.10^{-6}$
- $Nc = 0,1 \quad Nd > Nc \quad ?$
- Efisiensi SPP =  $1 - Nc/Nd$
- Tingkat Proteksi = 0,89



# PENGANTAR

- Petir merupakan kejadian alam di mana terjadi loncatan muatan listrik antara awan dengan bumi. Loncatan muatan listrik tersebut diawali dengan mengumpulnya uap air di dalam awan .
- Petir merupakan kejadian alam yang selalu melepaskan muatan listriknya ke bumi tanpa dapat dikendalikan dan menyebabkan kerugian harta benda dan manusia.
- Tak ada yang dapat mengubah situasi ini.



# Jenis Petir

- Jenis petir berlembar (sheet)

Jenis petir berlembar adalah muatan melompat dari satu bagian awan ke bagian lain.

- Jenis petir bercabang

Jenis petir bercabang terbentuk ketika muatan melompat dari awan ke bumi.





# Prosedur Jika Terjadi Petir

- Hindari tempat terbuka , basah atau perairan
- Hindari berteduh di bawah pohon yang tinggi, karena petir menyambar benda yang paling tinggi
- Hindari berdekatan dengan trafo gardu listrik
- Bila berada di tempat terbuka, berjalan menunduk agar tidak menjadi yang paling tinggi di area tersebut



# Yang Perlu Diperhatikan

- Keamanan secara teknis
- Penampang hantaran-hantaran pembumian
- Ketahanan mekanis
- Ketahanan terhadap korosi
- Bentuk dan ukuran bangunan yang dilindungi
- Faktor ekonomis



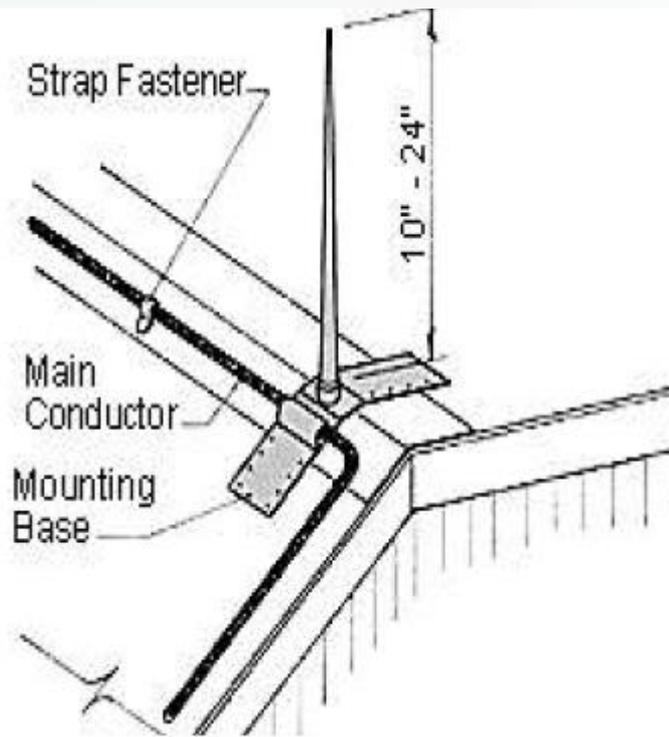
# Perlindungan Bangunan



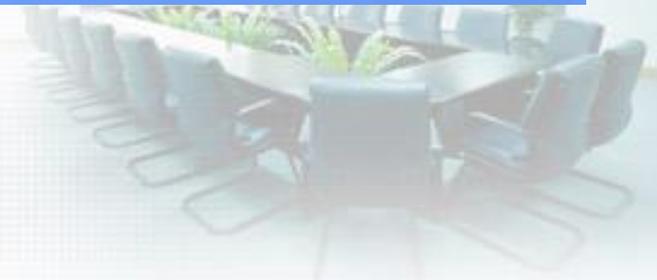
# Kriteria Umum

- Jaringan "Air Termination" >>> untuk menerima sambaran petir
- Penghantar / *down conductors* >>> *Petir* yang ditarik kemudian disalurkan ke dalam tanah.
- Jaringan pembumian / *earthing system* >>> *Untuk grounding terminal, dapat* berupa batang tembaga, lempeng tembaga
- Bonding - untuk menghindari "side flashing" >>> korosi terjadi pada semua komponen, sistem penangkal petir tidak lagi menghantar dengan sempurna

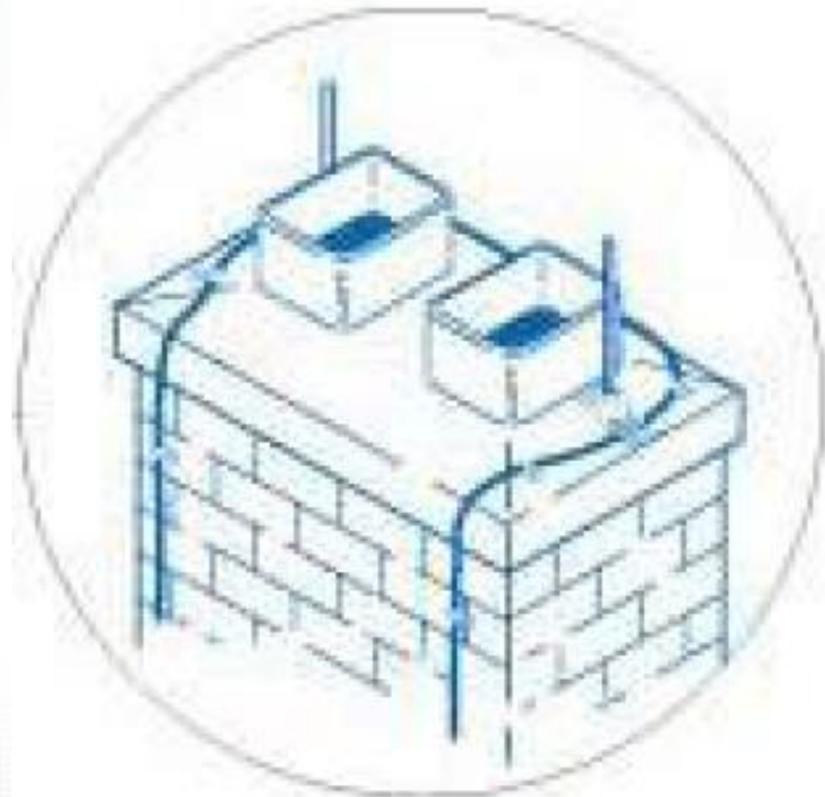
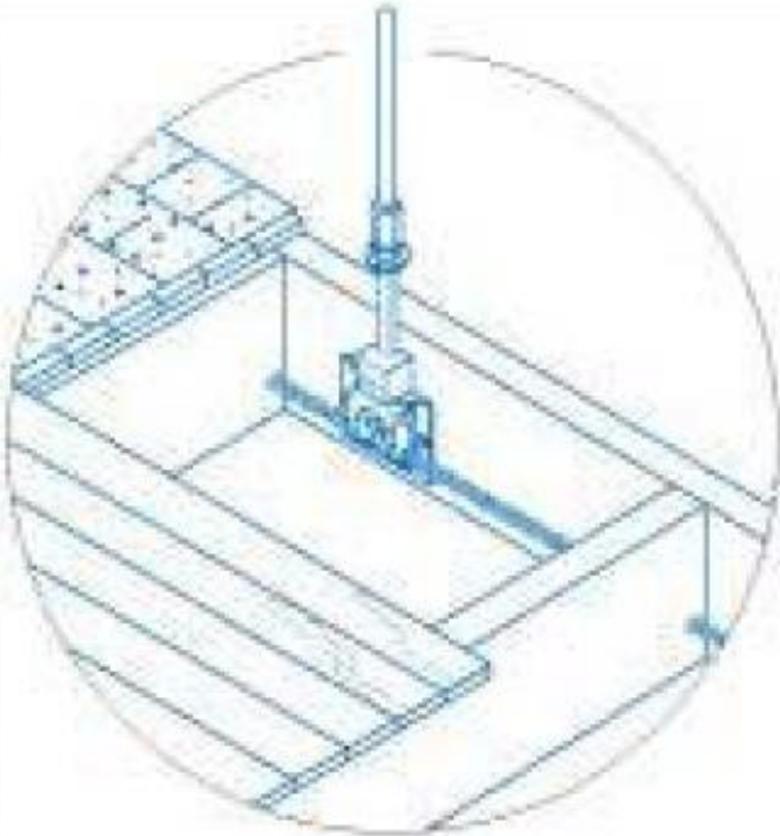
# Air Terminator



# Konduktor



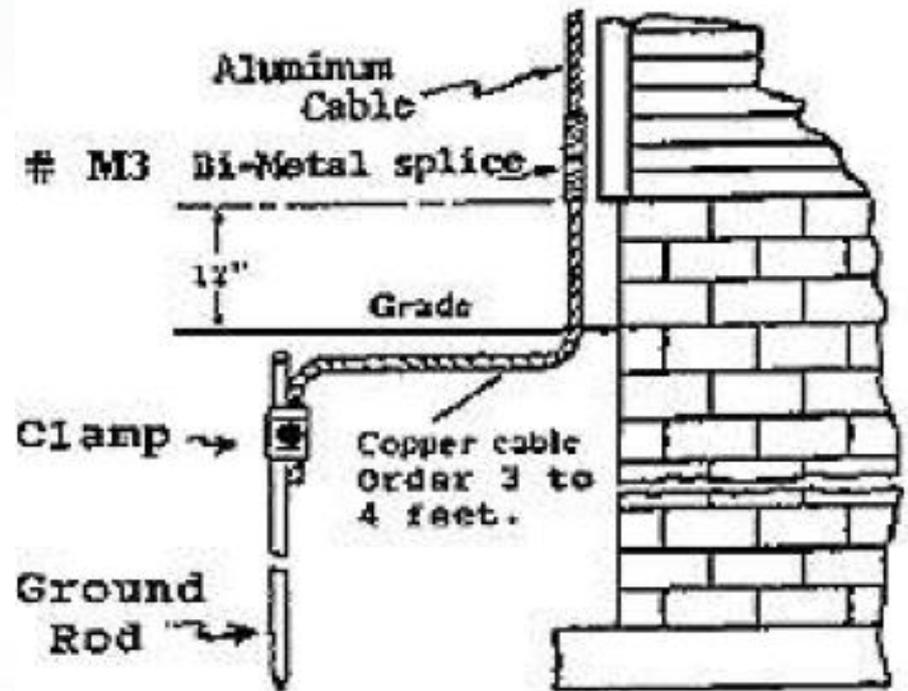
# Konduktor



# Grounding Equipment



## Aluminum Grounding Detail



Order # M3 Bi-metal Splicer

# PERATURAN STANDART BANGUNAN

1. Undang-undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung yang dalam Pasal 20 ayat (1) berbunyi: *"Pengamanan terhadap bahaya petir melalui sistem penangkal petir sebagaimana dimaksud dalam Pasal 17 ayat (4) merupakan kemampuan bangunan gedung untuk melindungi semua bagian bangunan gedung, termasuk manusia di dalamnya terhadap sambaran petir."*



# Penangkal Petir

Instalasi terdiri dari :

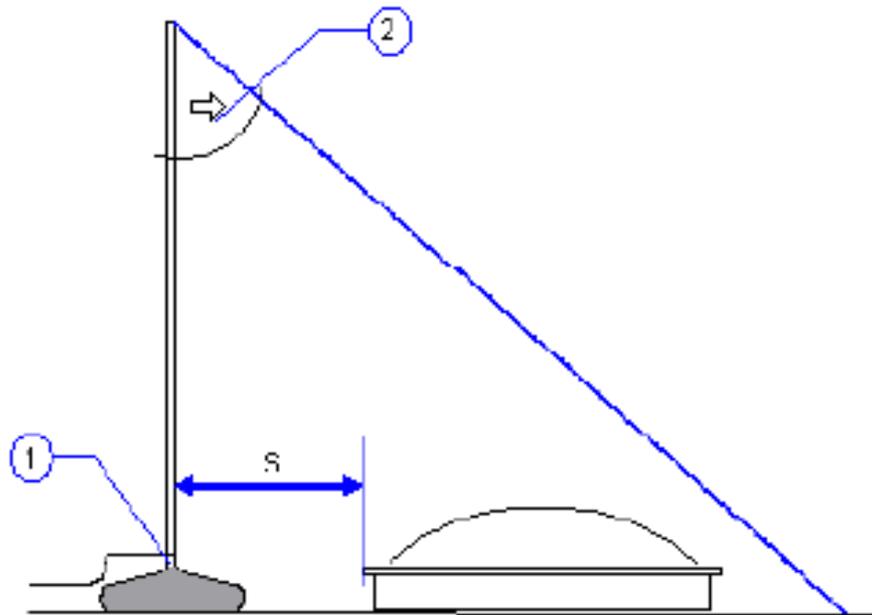
- Alat penerima dari logam (spit)
- Kawat penyalur dari tembaga
- Pentanahan (grouding) >> kawat penyalur sampai dengan pada bagian tanah basah



# Penangkal Petir

- Metode Sudut (*Protective Angle Method*)

Proteksi berada di dalam permukaan yang dibentuk dari proyeksi titik puncak terminasi udara ke tanah dengan sudut (2) dan garis vertical ke segala arah. Metode sudut proteksi mempunyai batasan geometri.



# Penangkal Petir



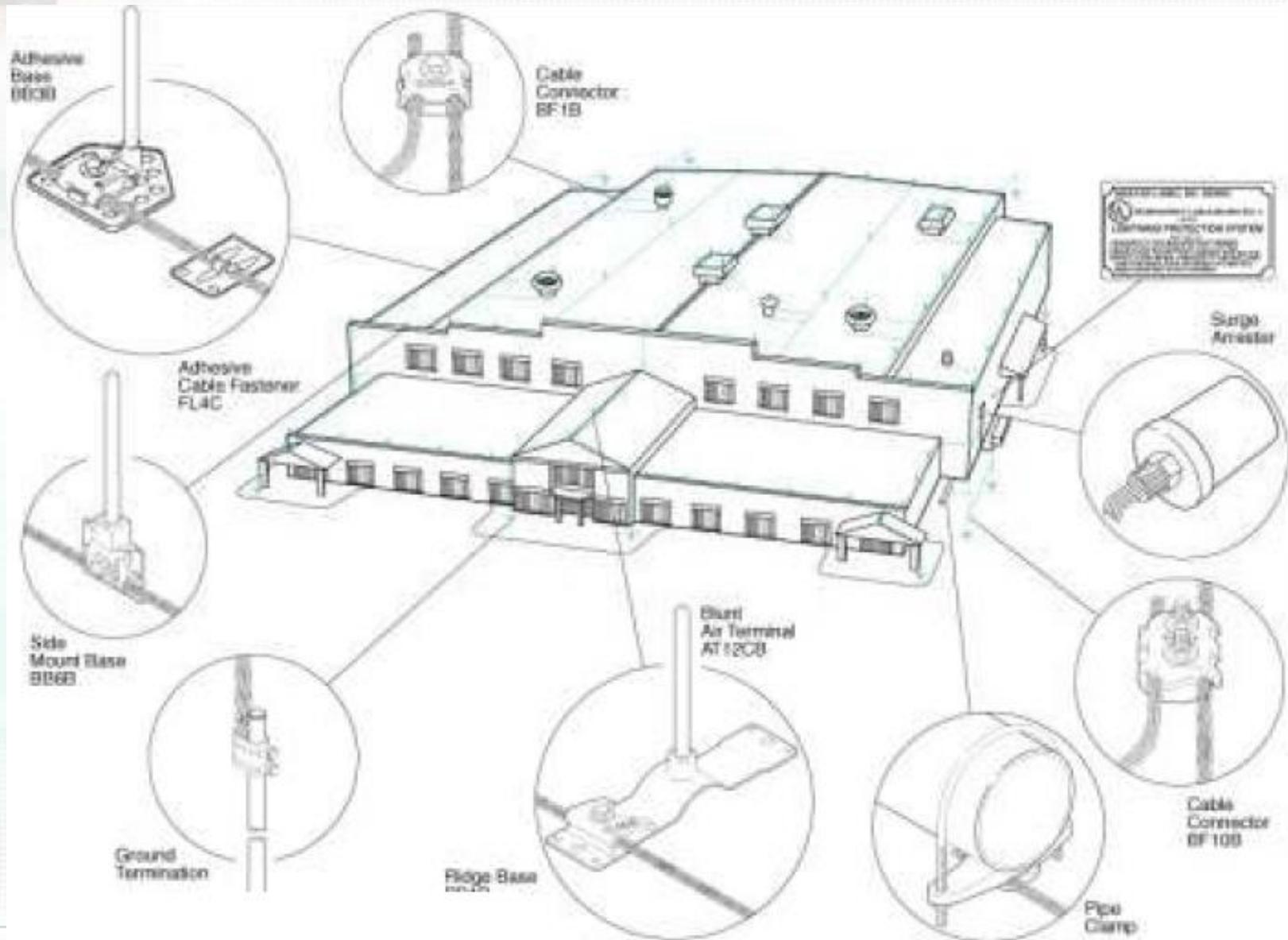


# Metode Jaring (Mesh)

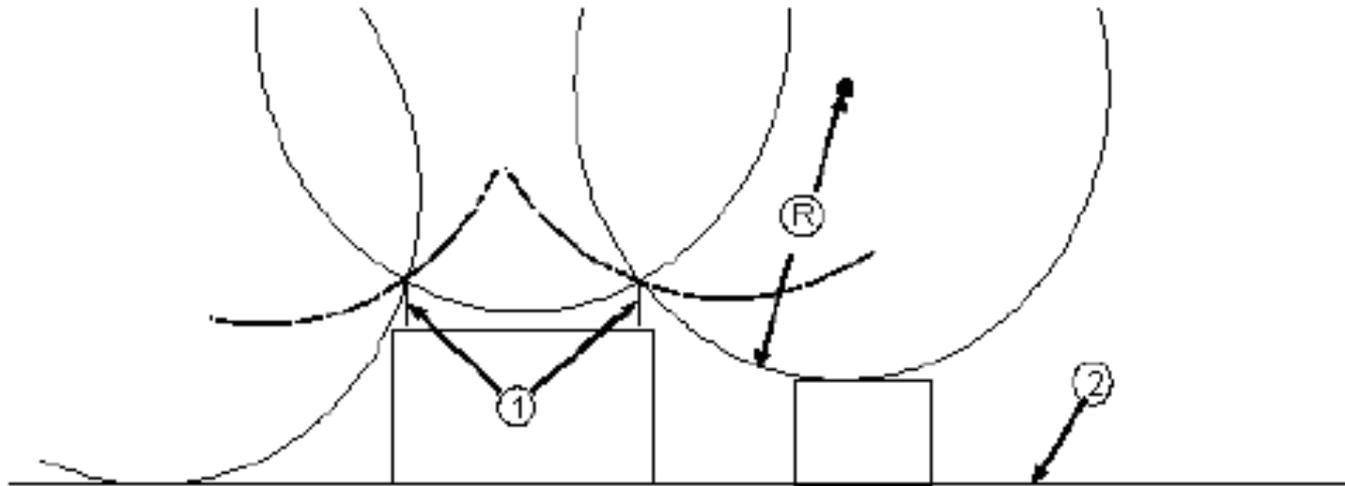
- Metode ini menggunakan finial batang tegak, konduktor atap, harus membentuk polygon tertutup.
- Poligon finial ini harus dilengkapi dengan penghantar melintang yang menghubungkan finial sehingga membentuk jaring dengan ukuran sesuai dengan tingkat proteksi, bagian logam dan instalasi harus terletak di bawah jaring.



# Metode Jaring (Mesh)



# Metode Bola Gelinding (*Rolling Sphere Method*)



notes:

- R = Rolling Wheel (lightning) radius
- 1 = Upper finial
- 2 = ground reference

Picture 1. Rolling Wheel Method

- R = Radius sambaran petir yang diasumsikan sebagai bola
- 1 = Batang finial tegak
- 2 = tanah

# Faktor Kerusakan Berdasar Penggunaan Bangunan

No.	Pengguna & Isi	Indeks A
1	Bangunan dan isinya jarang digunakan	0
2	Bangunan tempat tinggal, toko, pabrik kecil	2
3	Bangunan dan isinya cukup penting misalnya menara air, pabrik, gedung pemerintahan	2
4	Bangunan untuk umum, misalnya bioskop, sekolah, masjid, dan gereja	3
5	Instalasi gas, bensin, dan rumah sakit	5
6	Bangunan yang mudah meledak	15

# Faktor Kerusakan Berdasar Konstruksi Bangunan

No.	Konstruksi Bangunan	Indeks B
1	Seluruh bangunan terbuat dari logam (mudah menyalurkan arus listrik)	0
2	Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap logam	1
3	Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap bukan logam	2
4	Bangunan kayu dengan atap bukan logam	3

# Faktor Kerusakan Berdasar Tinggi Bangunan

No.	Tinggi Bangunan (meter)	Indeks C
1	0 sampai dengan 6	0
2	6 sampai dengan 12	2
3	12 sampai dengan 17	3
4	17 sampai dengan 25	4
5	25 sampai dengan 35	5
6	35 sampai dengan 50	6
7	50 sampai dengan 70	7
8	70 sampai dengan 100	8
9	100 sampai dengan 140	9
10	140 sampai dengan 200	10

# Faktor Kerusakan Berdasar Situasi Bangunan

No.	Situasi Bangunan	Indeks D
1	Pada tanah datar di semua ketinggian	0
2	Di kaki bukit sampai tiga per empat tinggi bukit atau di pegunungan sampai 1000 meter	1
3	Di puncak gunung atau pegunungan lebih dari 1000 meter	2

# Faktor Kerusakan Berdasar Intensitas Guntur

No.	Hari Guntur Pertahun	Indeks E
1	2	0
2	4	1
3	8	2
4	16	3
5	32	4
6	64	5
7	128	6
8	256	7

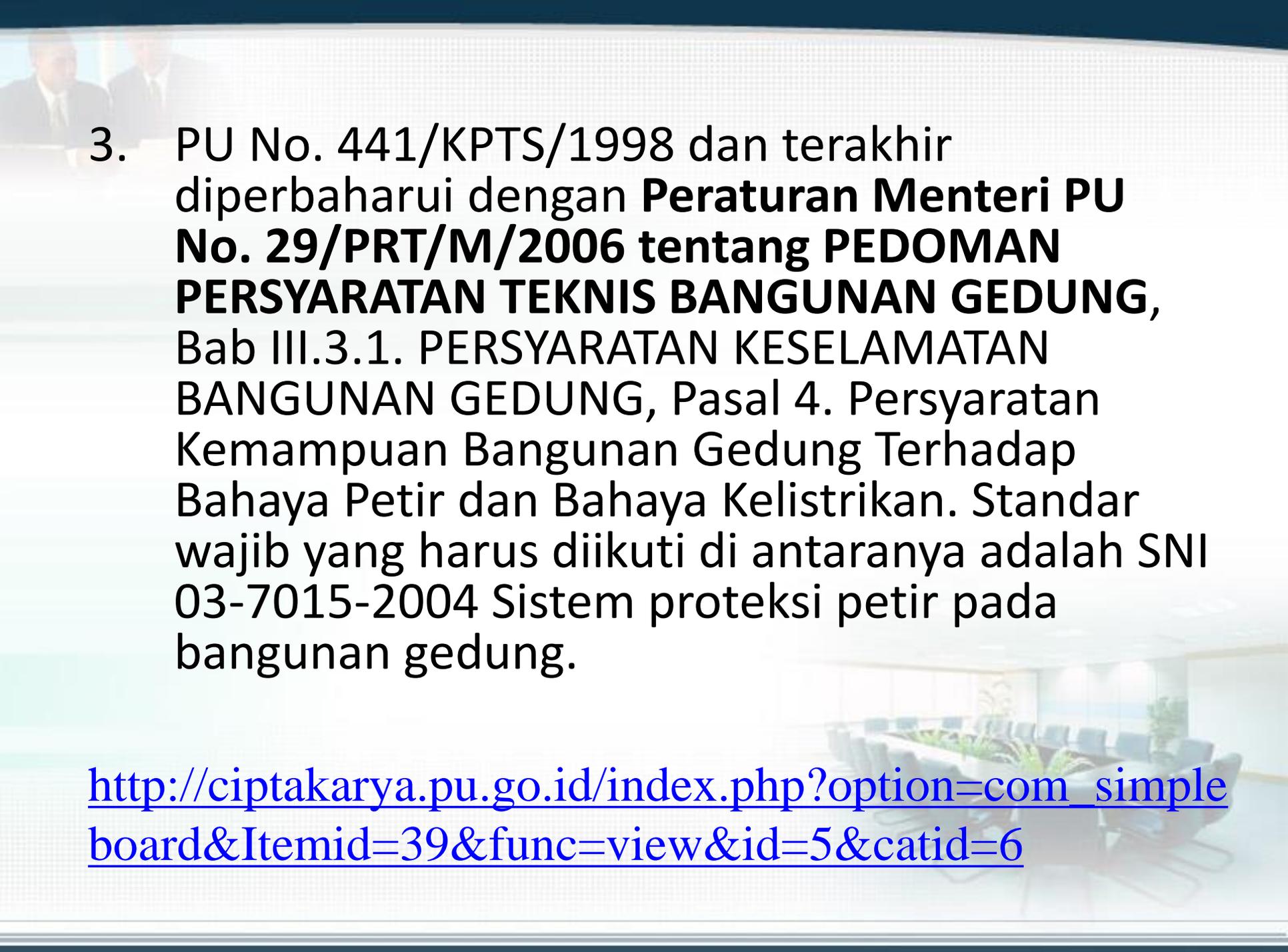
## Tabel Kebutuhan Instalasi Petir

<b>R= A+B+C+D+E</b>	<b>Perkiraan Bahaya</b>	<b>Instalasi Petir</b>
< 11	Diabaikan	Tidak Perlu
11	Kecil	Tidak Perlu Dianjurkan
12	Sedang	Agak Dianjurkan
13	Agak Besar	Dianjurkan
14	Besar	Sangat Dianjurkan
> 14	Sangat Besar	Sangat Perlu

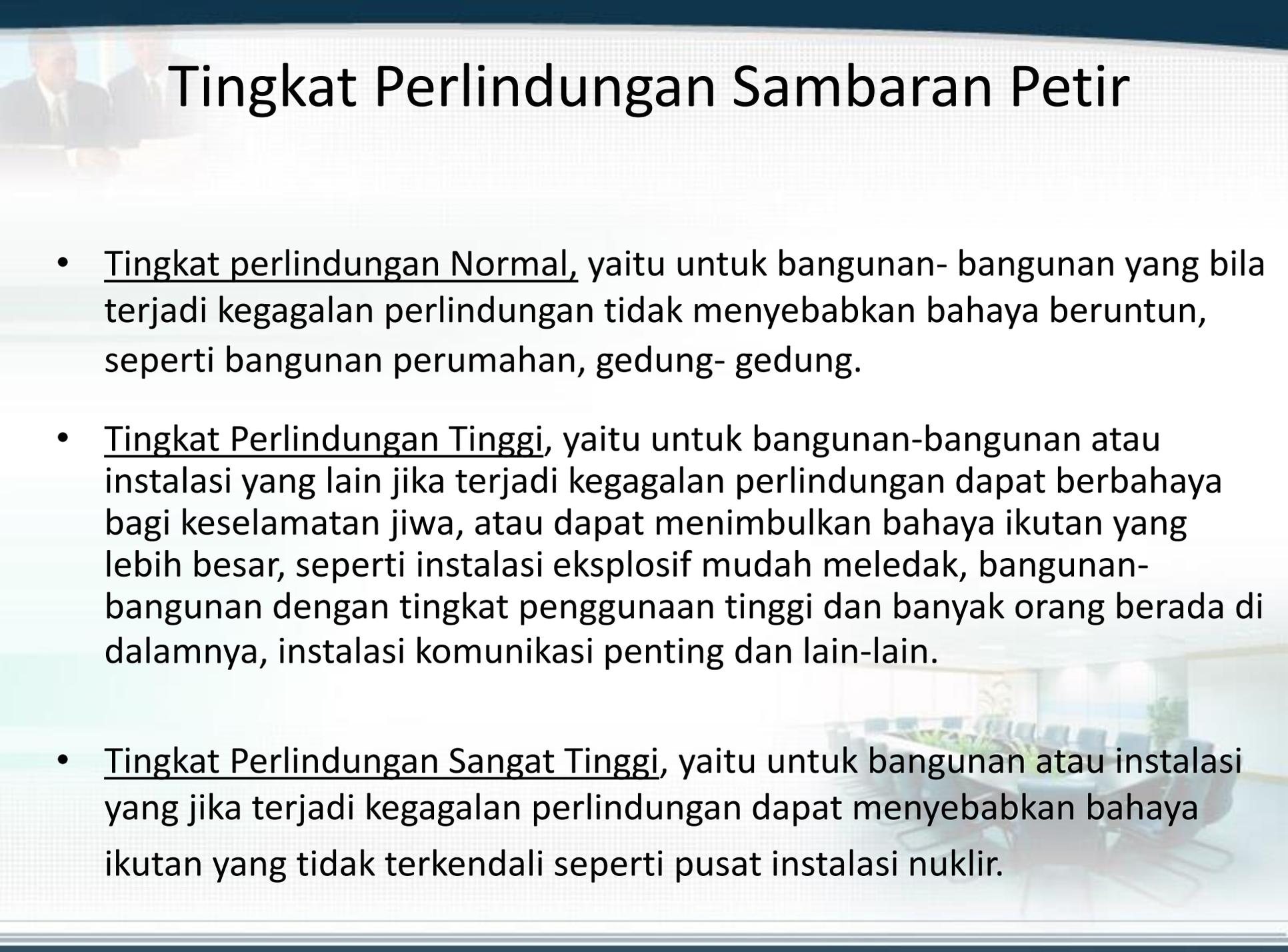
# PERATURAN STANDART BANGUNAN

2. Peraturan Pemerintah No. 36 Tahun 2005 lebih menegaskan lagi dalam Pasal 35 ayat (1) Setiap bangunan gedung yang berdasarkan letak, sifat geografis, bentuk, ketinggian, dan penggunaannya berisiko terkena sambaran petir harus dilengkapi dengan instalasi penangkal petir.



- 
3. PU No. 441/KPTS/1998 dan terakhir diperbaharui dengan **Peraturan Menteri PU No. 29/PRT/M/2006 tentang PEDOMAN PERSYARATAN TEKNIS BANGUNAN GEDUNG**, Bab III.3.1. PERSYARATAN KESELAMATAN BANGUNAN GEDUNG, Pasal 4. Persyaratan Kemampuan Bangunan Gedung Terhadap Bahaya Petir dan Bahaya Kelistrikan. Standar wajib yang harus diikuti di antaranya adalah SNI 03-7015-2004 Sistem proteksi petir pada bangunan gedung.

[http://ciptakarya.pu.go.id/index.php?option=com\\_simpleboard&Itemid=39&func=view&id=5&catid=6](http://ciptakarya.pu.go.id/index.php?option=com_simpleboard&Itemid=39&func=view&id=5&catid=6)



# Tingkat Perlindungan Sambaran Petir

- Tingkat perlindungan Normal, yaitu untuk bangunan- bangunan yang bila terjadi kegagalan perlindungan tidak menyebabkan bahaya beruntun, seperti bangunan perumahan, gedung- gedung.
- Tingkat Perlindungan Tinggi, yaitu untuk bangunan-bangunan atau instalasi yang lain jika terjadi kegagalan perlindungan dapat berbahaya bagi keselamatan jiwa, atau dapat menimbulkan bahaya ikutan yang lebih besar, seperti instalasi eksplosif mudah meledak, bangunan-bangunan dengan tingkat penggunaan tinggi dan banyak orang berada di dalamnya, instalasi komunikasi penting dan lain-lain.
- Tingkat Perlindungan Sangat Tinggi, yaitu untuk bangunan atau instalasi yang jika terjadi kegagalan perlindungan dapat menyebabkan bahaya ikutan yang tidak terkendali seperti pusat instalasi nuklir.



# SISTEM PROTEKSI SAMBARAN PETIR

## 1. Proteksi External

Yang disebut Proteksi External adalah instalasi dan alat-alat di luar sebuah struktur untuk menangkap dan menghantar arus petir ke sistem pembumian atau berfungsi sebagai ujung tombak penangkap muatan listrik/ arus petir di tempat tertinggi. Proteksi External yang baik terdiri atas:

- Finial Penangkap Petir atau Interseptor.
- Down Conductor.



# Finial Penangkap Petir

- Finial Penangkap Petir atau Interseptor

Susunan finial penangkal petir dapat berupa Finial Batang Tegak;

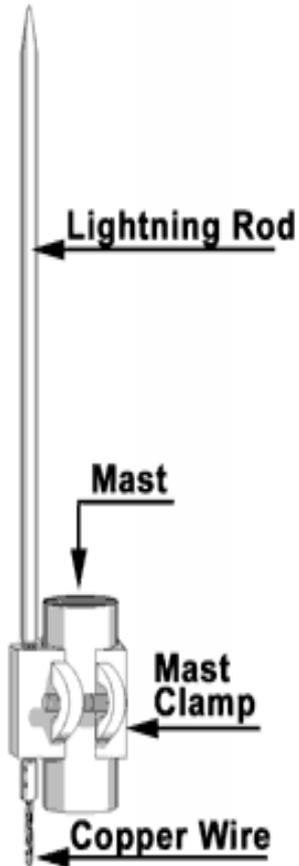
Susunan Finial Mendatar dan Finial-finial lain dengan memanfaatkan benda logam yang terpasang di atas bangunan seperti atap logam, menara logam, dll.

Tingkat perlindungan yang diinginkan menentukan susunan dan jumlah finial, dimensi dan jenis bahan finial serta konstruksinya dan semua ini secara besaran arus petir ditentukan oleh tingginya Arus Puncak Petir (I) dan Muatan Arus Petir (Q).



# Finial Penangkap Petir

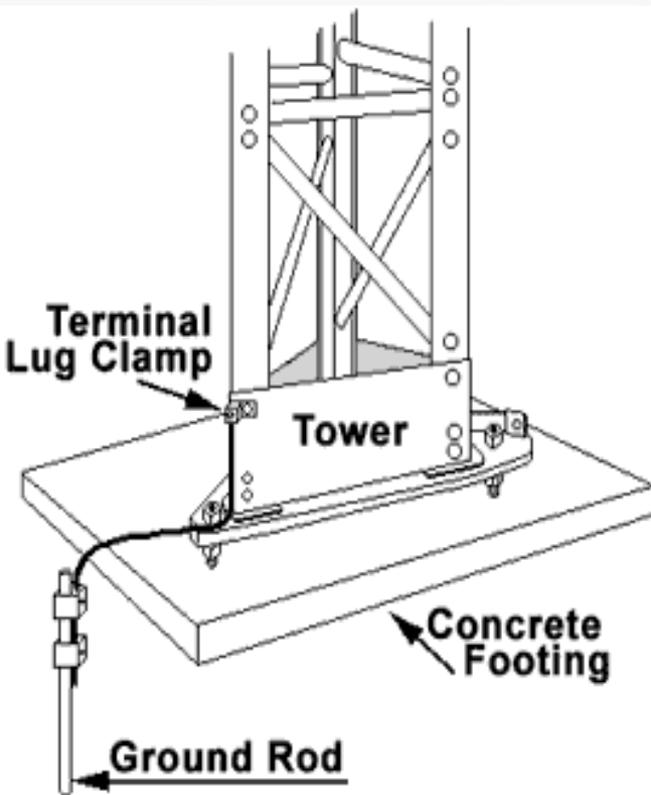
Finial batang tegak biasa digunakan untuk bangunan atap runcing, menara telekomunikasi, dll. Finial mendatar biasa digunakan pada bangunan atap datar dengan menggunakan penghantar yang dipasang mendatar, dengan menggunakan atap bangunan atau atap tanki suatu kilang minyak.



# Down Conductor

- Down Conductor

Arus sambaran petir yang mengenai finial harus secara cepat dialirkan ke tanah dengan pengadaan sistem penyaluran arus petir melalui jalan terpendek. Dimensi atau luas penampang, jumlah dan rute penghantar ditentukan oleh kuadrat arus impuls sesuai dengan tingkat perlindungan yang ditentukan serta tingginya arus puncak petir.



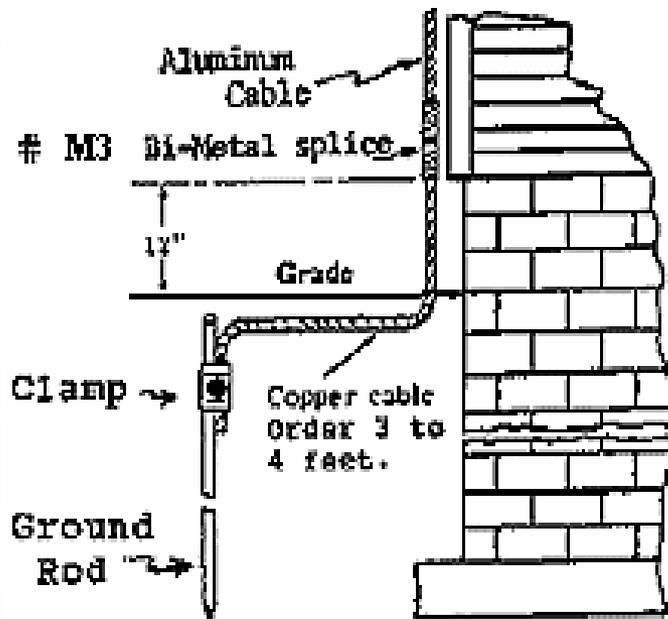
# Pentanahan

## 2. Proteksi

### Pembumian/Pentanahan

Bagian terpenting dalam instalasi sistem penangkal petir adalah sistem pembumiannya. Kesulitan pada sistem pembumian biasanya karena berbagai macam jenis tanah. Hal ini dapat diatasi dengan menghubungkan semua metal (*Equipotensialisasi*) dengan elektrode tunggal yang ke bumi

Aluminum Grounding Detail



Order # M3 Bi-metal Splicer





# Proteksi Internal

## 3. Proteksi Internal

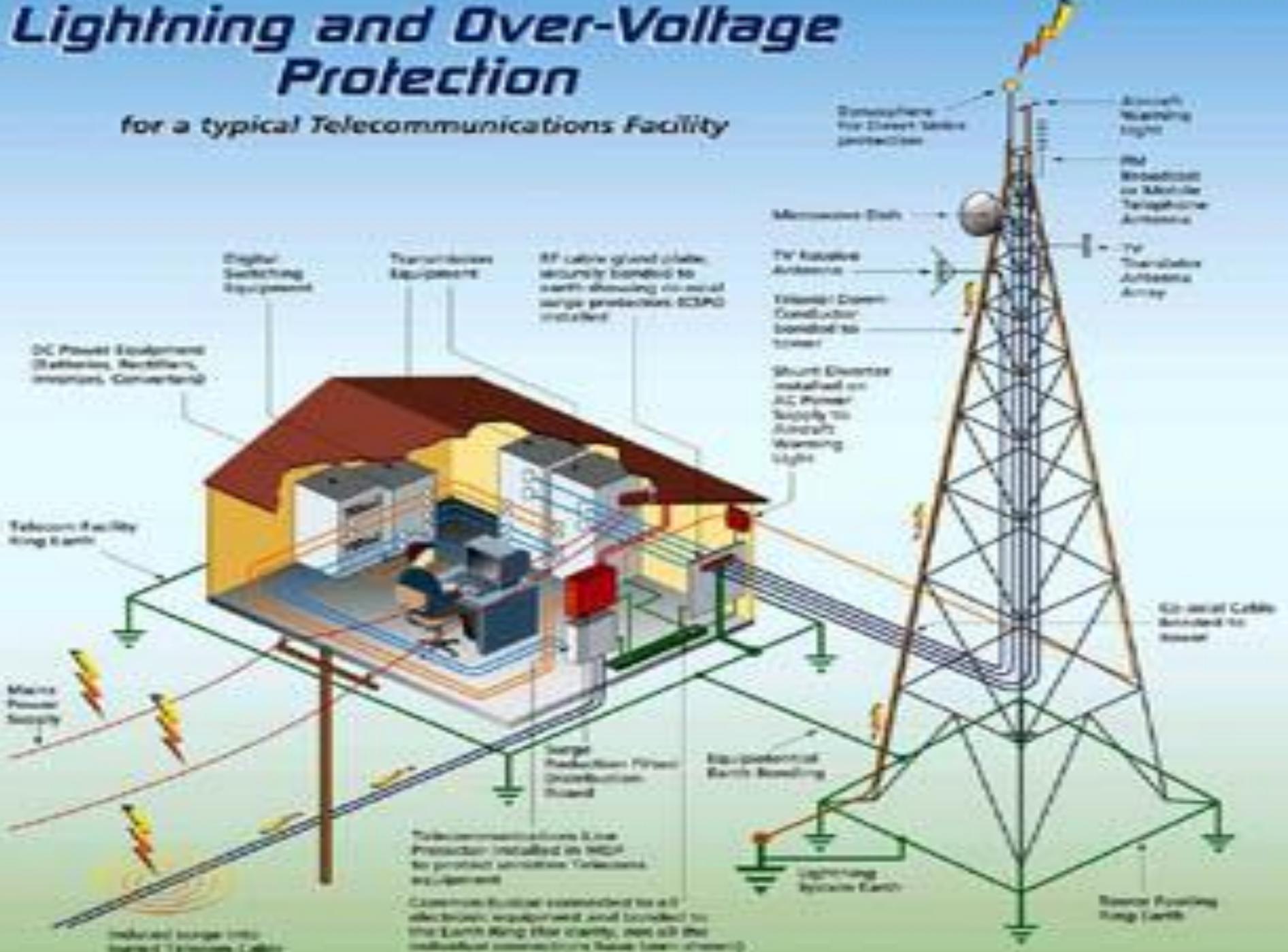
Proteksi Internal berarti proteksi peralatan elektronik terhadap efek dari arus petir.

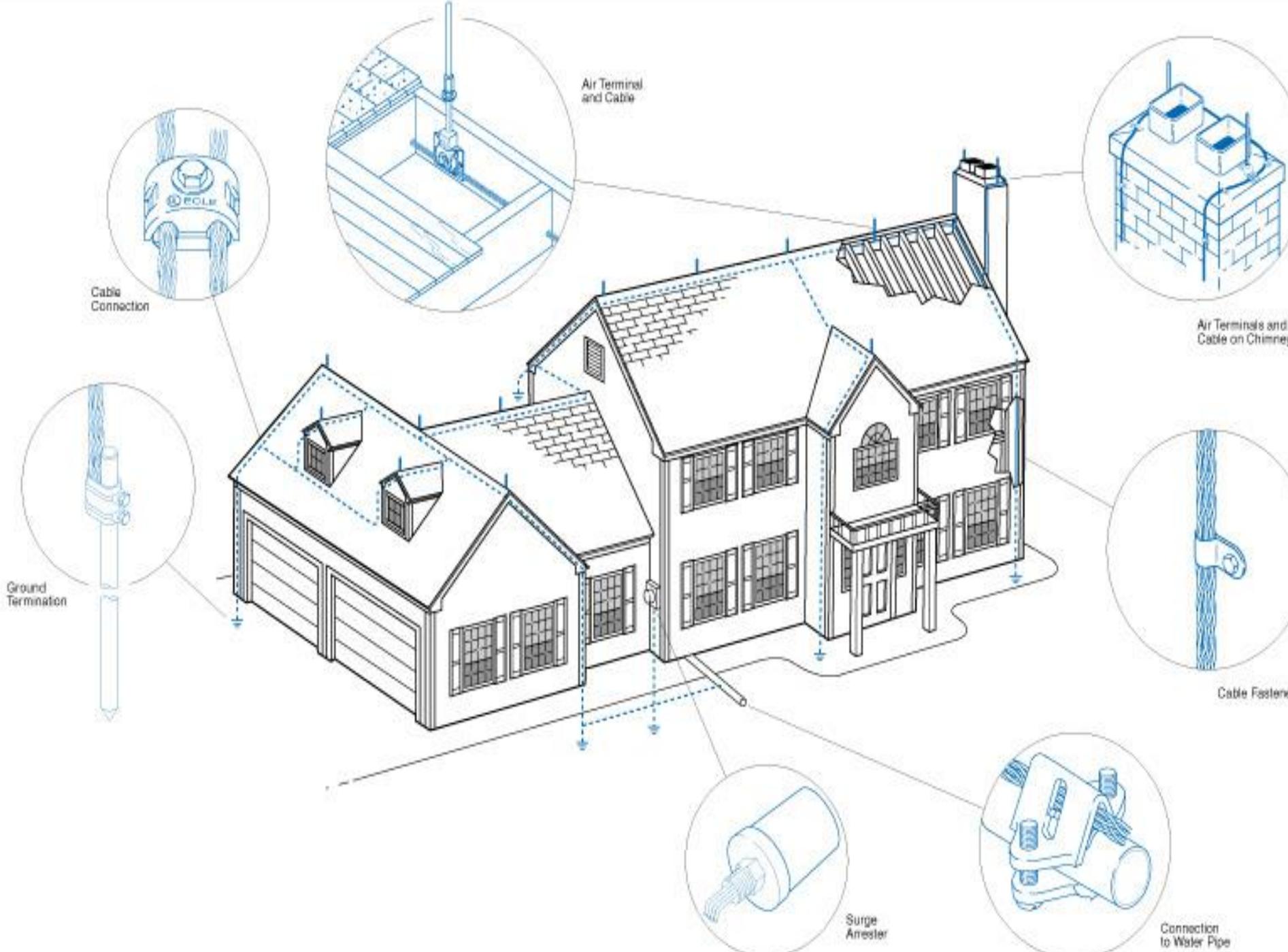
Terutama efek medan magnet dan medan listrik pada instalasi metal atau sistem listrik.



# Lightning and Over-Voltage Protection

for a typical Telecommunications Facility





Air Terminal and Cable

Air Terminals and Cable on Chimney

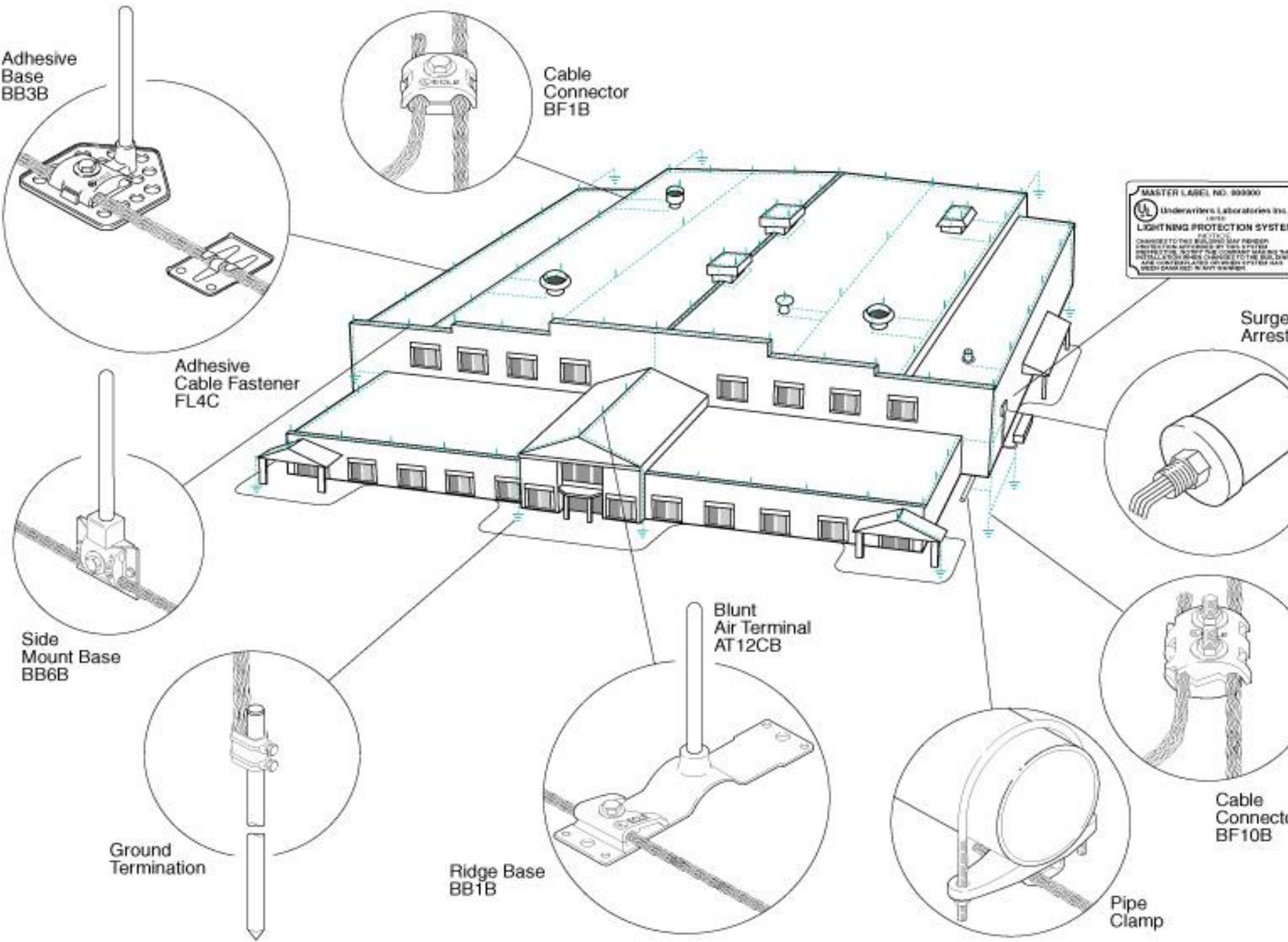
Cable Connection

Ground Termination

Cable Fastener

Surge Arrester

Connection to Water Pipe



Adhesive Base  
BB3B

Cable Connector  
BF1B

Adhesive Cable Fastener  
FL4C

Side Mount Base  
BB6B

Ground Termination

Ridge Base  
BB1B

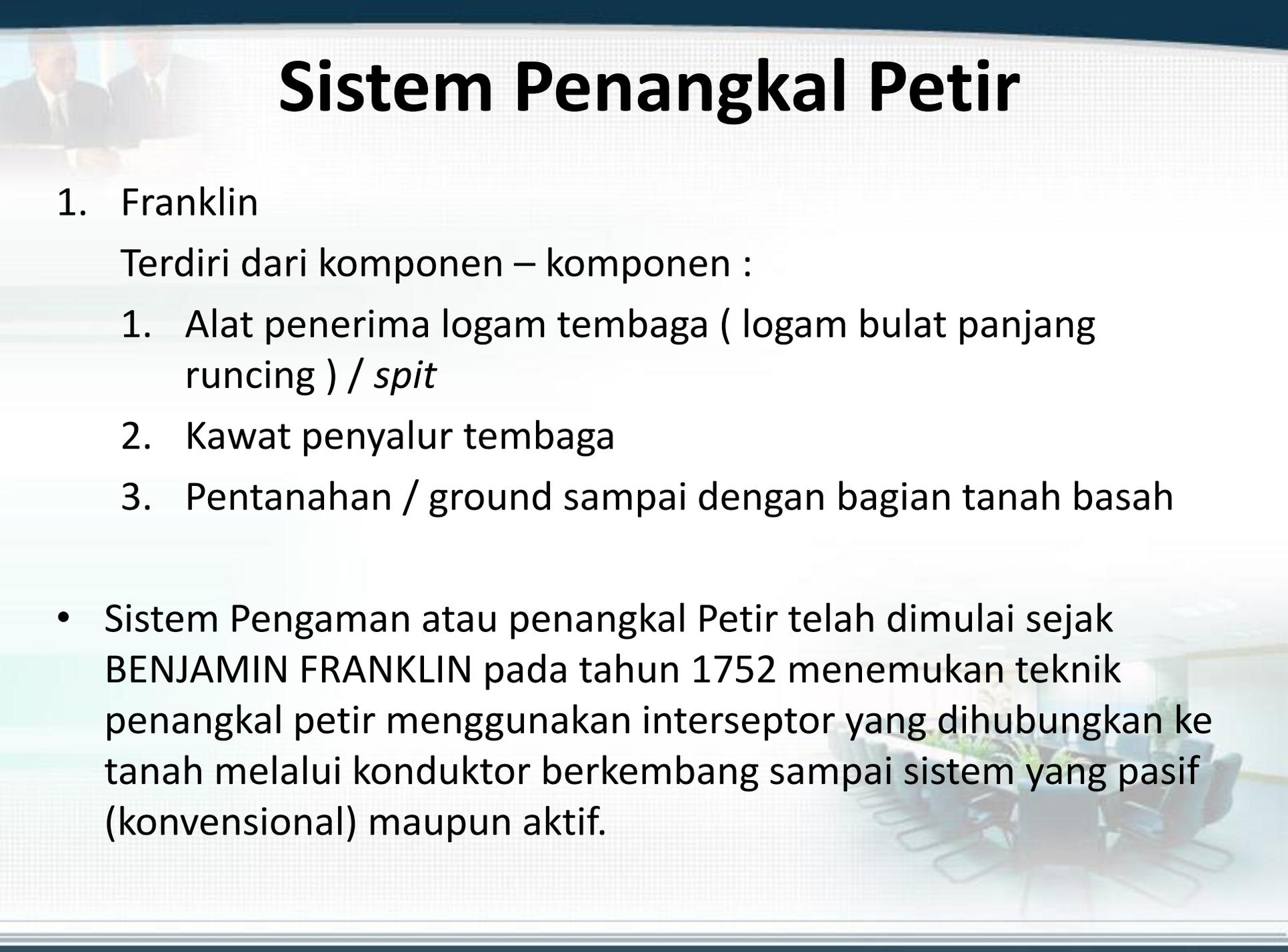
Blunt Air Terminal  
AT12CB

MASTER LABEL NO. 809900  
 Underwriters Laboratories Inc. -  
 LISTED  
**LIGHTNING PROTECTION SYSTEM**  
 PRACTICE  
 CONFORMS TO THE 2017 NFPA 780  
 STANDARD FOR THE PROTECTION OF  
 BUILDINGS, STRUCTURES AND  
 POWER LINES FROM LIGHTNING  
 DAMAGE. SEE UL LISTING FOR  
 FULL LISTING INFORMATION.

Surge Arrester

Cable Connector  
BF10B

Pipe Clamp



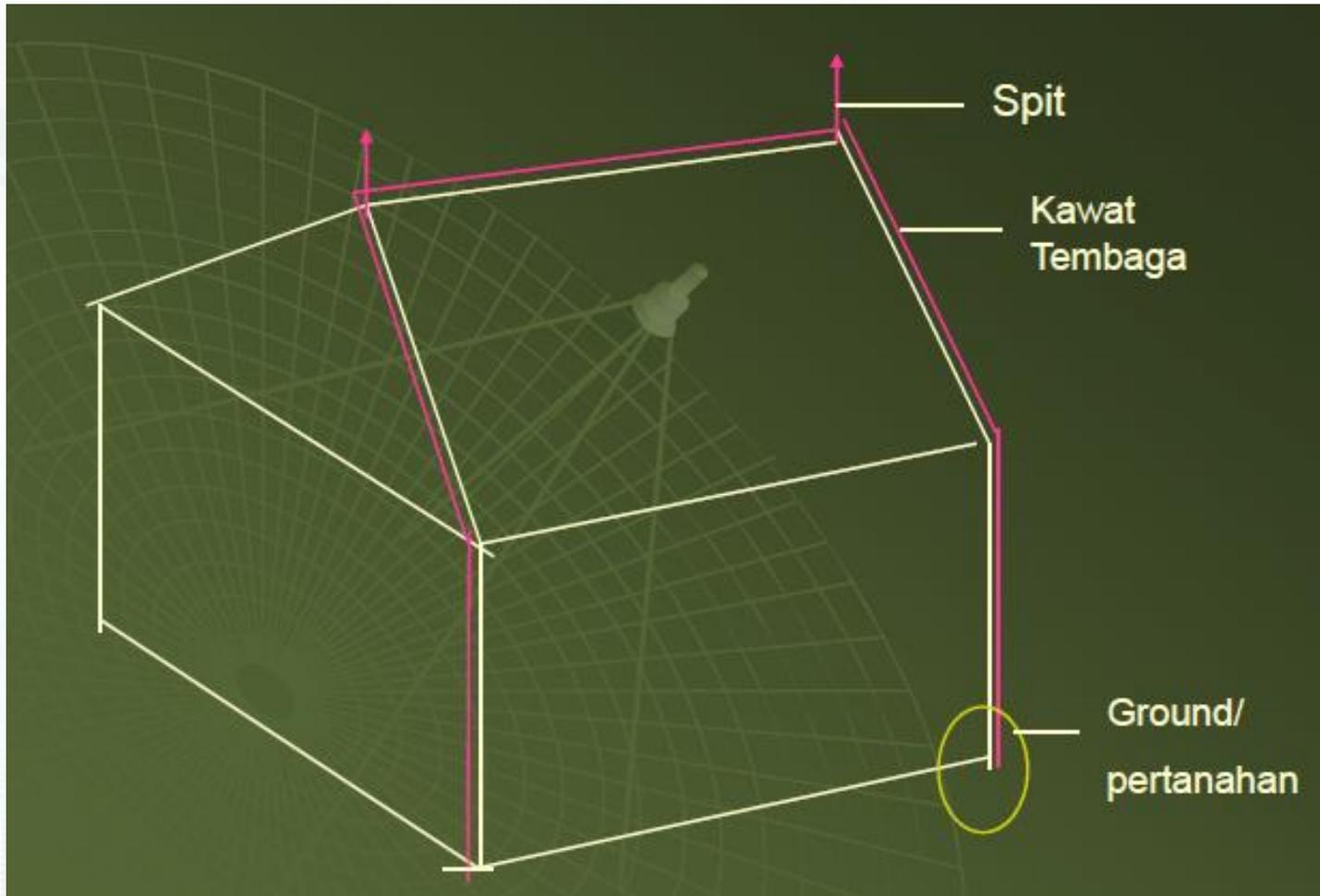
# Sistem Penangkal Petir

## 1. Franklin

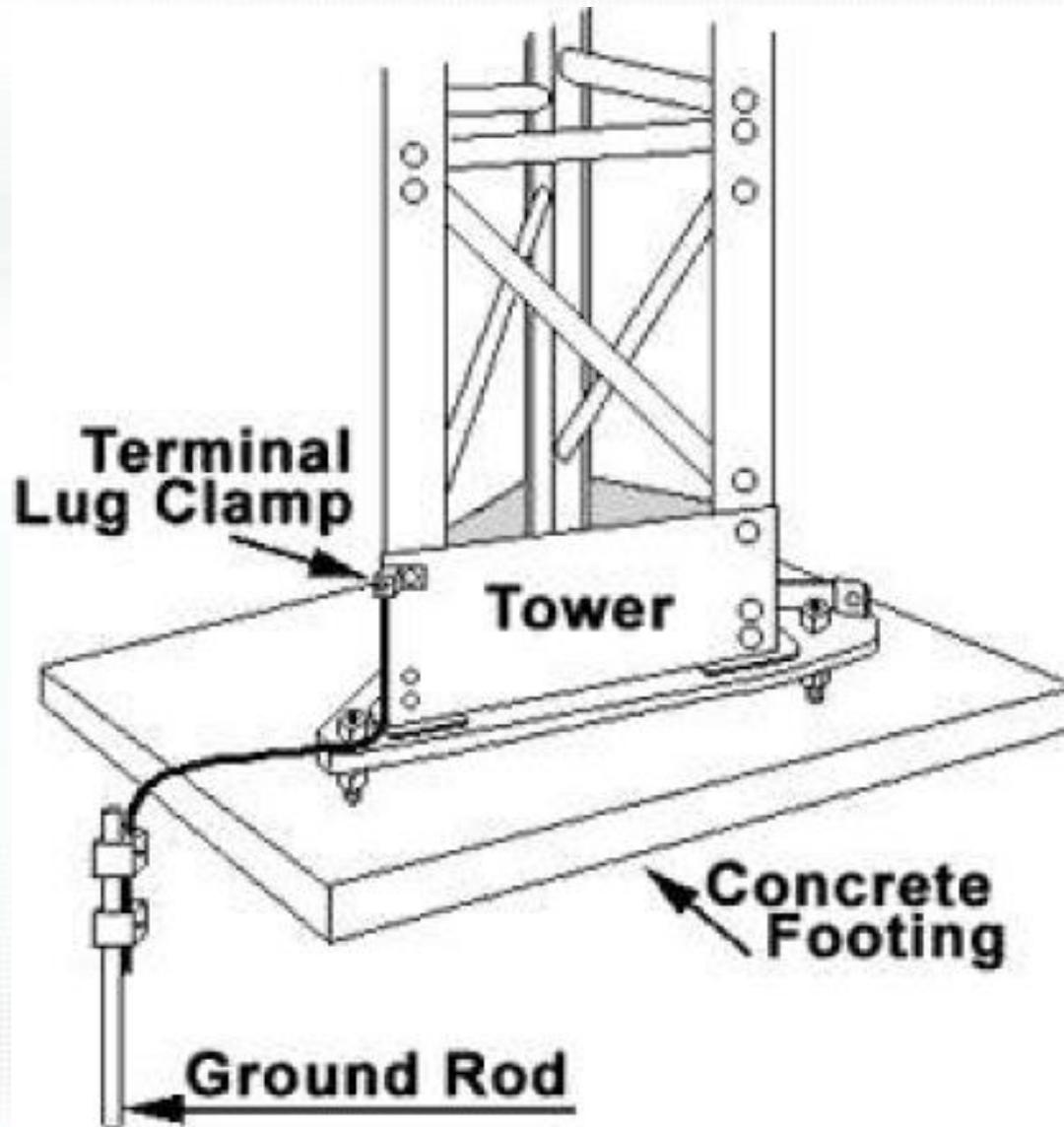
Terdiri dari komponen – komponen :

1. Alat penerima logam tembaga ( logam bulat panjang runcing ) / *spit*
  2. Kawat penyalur tembaga
  3. Pentanahan / ground sampai dengan bagian tanah basah
- Sistem Pengaman atau penangkal Petir telah dimulai sejak BENJAMIN FRANKLIN pada tahun 1752 menemukan teknik penangkal petir menggunakan interseptor yang dihubungkan ke tanah melalui konduktor berkembang sampai sistem yang pasif (konvensional) maupun aktif.

# Sistem Penangkal Petir

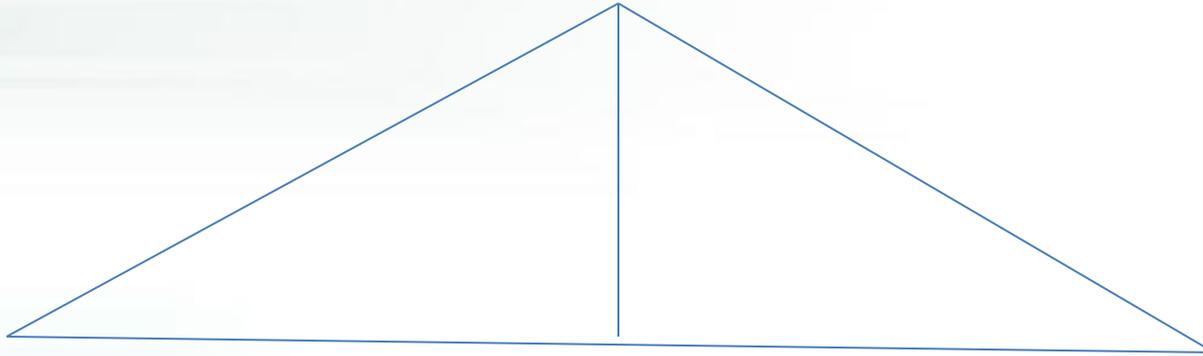


# Model Ground Pada Tower



# Model Franklin

- Type ini memberikan perlindungan dengan sudut  $112^{\circ}$



- Penerapan system penangkal petir Franklin ***State House, Maryland***
- ***Menara Soedirman Terletak di jalan Soedirman*** berdiri sejak tahun 1987 memiliki 20 lantai



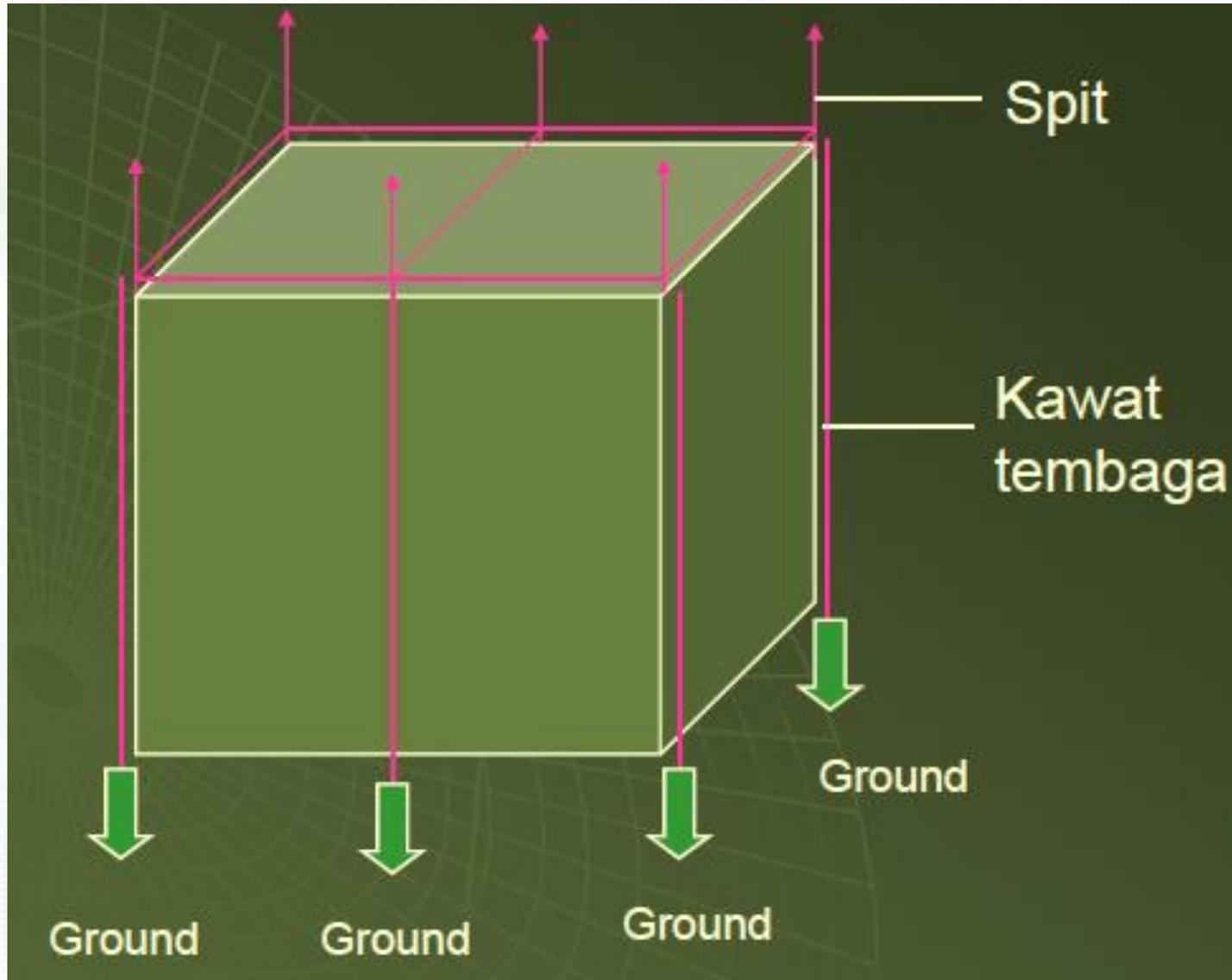
# Model Sangkar Burung Faraday

Sistem proteksi petir model ini terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut :

- Alat penerima logam tembaga (logam bulat panjang runcing ) / *spit*
- Kawat penyalur tembaga
- Pentanahan / ground sampai dengan bagian tanah basah



# Model Sangkar Burung Faraday



# Contoh Sangkar Burung Faraday



# Contoh Sangkar Burung Faraday





# Model Radio Aktif

Sistem Proteksi Petir Model Radio Aktif terdiri dari :

## Electrode

Udara disekeliling electrode akan diionisasi akibat pancaran partikel alpa dari isotop .

Elektrode akan terus menerus menciptakan arus ion (Min  $10^8$  ion/det)



# Model Radio Aktif

## b. Kabel Coaxial

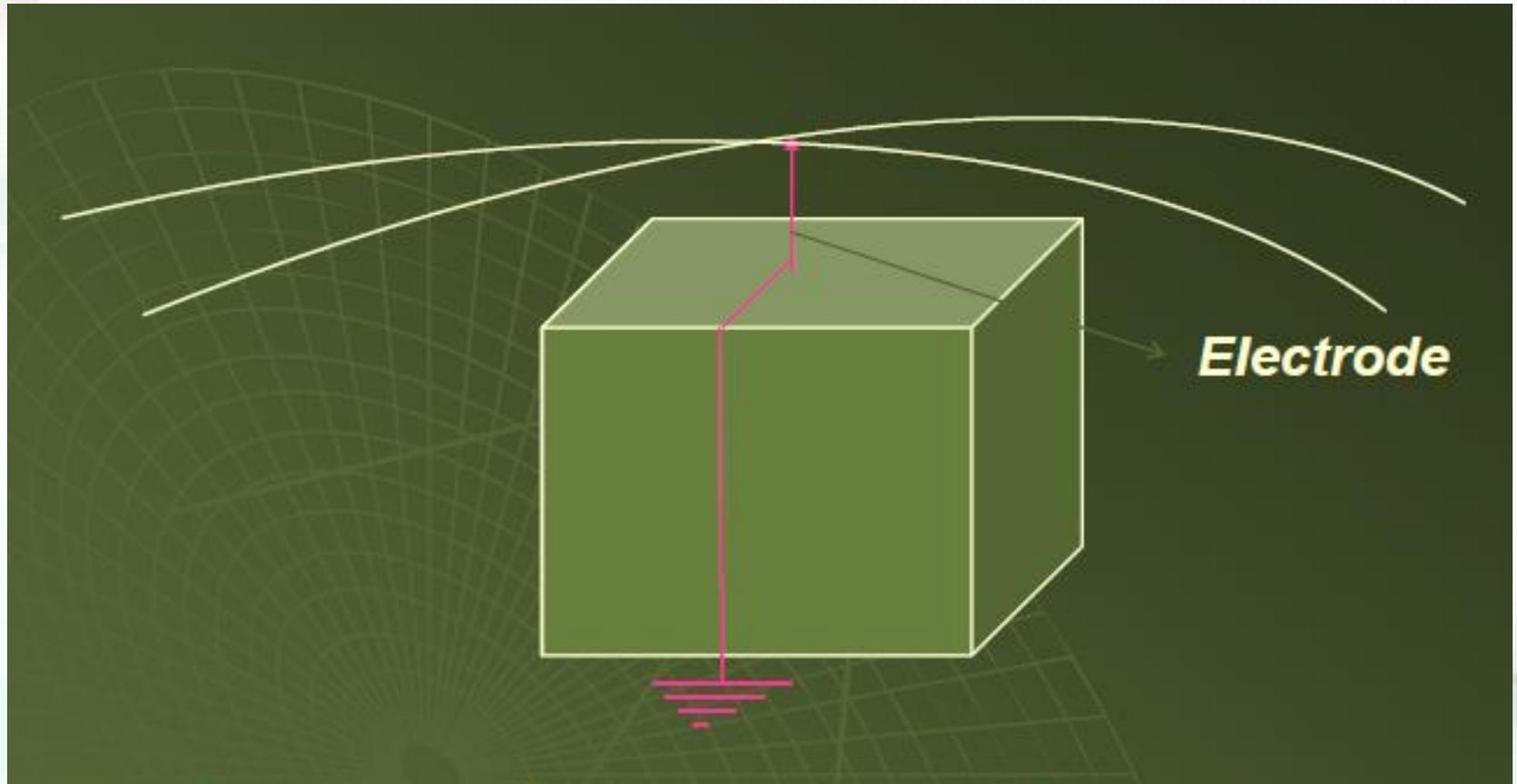
- Untuk menghindari kerusakan akibat muatan listrik yang besar akibat petir, maka Coaxial kabel diberi isolasi sehingga benda-benda disekitarnya aman.

## c. Pentanahan

- Perlu test geografis dari pentanahan.
- Tahanan bumi max yang terbaik = 5 ohm



# Model Radio Aktif



**Pada saat petir mengenai electrode  
maka muatan negatif akan menetralkan  
muatan**

# EF (Electrostatic Field)

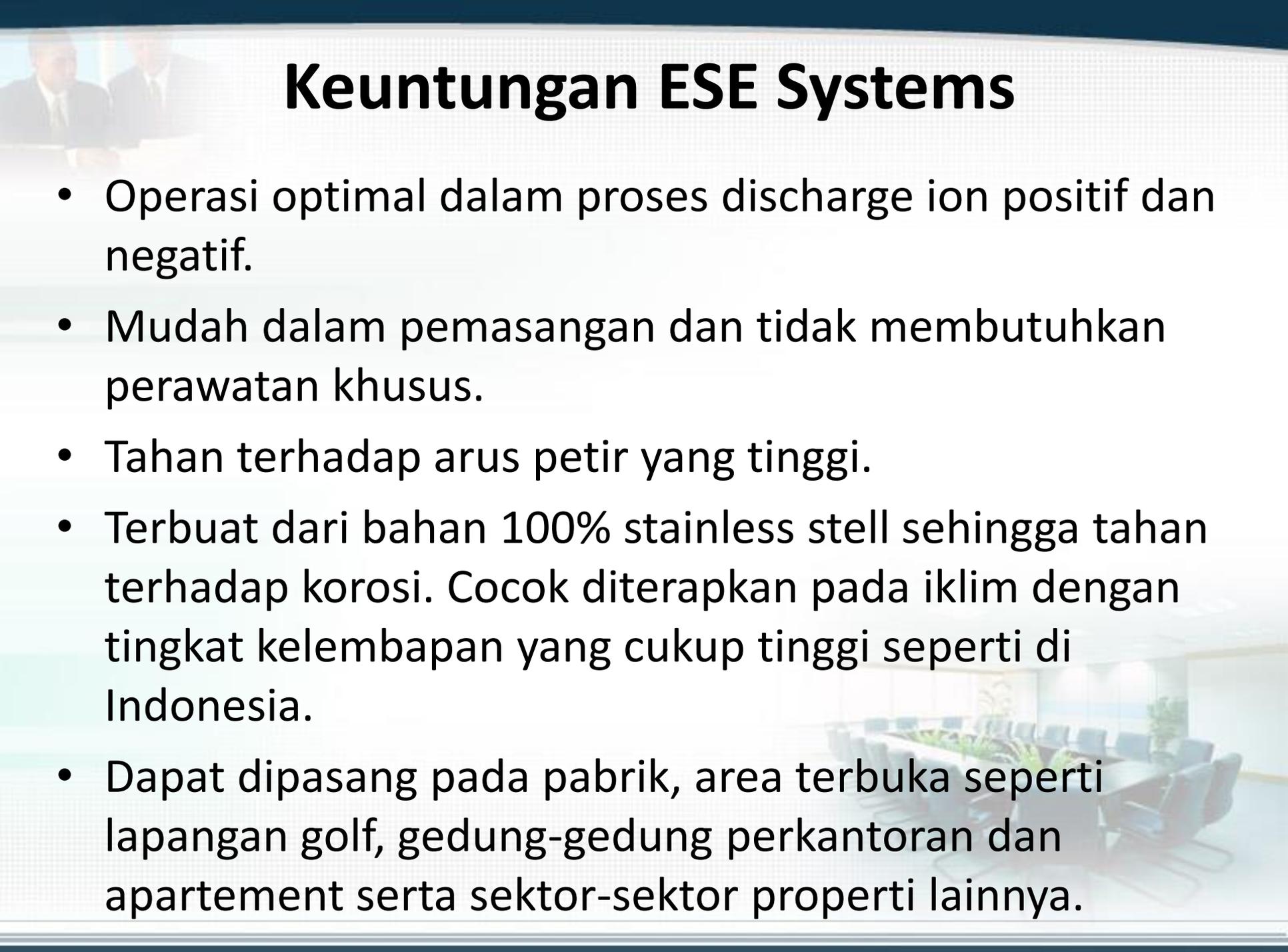
- **EF (Electrostatic Field)** merupakan **SPP** yang sekarang ini **banyak digunakan**
- Ada 3 prinsip penting yang dimiliki penangkal petir moderen elektrostatik
- Penyaluran arus yang sangat kedap atau tertutup dari sekitar dengan menggunakan terminal penerima dan kabel pengantar khusus yang bersifat isolasi tinggi.
- Menciptakan elektron bebas awal yang besar sebagai streamer emission pada bagian puncak.
- Sistem penangkal petir ini terbagi dalam 2 yaitu **EF Terminal yang diletakkan dipuncak bangunan sebagai penangkal petir** dan **EF Carrier (kabel Penghantar )** yang masuk kedalam tanah. Penggabungan electrostatic terminal dan *electrostatic carrier yang* memiliki isolasi tenggangan tinggi penangkal petir.

# Keuntungan EF (Electrostatic Field)

- Non radioaktif
- Mampu menerima sambaran petir hingga 150 kA
- Tidak menggunakan radio elemen , baterai atau solar sel
- Mengantisipasi secara dini sambaran petir dengan aktif
- Memberikan efek radius proteksi yang cukup luas

# ESE (Early Streamer Emission)

- Perlu diketahui bahwa dalam pemasangan penangkal petir ini tidak teralu rumit dan kabel penghantar yang turun ke ground cukup 1 titik saja, sehingga induksi yang terjadi di struktur bangunan semakin kecil kemungkinannya.
- Sistem kerja penangkal petir dengan model ini adalah berusaha untuk menarik lidah petir dari awan, dimana penangkal petir akan menciptakan kondisi yang lebih positif dibanding sekelilingnya (bangunan, pohon, dll) sehingga luncuran dari awan akan menuju ke penangkal petir tersebut bukan ke bangunan atau pohon disekitarnya.



# Keuntungan ESE Systems

- Operasi optimal dalam proses discharge ion positif dan negatif.
- Mudah dalam pemasangan dan tidak membutuhkan perawatan khusus.
- Tahan terhadap arus petir yang tinggi.
- Terbuat dari bahan 100% stainless steel sehingga tahan terhadap korosi. Cocok diterapkan pada iklim dengan tingkat kelembapan yang cukup tinggi seperti di Indonesia.
- Dapat dipasang pada pabrik, area terbuka seperti lapangan golf, gedung-gedung perkantoran dan apartement serta sektor-sektor properti lainnya.

# Contoh ESE



# Contoh ESE

