



UTAMAKAN KESELAMATAN
DAN KESEHATAN KERJA

Persyaratan K3 Instalasi penyalur Petir

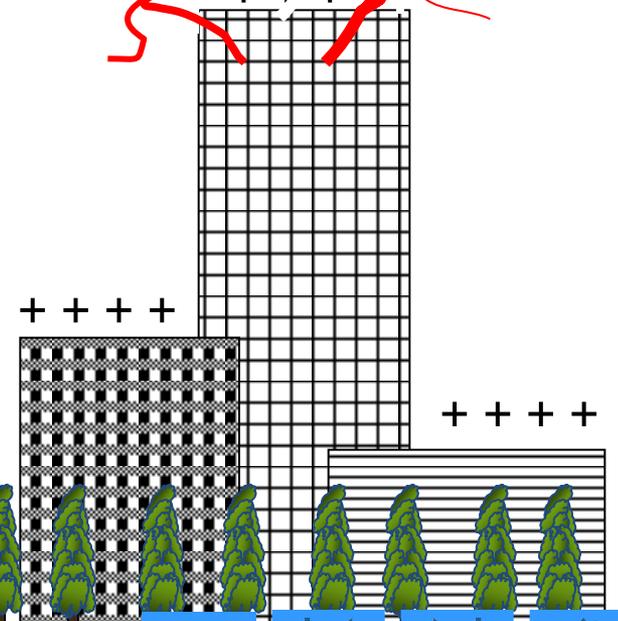
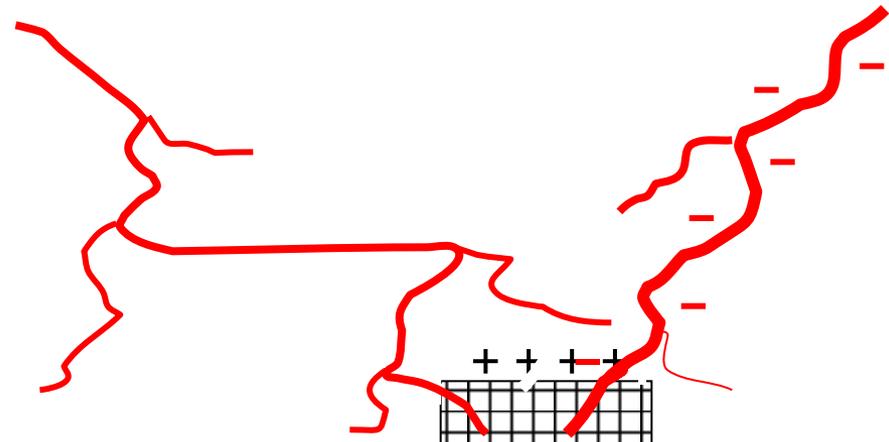
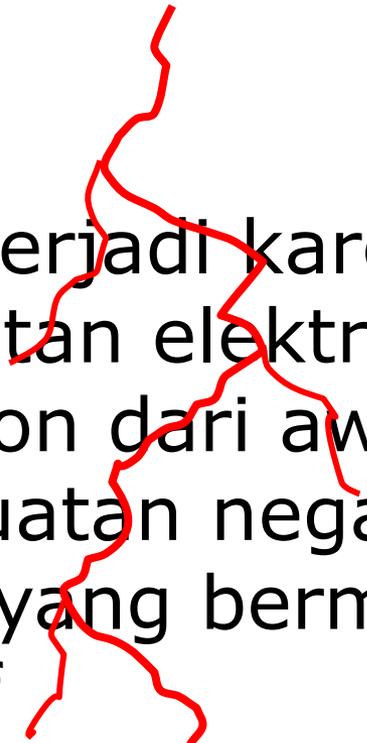
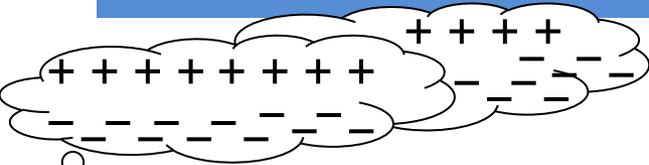
1. Fenomena Terjadinya Petir

- 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.



Fenomena Terjadinya Petir

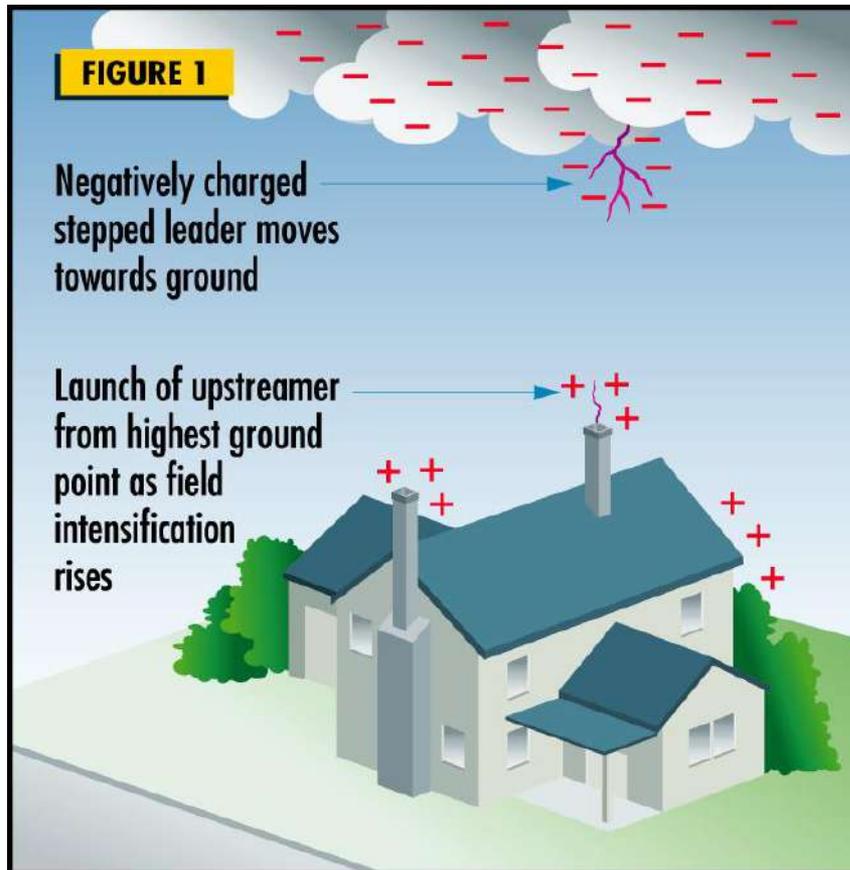
Petir terjadi karena lompatan elektron-elektron dari awan bermuatan negatif ke Bumi yang bermuatan positif



awal

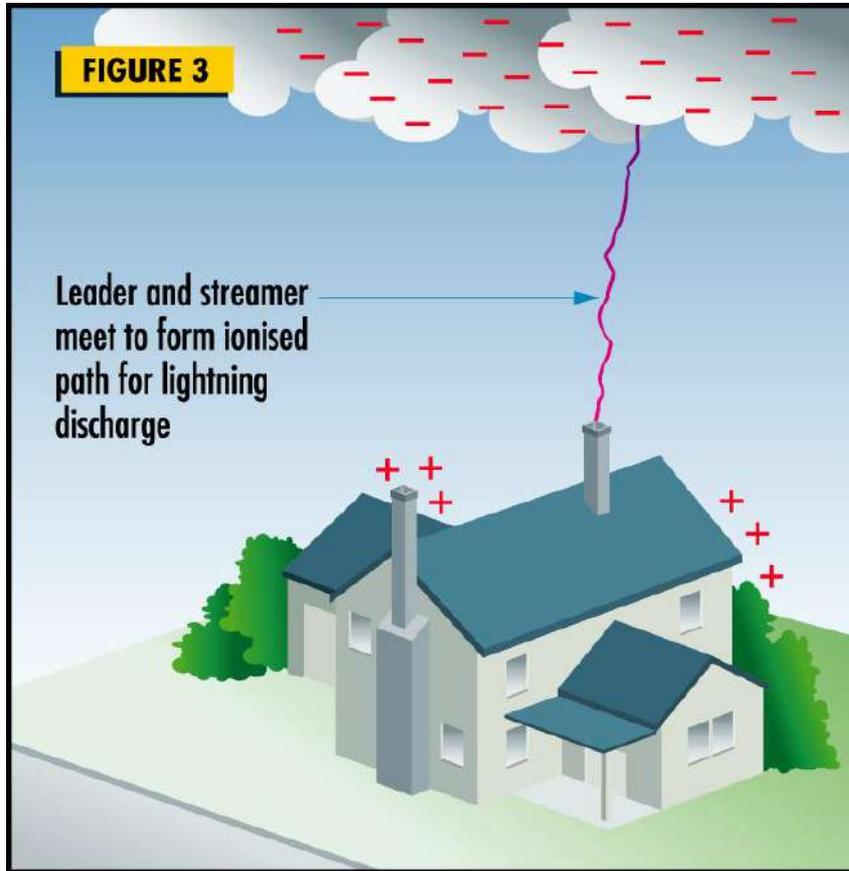


Fenomena Terjadinya Petir



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

Fenomena Terjadinya Petir



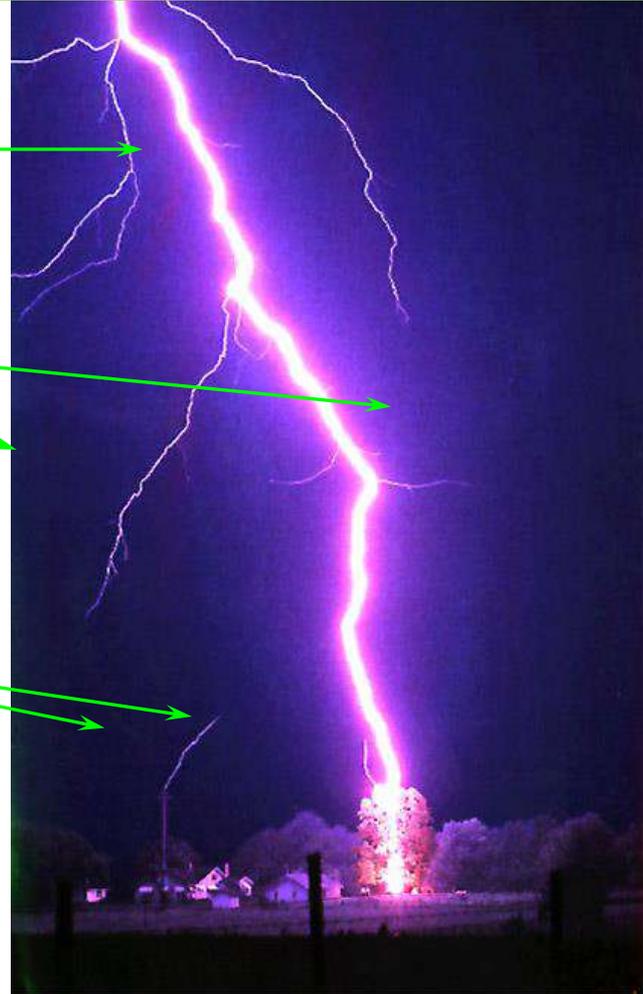
- Streamer dan stepleader bertemu
- Terbentuk kanal
- Potential sama
- Tampak Sambaran petir

2. Karakteristik Gelombang Petir

Main Discharge

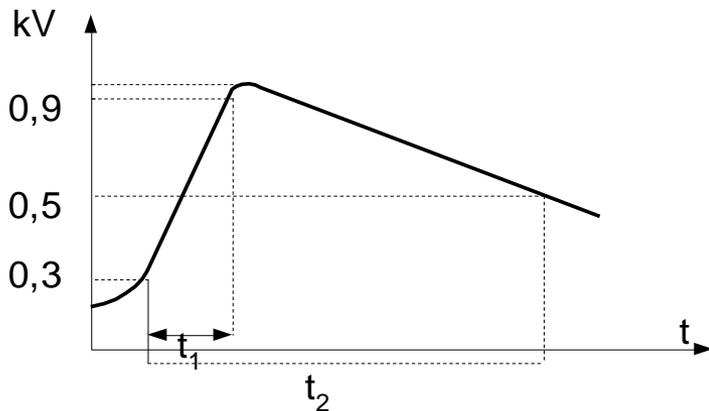
Step Leaders

Streamers



National Geographic July 1993

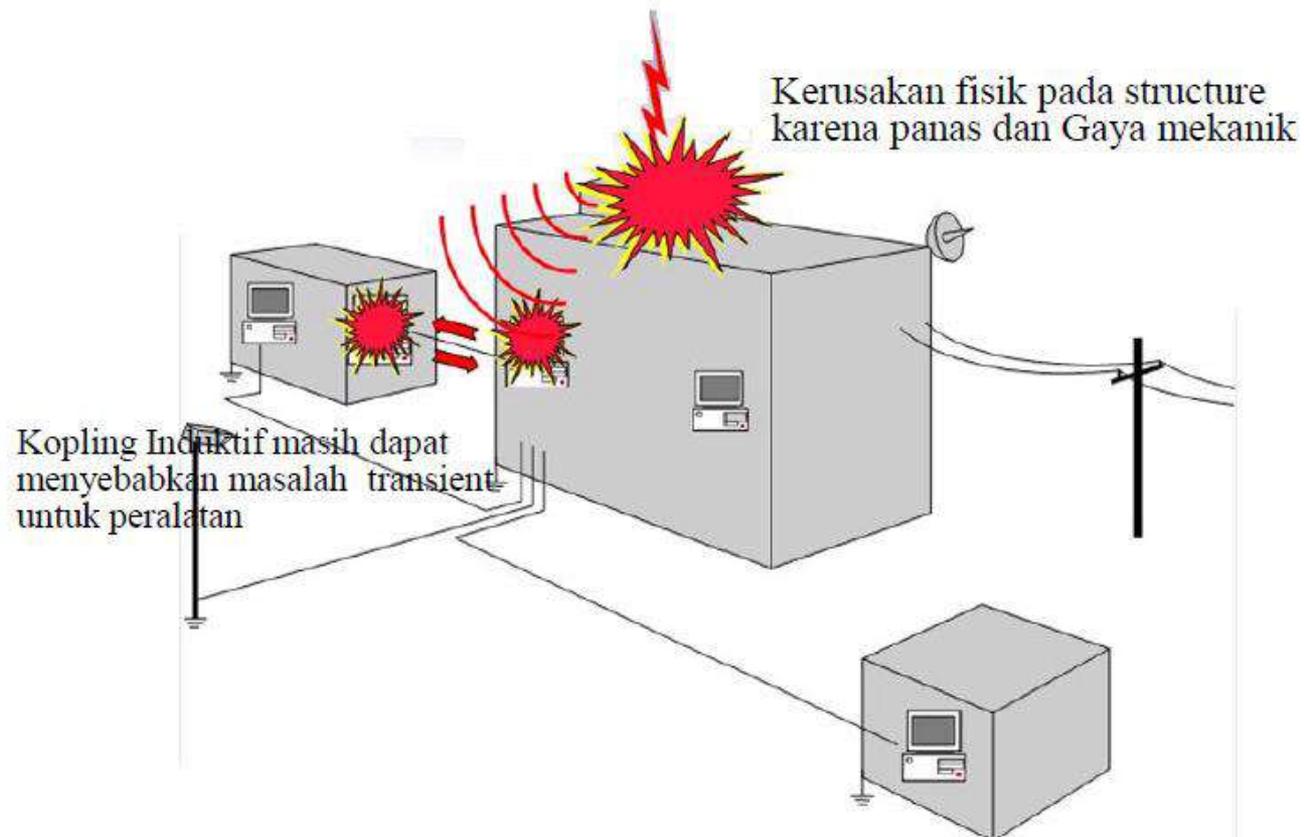
2. Karakteristik Gelombang Petir



- t_1 berharga 1 s/d 10 μ det.
- t_2 berharga 10 s/d 100 μ 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

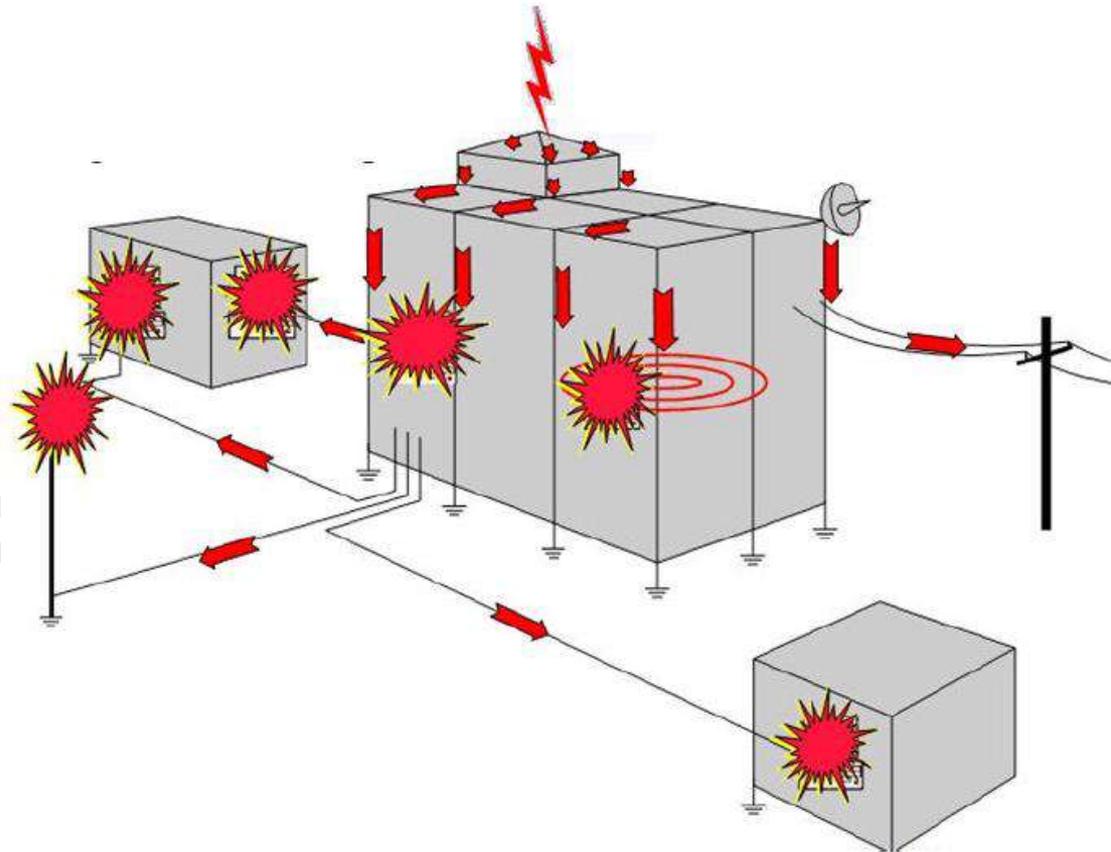
3. Bahaya Sambaran Petir

- Sambaran Langsung pada bangunan tanpa Proteksi Petir



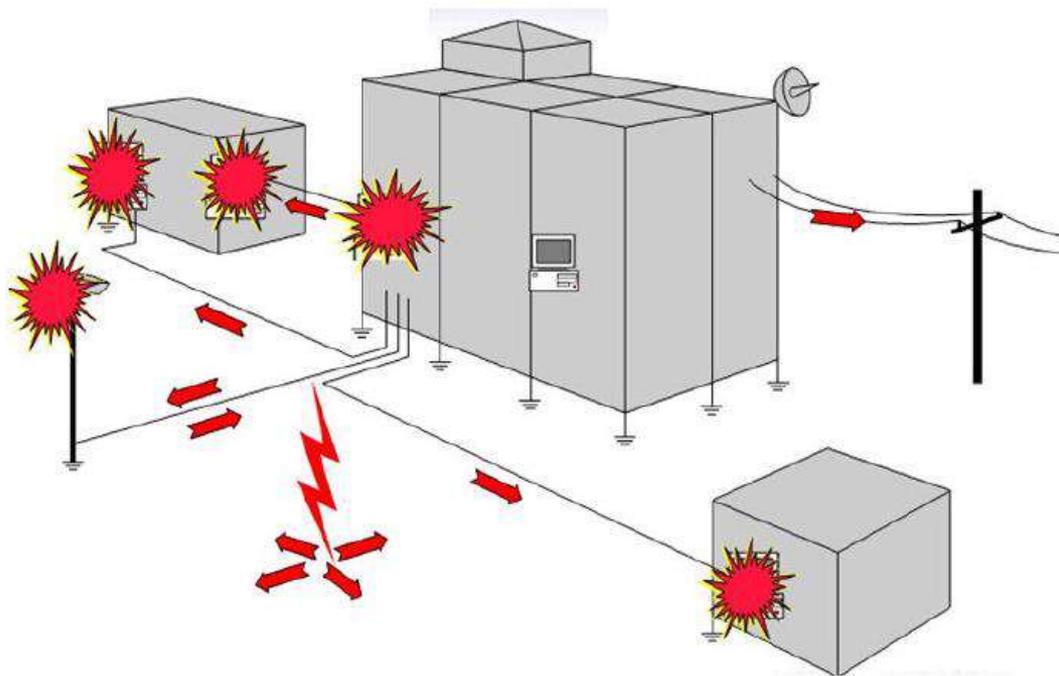
3. Bahaya Sambaran Petir

- Sistem Proteksi Petir menyediakan jalur dengan resistansi rendah
- Sambaran petir memiliki energi yang tinggi
- Bangunan aman, Peralatan mengalami potensi kerusakan
- Pasang proteksi Transien pada semua saluran masuk ke bangunan dan peralatan kritis pada bangunan



3. Bahaya Sambaran Petir

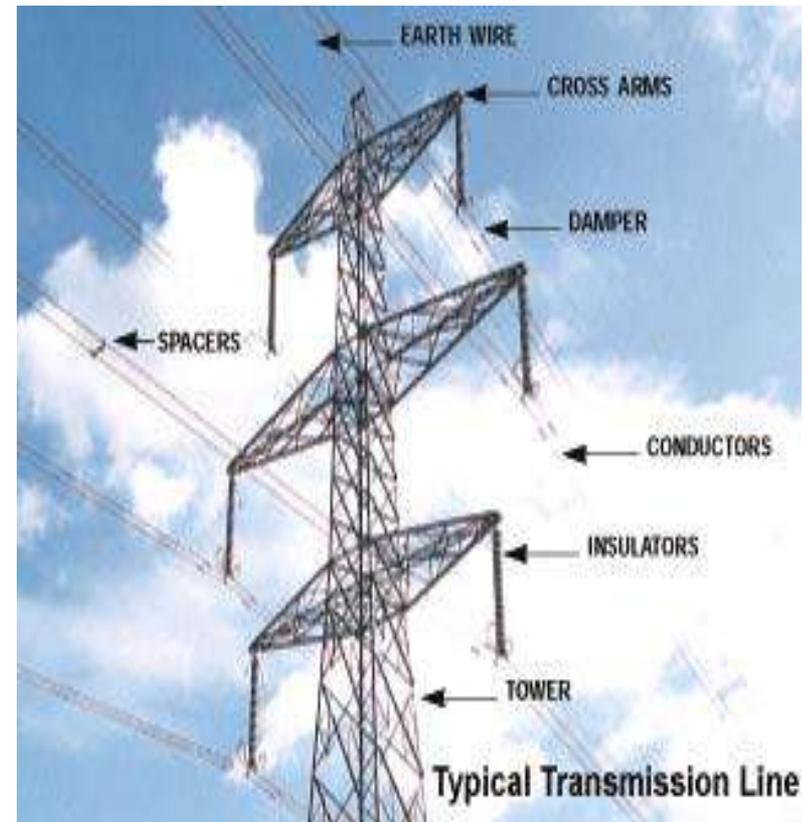
- Sambaran tak langsung



4. Sistem Proteksi Petir pada Jaringan Listrik

Penggunaan kawat tanah

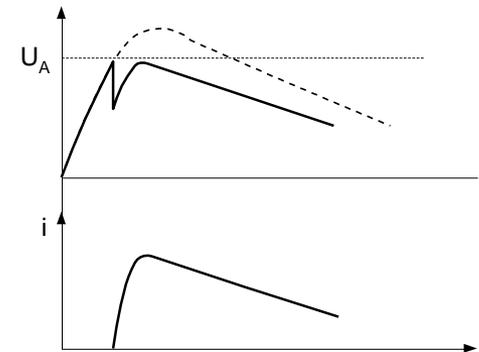
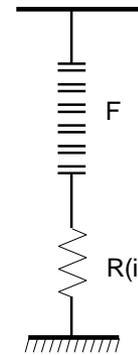
- Sebagai penerima petir
- Mengurangi gangguan tegangan lebih pada hantaran
- gelombang berjalan yang masih dapat mencapai gardu dapat menimbulkan kerusakan.



4. Sistem Proteksi Petir pada Jaringan Listrik

Penggunaan Arrester

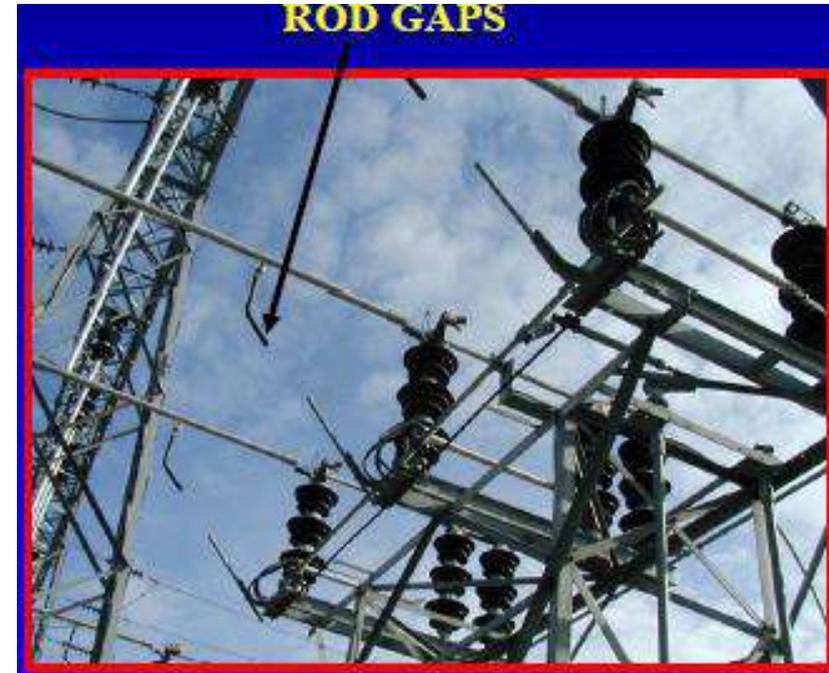
- Mencegah terjadinya tegangan lebih pada peralatan
- dipasang antara kawat fasa dengan tanah
- Menyalurkan tegangan lebih ke tanah sampai pada batas aman untuk peralatan.



4. Sistem Proteksi Petir pada Jaringan Listrik

Rod Gap Arrester

- berupa batang elektroda yang diletakkan antara hantaran dan tanah.
- Banyak digunakan pada :
 - Bushing Insulator dari trafo
 - Isolator hantaran udara, (Arching Horn)
 - Pemutus daya (Circuit Breaker)



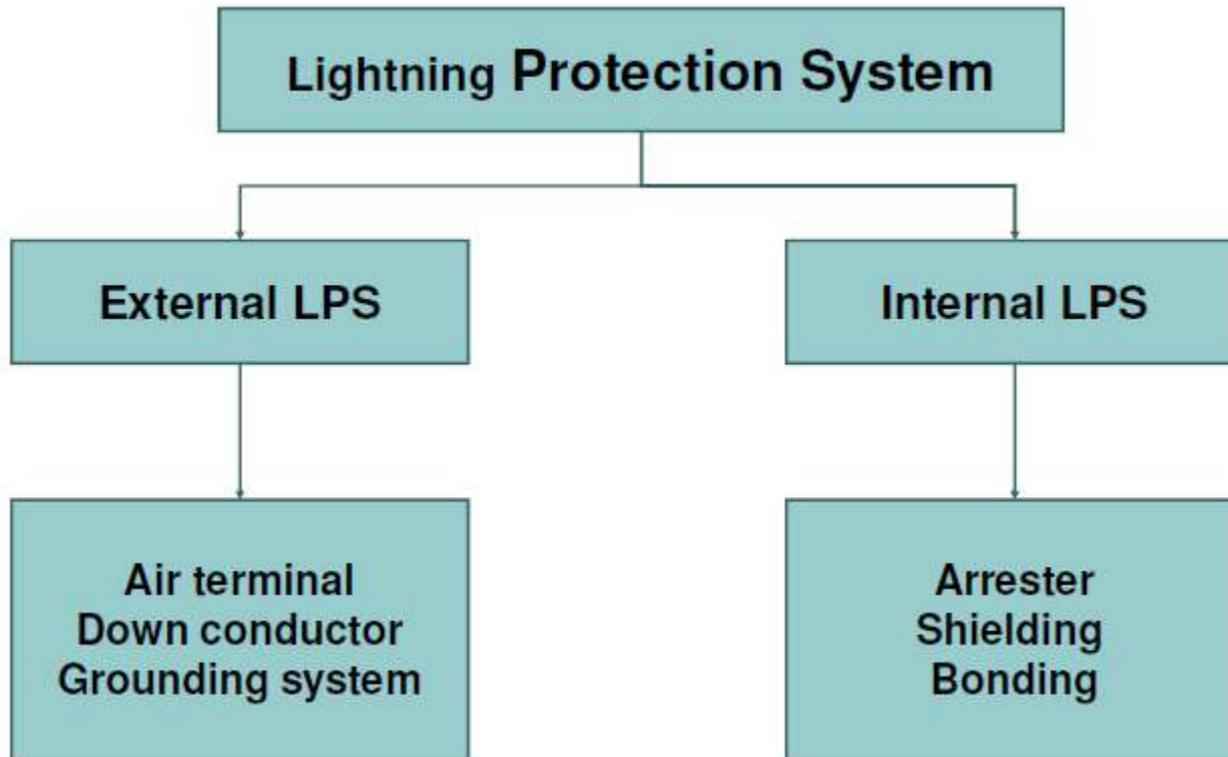
4. Sistem Proteksi Petir pada Jaringan Listrik

LOKASI PENEMPATAN ARRESTER

- **Arrester ditempatkan sedekat mungkin dengan peralatan yang dilindungi**
- **Jika jarak arrester terlalu jauh, maka tegangan yang tiba pada peralatan dapat melebihi tegangan yang dapat dipikulnya**



5. Konsep sistem proteksi petir pada Bangunan



5. Konsep sistem proteksi petir pada Bangunan

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.



6. Standard sistem proteksi petir pada Bangunan

- SNI 03-715-2004 “Sistem Proteksi petir pada Bangunan Gedung
- 1438_SNI IEC 62305-1-2009 Proteksi Petir – Prinsip Umum
- NFPA 780
- Permanaker 02/MEN/1989 : Pengawasan Instalasi Penyalur Petir



8. Metode proteksi sistem penerima petir

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

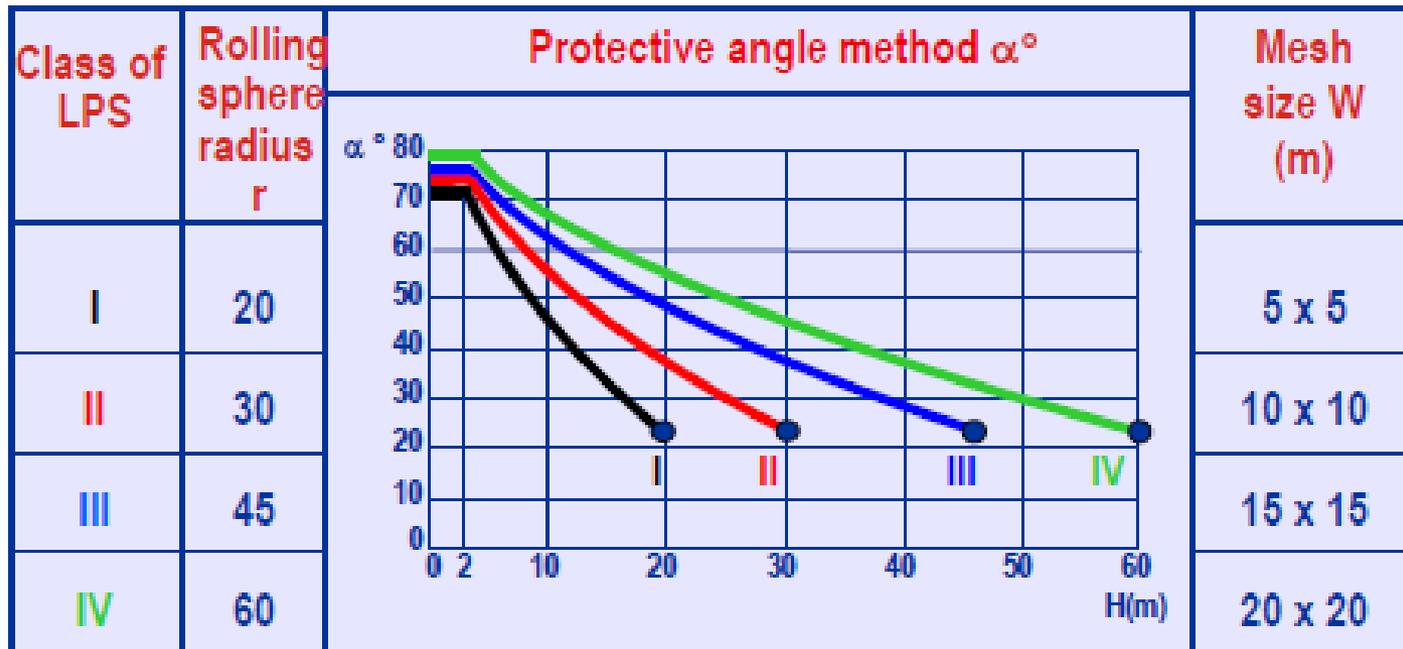


8. Metode proteksi sistem penerima petir

Tingkat proteksi	h (m)	20	30	45	60	Lebar jala (m)
	R (m)	α°	α°	α°	α°	
I	20	25	-	-	-	5
II	30	35	25	-	-	10
III	45	45	35	25	-	15
IV	60	55	45	35	25	20



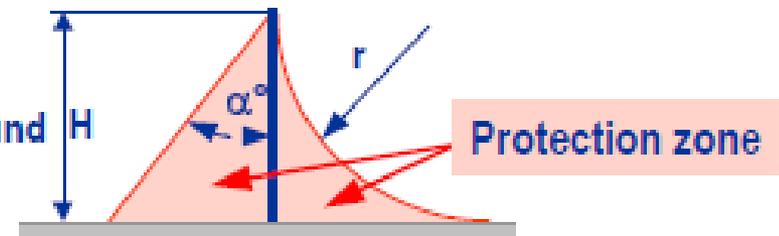
8. Metode proteksi sistem penerima petir



H : Height of the air-termination system above ground

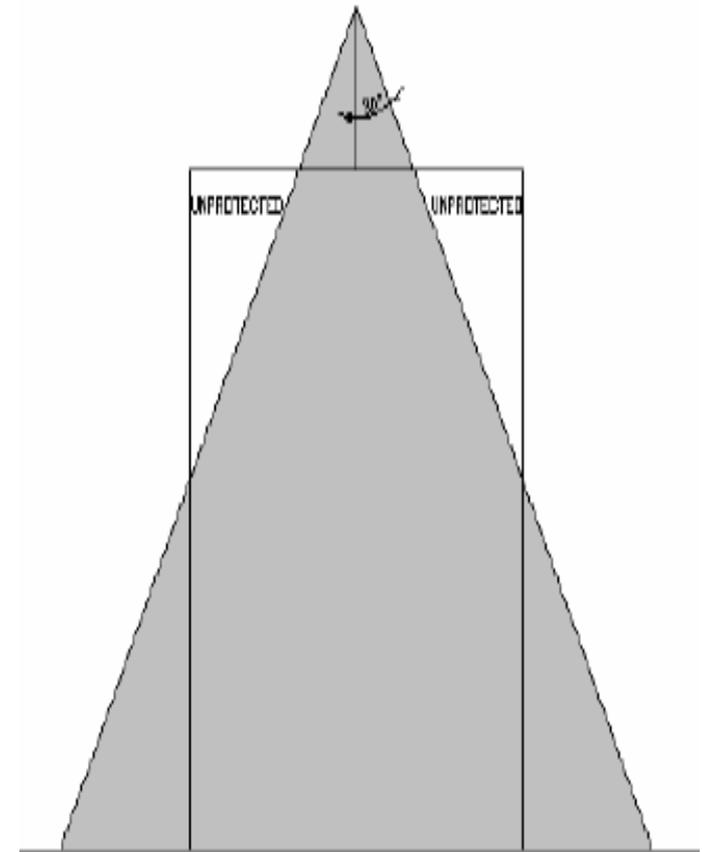
r : Radius of the "rolling sphere"

α : Protective angle



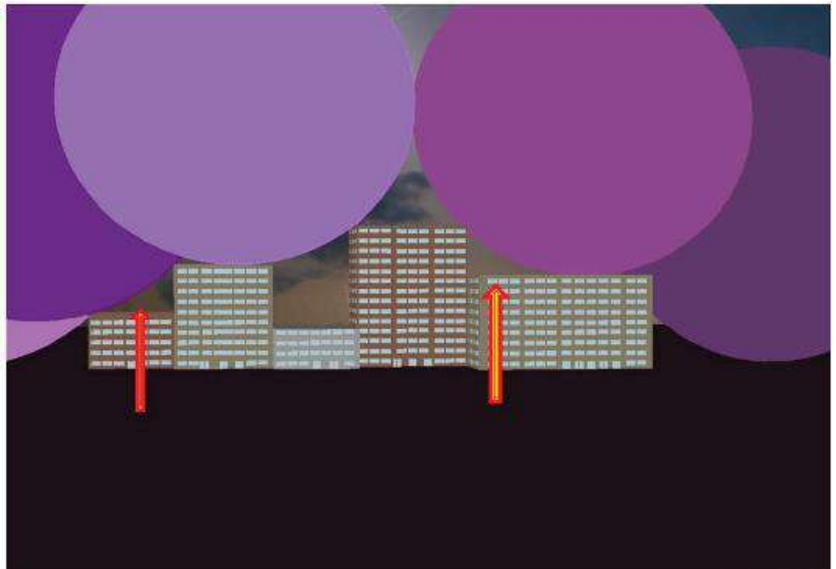
8. Metode proteksi sistem penerima petir

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



8. Metode proteksi sistem penerima petir

- 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.
- $R = I^{0,75}$



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 GRESEK

DRAWING TITLE

Side View of Radius Protection Free Standing Mast 29 m Using Conventional Air Terminal

REVISIONS

4.	Air Ball 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.

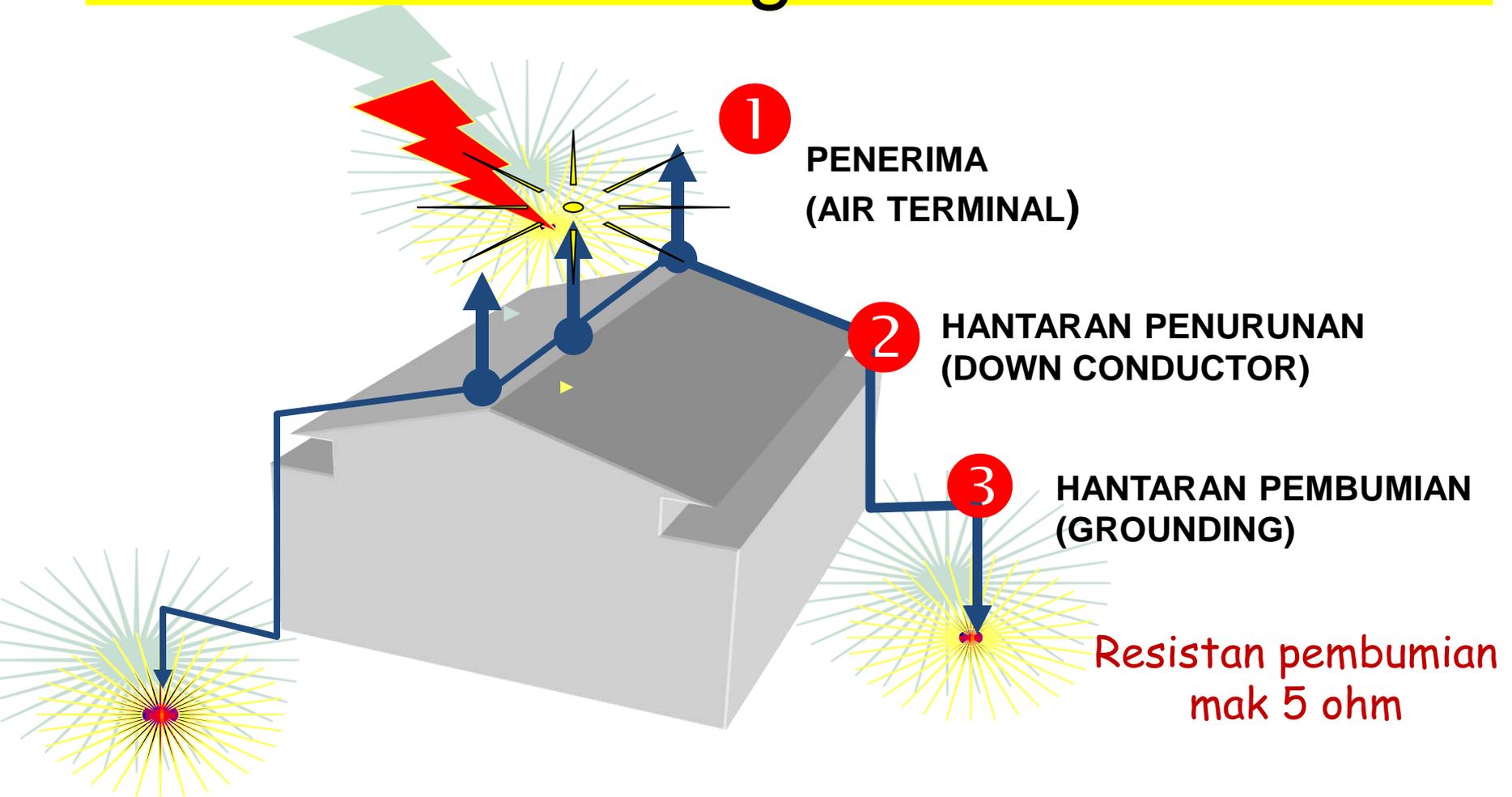
Sept. 2007 LPS-TRI-S-03

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

25 m



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

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



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

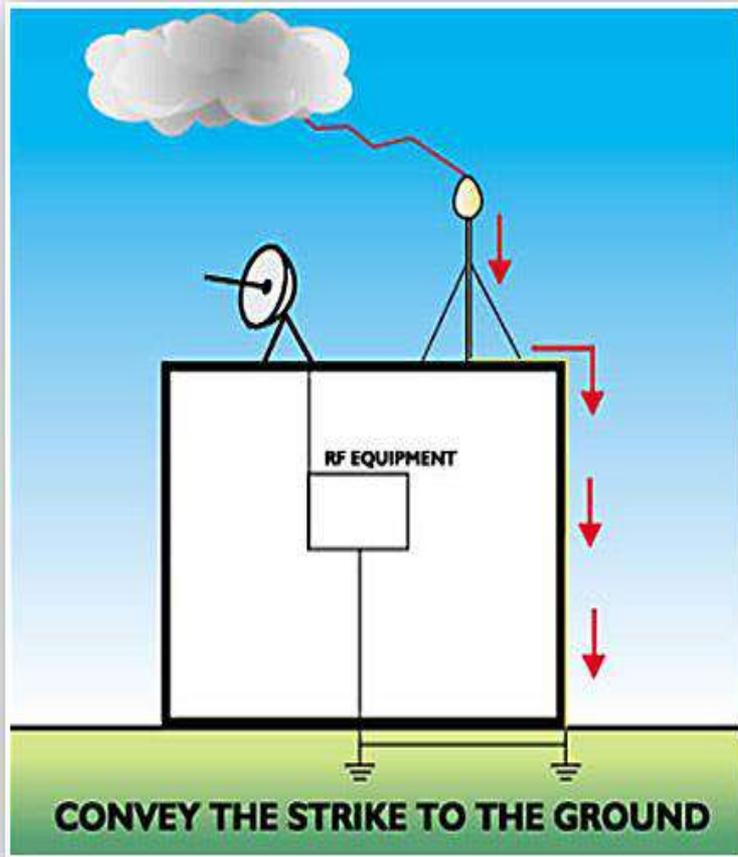
- Sebagai penerima dapat digunakan:
 - logam bulat panjang yang terbuat dari tembaga;
 - hiasan-hiasan pada atap, tiang-tiang, cerobong-cerobong dari logam yang disambung baik dengan instalasi penyalur petir;
 - atap-atap dari logam yang disambung secara elektrik dengan baik.



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

- Dimensi minimum air terminal :
 - Cu : 35 mm²
 - Fe : 50 mm²
 - Al : 70 mm²

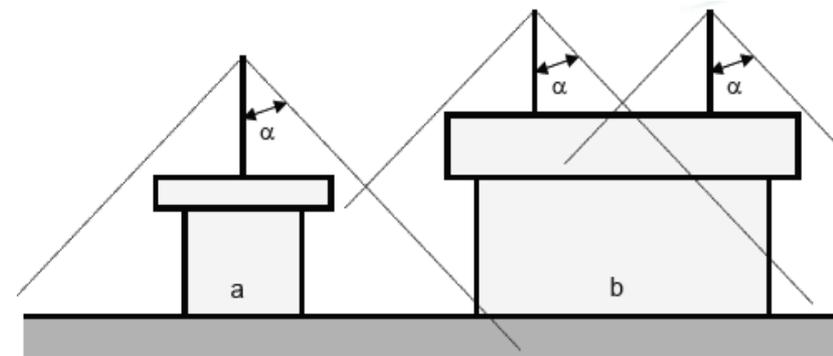
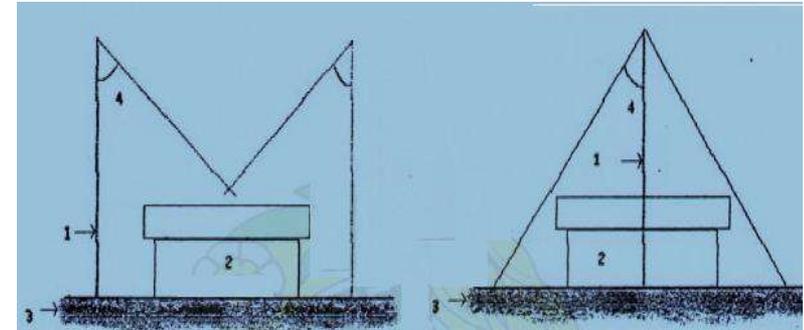
9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan



- 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;

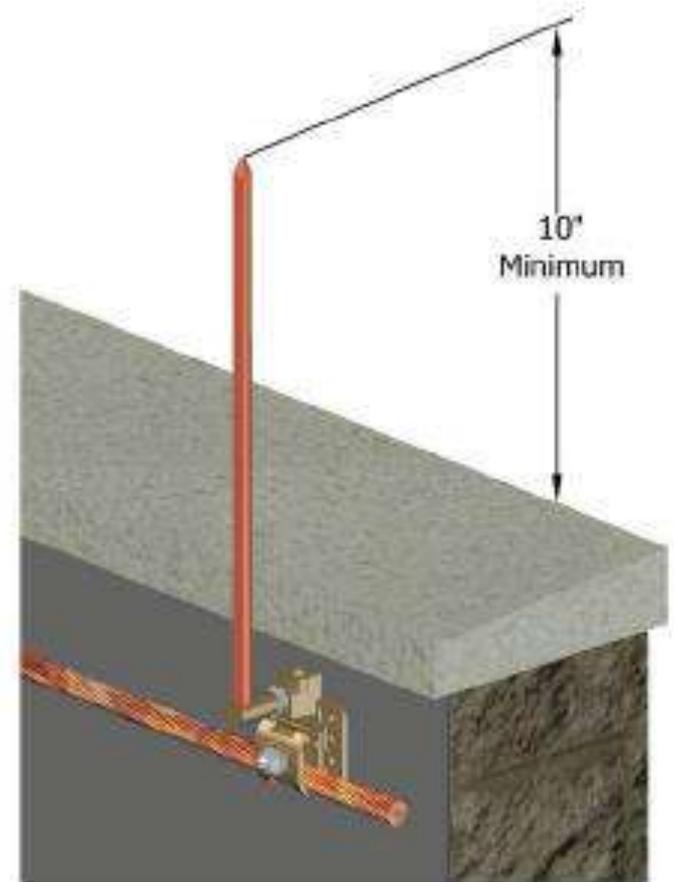
9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

- Pemasangan pada atap yang mendatar harus benar-benar menjamin bahwa seluruh luas atap yang bersangkutan termasuk dalam daerah perlindungan;
- Jumlah dan jarak antara masing-masing penerima harus diatur sedemikian rupa sehingga dapat menjamin bangunan itu termasuk dalam daerah perlindungan.



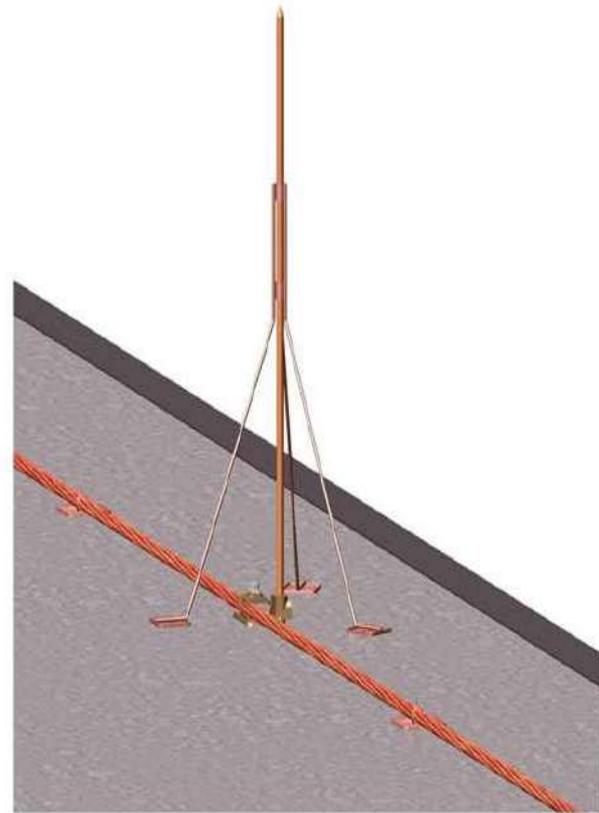
9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

- Ketinggian Air Termination minimum :
 - 10 in (SNI 03-715-2004)
 - 15 cm Permen aker 02/Men/1989

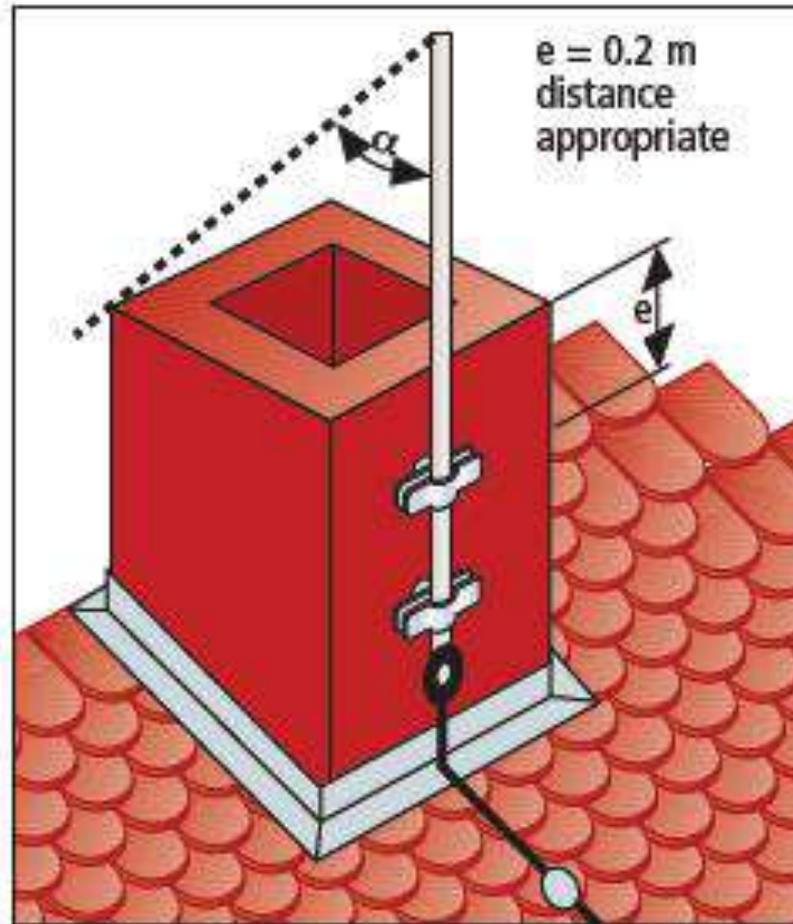


9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

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



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan



Air-termination rod for chim-neys

9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

DOWN CONDUCTOR

- 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;
- jarak tidak kurang 15 cm dari atap yang dapat terbakar kecuali atap dari logam, genteng atau batu;



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

- Dimensi minimum menurut bahan (IEC 62305) :
 - Cu : 16 mm²
 - Fe : 50 mm²
 - Al : 25 mm²
- recommend that the Down-Conductor be at least 50 mm² or AWG 0 in all cases

9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

Table 3-1.1(a) Minimum Class I Material Requirements

Type of Conductor		Copper		Aluminum	
		Standard	Metric	Standard	Metric
Air Terminal, Solid	Diameter	$\frac{3}{8}$ in.	9.5 mm	$\frac{1}{2}$ in.	12.7 mm
Air Terminal, Tubular	Diameter	$\frac{5}{8}$ in.	15.9 mm	$\frac{5}{8}$ in.	15.9 mm
Main Conductor, Cable	Wall Thickness	0.033 in.	0.8 mm	0.064 in.	1.6 mm
	Size ea. Strand	17 AWG		14 AWG	
	Wgt. per Length	187 lb/1000 ft	278 g/m	95 lb/1000 ft	141 g/m
	Cross Sect. Area	57,400 CM	29 mm ²	98,600 CM	50 mm ²
Main Conductor, Solid Strip	Thickness	0.051 in.	1.30 mm	0.064 in.	1.63 mm
	Width	1 in.	25.4 mm	1 in.	25.4 mm
Bonding Conductor, Cable (solid or stranded)	Size ea. Strand	17 AWG		14 AWG	
	Cross Sect. Area	26,240 CM		41,100 CM	
Bonding Conductor, Solid Strip	Thickness	0.051 in.	1.30 mm	0.064 in.	1.63 mm
	Width	$\frac{1}{2}$ in.	12.7 mm	$\frac{1}{2}$ in.	12.7 mm



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

Table 3-1.1(b) Minimum Class II Material Requirements

Type of Conductor		Copper		Aluminum	
		Standard	Metric	Standard	Metric
Air Terminal, Solid	Diameter	1/2 in.	12.7 mm	5/8 in.	15.9 mm
Main Conductor, Cable	Size ea. Strand	15 AWG		13 AWG	
	Wgt. per Length	375 lb/1000 ft	558 g/m	190 lb/1000 ft	283 g/m
	Cross Sect. Area	115,000 CM	58 mm ²	192,000 CM	97 mm ²
Bonding Conductor, Cable (solid or stranded)	Size ea. Strand	17 AWG		14 AWG	
	Cross Sect. Area	26,240 CM		41,100 CM	
Bonding Conductor, Solid Strip	Thickness	0.051 in.	1.30 mm	0.064 in.	1.63 mm
	Width	1/2 in.	12.7 mm	1/2 in.	12.7 mm

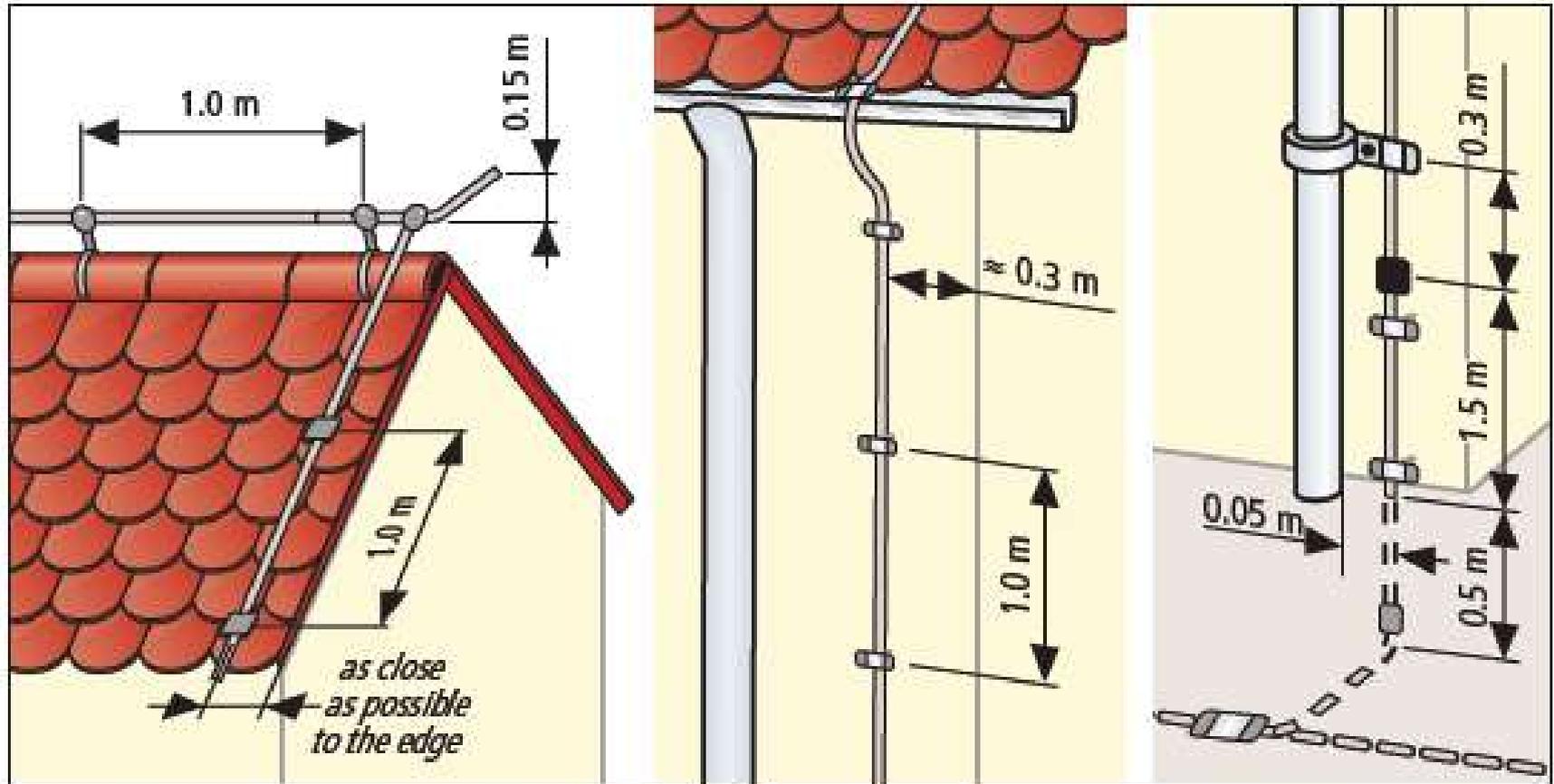


9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

- Permanaaker 02/men/1989 harus digunakan kawat tembaga atau bahan yang sederajat dengan ketentuan :
 - penampang sekurang-kurangnya 50 mm².;
 - 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



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan



Detail examples of an external lightning protection system at a building with a sloped tiled roof

9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

- Down Konduktor : Sebagai penghantar penurunan petir dapat digunakan bagian-bagian dari atap, pilarpilar, 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



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

- 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.



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

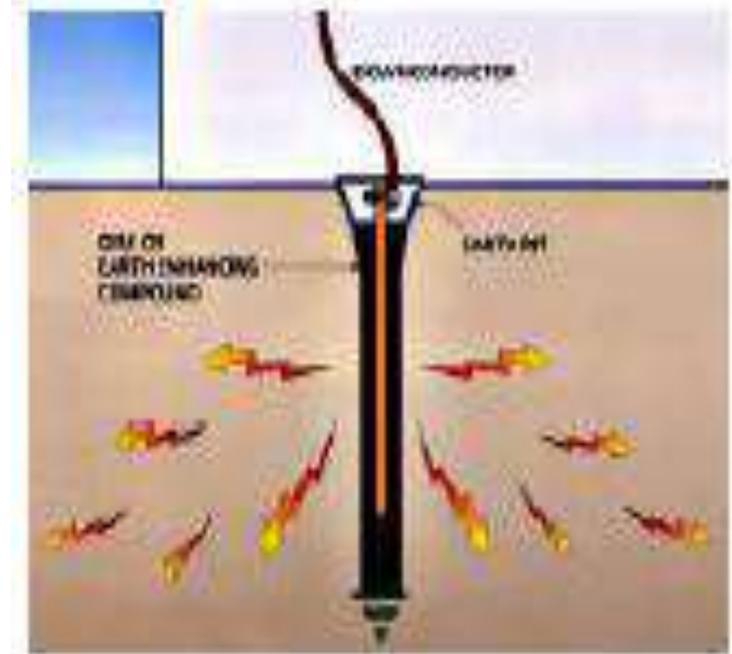
- harus merupakan suatu sambungan elektris, tidak ada kemungkinan terbuka dan dapat menahan kekuatan tarik sama dengan sepuluh kali berat penghantar yang menggantung pada sambungan itu.
- Penyambungan dilakukan dengan cara:
 - dilas.
 - diklem (plat klem, bus kontak klem) dengan panjang sekurang-kurangnya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



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

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



9. Instalasi proteksi petir pada Bangunan

- 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;

PERTIMBANGAN PEMASANGAN INSTALASI PENYALUR PETIR

INDEK RESIKO BAHAYA SAMBARAN PETIR

A : Peruntukan bangunan	(-10 - 15)
B : Struktur konstruksi	(0 - 3)
C : Tinggi bangunan	(0 - 10)
D : Lokasi bangunan	(0 - 2)
E : Hari guruh	(0 - 7)

R	=	<u>A + B + C + D + E</u>	
<	11		ABAIKAN
=	11		KECIL
=	12		SEDANG
=	13		AGAK BESAR
=	14		BESAR
>	14		SANGAT BESAR

INDEK RESIKO BAHAYA SAMBARAN PETIR

A : Peruntukan bangunan

Rumah tinggal	:	1
Bangunan umum	:	2
Banyak orang	:	3
Instalasi gas,minyak, rumah sakit	:	5
Gudang handak	:	15

B : Struktur konstruksi

Steel structure		0
Beton bertulang, kerangka baja atap logam		1
Beton bertulang, atap bukan logam		2
Kerangka kayu atap bukan logam		3

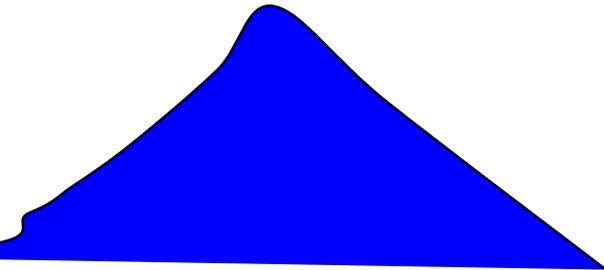
INDEK RESIKO BAHAYA SAMBARAN PETIR

C : Tinggi bangunan

s/d	6 m	0
	12 m	2
	17 m	3
	25 m	4
	35 m	5
	50 m	6
	70 m	7
	100 m	8
	140 m	9
	200 m	10

INDEK RESIKO BAHAYA SAMBARAN PETIR

D :	Lokasi bangunan	
	Puncak bukit	2
	Lereng bukit	1
	Tanah datar	0



E :	Hari guruh per tahun	
	2	0
	4	1
	8	2
	16	3
	32	4
	64	5
	128	6
	256	7

Average Annual Of Thunderstorms Days And Isoceraunic Level In The Area Of Java

NO.	LOCATION	AVERAGE ANNUAL DAYS
1.	SERANG	102
2.	CURUG – TANGERANG	259
3.	TANJUNG PRIOK – JAKARTA	59
4.	KEMAYORAN – JAKARTA	167
5.	BMG – JAKARTA	196
6.	HALIM P.K. – JAKARTA	167
7.	CITEKO – BOGOR	243
8.	ATANG SANJAYA – BOGOR	193
9.	KALIJATI – SUBANG	170
10.	BANDUNG	144
11.	JATIWANGI	155
12.	TASIKMALAYA	133

NO.	LOCATION	AVERAGE ANNUAL DAYS
13.	CENGKARENG	165
14.	TEGAL	192
15.	CILACAP	86.6
16.	SEMARANG	169.2
17.	YOGYAKARTA	126.3
18.	SOLO	128
19.	MADIUN	109
20.	PERAK 1 – SURABAYA	132
21.	JUANDA – SURABAYA	120
22.	MALANG	146.8
23.	BANYUWANGI	108
24.	BAWEAN	119

Average Annual Of Thunderstorms Days And Isoceraunic Level In The Area Of Sumatera

NO.	LOCATION	AVERAGE ANNUAL DAYS
1.	DOLOK SANGGUL – SIBOLGA	189.8
2.	SIBOLANGIT - KABANJAHE	200.8
3.	TJ. LEIDONG – RANTAU PRAPAT	193.5
4.	SIBORONG-BORONG – SIBOLGA	189.8
5.	SIBULUSSALAM – BANDA ACEH	109.5
6.	TELUK DALAM – SIBOLGA	215.4
7.	KAYU TANAM – PADANG	127.8
8.	PASIR PANGARAYAN – PEKANBARU	193.5
9.	SICINCIN – PADANG	109.5
10.	UJUNG BATU – PEKANBARU	197.1
11.	BETUNG – PALEMBANG	146
12.	INDRALAYA – PALEMBANG	175.2

NO.	LOCATION	AVERAGE ANNUAL DAYS
13.	KABA – PANGKALPINANG	182.5
14.	MANGGAR – PANGKALPINANG	182.5
15.	MUARA TEBO – JAMBI	185.2
16.	TOBOALI – PANGKALPINANG	200.8
17.	TANJUNG RAYA - PALEMBANG	175.2
18.	LHOKSUEMAWE	131
19.	MEULABOH	77.6
20.	MEDAN	221.4
21.	SIBOLGA	129.5
22.	NIAS	162.1
23.	PEKANBARU	193.8
24.	JAPURA - RENGAT	247.8

7. Perhitungan Kebutuhan Sistem Proteksi Petir

- Mengacu pada SNI 03-7015-2004 Perlu tidaknya sistem proteksi petir didasarkan
 - frekwensi sambaran petir langsung setempat (N_d)
 - frekwensi sambaran petir tahunan setempat (N_c) yang diperbolehkan.
- $N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} / \text{tahun}$
- sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan di daerah struktur berada dinyatakan sebagai : $N_g = 0,04 \cdot I_{KL}^{1,25} / \text{km}^2 / \text{tahun}$
- dimana I_{KL} adalah *isokeraunic level* di atau jumlah hari guruh
- A_e adalah daerah permukaan tanah yang dianggap sebagai struktur yang mempunyai frekwensi sambaran langsung tahunan, dihitung
- $A_e = (2x(p+1)x3h) + (3,14x(3h)^2)$

7. Perhitungan Kebutuhan Sistem Proteksi Petir

- **Frekuensi sambaran petir yang dibolehkan (N_c) pada bangunan gedung**
- diprakirakan melalui analisa risiko kerusakan dengan memperhitungkan faktor yang cocok sebagai berikut:
- jenis bangunan;
- keberadaan bahan mudah terbakar dan mudah meledak;
- langkah tindakan yang mendukung untuk mengurangi konsekwensi akibat petir;
- jumlah manusia yang diperhatikan dengan adanya kerusakan;
- jenis dan kepentingan pelayanan terhadap masyarakat yang menjadi perhatian;
- nilai dari harta benda yang diderita karena kerusakan;
- faktor lainnya tergantung pada klasifikasi bangunan gedung

7. Perhitungan Kebutuhan Sistem Proteksi Petir

$$N_e = \frac{1.5 \times 10^{-3}}{C}$$

- $C = (C_2)(C_3)(C_4)(C_5)$.

7. Perhitungan Kebutuhan Sistem Proteksi Petir

Table L.5(a) Determination of Structural Coefficient C_2

Structure	Structural Coefficients C_2		
	Metal Roof	Nonmetallic Roof	Flammable Roof
Metal	0.5	1.0	2.0
Nonmetallic	1.0	1.0	2.5
Flammable	2.0	2.5	3.0

Table L.5(b) Determination of Structure Contents Coefficient C_3

Structure Contents	C_3
Low value and nonflammable	0.5
Standard value and nonflammable	1.0
High value, moderate flammability	2.0
Exceptional value, flammable, computer or electronics	3.0
Exceptional value, irreplaceable cultural items	4.0

7. Perhitungan Kebutuhan Sistem Proteksi Petir

Table L.5(c) Determination of Structure Occupancy Coefficient C_4

Structure Occupancy	C_4
Unoccupied	0.5
Normally occupied	1.0
Difficult to evacuate or risk of panic	3.0

Table L.5(d) Determination of Lightning Consequence Coefficient C_5

Lightning Consequence	C_5
Continuity of facility services not required, no environmental impact	1.0
Continuity of facility services required, no environmental impact	5.0
Consequences to the environment	10.0

7. Perhitungan Kebutuhan Sistem Proteksi Petir

- Pengambilan keputusan didasarkan pada hasil perhitungan N_d dan N_c , 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

7. Perhitungan Kebutuhan Sistem Proteksi Petir

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

7. Perhitungan Kebutuhan Sistem Proteksi Petir

Tabel 1 Kaitan parameter arus petir dengan tingkat proteksi

Parameter petir		Tingkat proteksi		
		I	II	III-IV
Nilai arus puncak	I (kA)	200	150	100
Muatan total	Q_{total} (C)	300	225	150
Muatan impuls	Q_{impuls} (C)	100	75	50
Energi spesifik	W/R (kJ/ Ω)	10 000	5 600	2 500
Kecuraman rata-rata	$di/dt_{30/90\%}$ (kA/ μ s)	200	150	100

SNI 03-7015-2004