

## Tata cara perencanaan proteksi bangunan dan peralatan terhadap sambaran petir



**Daftar isi**

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Acuan .....	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Sistem Proteksi Petir (SPP) eksternal.....	4
5 Sistem proteksi petir internal.....	17
6 Desain, perawatan, dan pemeriksaan SPIP .....	28
Lampiran A .....	37
Lampiran B .....	42

## **Prakata**

Standar ini disusun dalam rangka memenuhi efisiensi dan meningkatkan hasil pembangunan di bidang teknologi permukiman.

Sebagai acuan utama normatif standar ini mengacu pada IEC 6-1024-1 : Protection of structures against lightning - Part 1, dengan format penulisan yang disesuaikan dengan pedoman Badan Standardisasi Nasional (BSN) No. 8 tahun 2000.

Standar ini merupakan revisi dari Tata cara instalasi penangkal petir untuk bangunan (SNI 03-3990-1995) dan Instalasi penyalur petir (SNI 03-3991-1995), dan yang dapat digunakan sebagai referensi bagi perencana dan pelaksana dalam pemasangan atau ahli teknik dalam merancang sistem proteksi petir baik untuk bangunan itu sendiri maupun peralatan yang ada di dalamnya.

Bila dalam penggunaan standar ini, masih mendapatkan kesulitan atau lebih menyempumakan isi dari standar ini kan~ mengharapkan kepada khalayak pembaca atau pengguna untuk memberikan masukan tertulis ke Sekretariat Standardisasi Badan Litbang Kimpraswil Jalan Pattimura No. 20 Jakarta. Dengan tersusunnya Standar Nasional Indonesia (SNI) Tata cara perencanaan proteksi bangunan dan peralatan terhadap sambaran petir ini diharapkan dapat memberi manfaat yang sebesar-besarnya bagi masyarakat luas.

## Pendahuluan

Harus diperhatikan bahwa sistem proteksi terhadap petir tidak dapat mencegah terjadinya sambaran petir.

Sistem proteksi petir (SPP) yang didesain dan dipasang berdasarkan standar ini tidak dapat menjamin proteksi absolut terhadap bangunan, manusia, obyek, namun aplikasi standar ini secara signifikan akan mengurangi resiko kerusakan yang disebabkan oleh petir pada bangunan yang dilindunginya.

Jenis dan lokasi SPID harus hati-hati dipertimbangkan pada tahap desain bangunan baru, karena memungkinkan keuntungan maksimum diambil dari pemanfaatan komponen struktur yang bersifat konduktif. Jadi desain dan konstruksi instalasi terintegrasi dibuat lebih mudah, seluruh aspek estetika dapat diperbaiki, dan efektifitas sistem proteksi terhadap petir dapat ditingkatkan dengan biaya dan usaha yang minimum.

Pemanfaatan struktur baja pada pondasi secara benar untuk terminal pembumian yang efektif tidak mungkin dilakukan setelah pekerjaan konstruksi selesai dilakukan. Oleh karena itu, sifat dan tahanan tanah harus dipertimbangkan pada tahap awal sedini mungkin dalam proyek. Informasi ini sebagai dasar untuk desain terminal pembumian yang dapat mempengaruhi pekerjaan desain pondasi.

Untuk menghindari pekerjaan yang tak perlu, konsultasi teratur antara perancang sistem proteksi terhadap petir, arsitek, dan pemborong adalah penting.

Standar ini memberikan informasi perlyiapan SPP untuk bangunan gedung.



## Tata cara perencanaan proteksi bangunan dan peralatan terhadap sambaran petir

### 1 Ruang lingkup

Standar ini dapat diterapkan pada desain dan instalasi SPP untuk bangunan gedung sampai ketinggian 60 m. Kasus berikut diluar lingkup standar ini:

- a. sistem rel kereta api;
- b. sistem transmisi, distribusi, dan pembangkitan listrik di luar bangunan;
- c. sistem telekomunikasi di luar bangunan; dan
- d. instalasi kendaraan, kapal laut, pesawat udara, dan lepas pantai.

Tujuan standar ini adalah memberikan informasi untuk desain, instalasi, inspeksi, dan pemeliharaan sistem proteksi terhadap bahaya sambaran petir langsung ataupun tidak langsung pada bangunan beserta manusia, instalasi dan muatan di dalamnya.

### 2 Acuan

- IEC 6-1024 -1, Protection of structures against lightning - Part 1: General principles.
- IEC 6-1024-1 -1, Protection of structures against lightning - Part 1: General principles - Sub part 1 : Guide for selection of protection level..
- IEC 6-1312 - 1, Protection against lightning electromagnetic impulse - Part 1 General principles.

### 3 Istilah dan definisi

#### 3.1

##### **kilat petir ke bumi**

pelepasan muatan listrik antara awan dan bumi terdiri dari satu atau lebih sambaran

#### 3.2

##### **sambaran petir**

pelepasan petir tunggal akibat sambaran petir ke tanah

#### 3.3

##### **titik sambaran**

titik dengan sambaran petir menyentuh tanah, bangunan atau SPP

**CATATAN** Sambaran dapat mempunyai lebih dari satu titik sambaran

#### 3.4

##### **Zona Proteksi Petir (ZIPP)**

zona atau bagian dari bangunan yang memedukan proteksi terhadap pengaruh petir. berdasarkan standar ini

**CATATAN 1 ZPP  $O_A$** : Zona dengan benda terkena sambaran petir langsung, sehingga dialui oleh seluruh arus petir medan elektromagnetik yang kuat.

**CATATAN 2 ZPP O<sub>B</sub>** : Zona dengan benda tidak terkena sambaran petir langsung, tetapi mendapat pengaruh medan elektromagnetik yang kuat.

**CATATAN 3 ZPP 1** : Zona dengan benda tidak terkena sambaran petir langsung, dan arus petir pada semua bagian yang konduktif di dalam zona ini lebih rendah dibanding dengan zona Ob. Pada zona ini kuat medan elektromagnetik dapat diredam yang tergantung pada sistem perisaiannya.

### **3.5**

#### **Sistem Proteksi Petir (SPIP)**

sistem lengkap yang digunakan untuk proteksi ruang terhadap pengaruh petir, terdiri dari baik sistem proteksi petir internal dan eksternal

### **3.6**

#### **sistem proteksi petir eksternal**

sistem terdiri dari terminal udara, sistem konduktor turun dan terminal pengebumian, membentuk ZPP OB dalam ZPP OA. (istilah ini sebelumnya dikenal sebagai penangkal petir)

### **3.7**

#### **sistem proteksi petir internal**

semua tambahan selain yang diberikan pada sistem proteksi petir eksternal yang akan mengurangi pengaruh elektromagnetik arus petir dalam ruangan yang diproteksi

### **3.8**

#### **Ikatan Ekipotensial (IE)**

bagian SPP internal yang ditujukan untuk menjadi titik sambaran petir

### **3.9**

#### **terminal udara**

bagian SPP eksternal yang ditujukan untuk menjadi titik sambaran petir

### **3.10**

#### **konduktor turun**

bagian SPP eksternal yang ditujukan untuk mengalirkan arus petir dari terminal udara ke terminal pengebumian

### **3.11**

#### **terminal pembumian**

bagian SPP eksternal yang ditujukan untuk mengalirkan dan menyebarkan arus petir ke tanah

### **3.12**

#### **elektroda pembumian**

bagian terminal pembumian yang memberikan kontak elektrik langsung dan menyebarkan arus petir ke tanah

### **3.13**

#### **elektroda pembumian melingkar**

elektroda pembumian yang membentuk lingkaran tertutup disekeliling bangunan di bawah atau pada permukaan tanah

### **3.14**

#### **elektroda pembumian pondasi**

elektroda pembumian yang ditanamkan pada pondasi beton bangunan



**3.15****tahanan tanah ekivalen**

rasio harga puncak tegangan terminal pembumian dan arus terminal pembumian (yang tidak selalu terjadi bersamaan), digunakan secara konvensional untuk menunjukkan efisiensi terminal pembumian

**3.16****tegangan terminal pembumian**

perbedaan potensial antara terminal pembumian dan tanah

**3.17****komponen natural SPP**

komponen bangunan yang melakukan fungsi proteksi petir tetapi tidak dipasang secara khusus untuk maksud tersebut

**3.18****instalasi logam**

perpanjangan bahan logam pada ruang untuk diproteksi yang dapat membentuk jalan arus petir, seperti pipa, tangga, rel elevator, ventilasi, pemanas, dan saluran pendingin udara, dan baja tulangan beton

**3.19****ikatan (*bonding*)**

dua bagian logam yang dilekatkan untuk menghilangkan beda potensial

**3.20****batang ikatan, ikatan penyama tegangan (*PEB= Potensial Equalization Bonding*)**

batang tempat mengikat komponen logam dari luar, saluran listrik dan telekomunikasian kabel lain untuk menjadi titik rujukan gunp penyamaan tegangan

**3.21****konduktor ikatan**

konduktor untuk penyamaan potensial

**3.22****jaringan konduktor (*bonding network*)**

jaringan konduktor yang melekat pada bagian konduktif dari sistem

**3.23****batang ikatan lokal (*local bonding bar*)**

batang ikatan pada perbatasan dua zona proteksi petir

**3.24****sistem pembumian bersama (*common earthing network*)**

semua instalasi metal dari bangunan yang berhubungan, termasuk sistem proteksi petir eksternal, yang dihubungkan ke terminal sistem pembumian

**3.25****titik rujukan pembumian (*earthing reference points*)**

satu-satunya titik sambung antara sistem pembumian bersama dengan sistem jaringan ikat

**3.26****pembumian jala**

sistem pembumian dengan menggunakan jalur jarak jamak ke tanah

**3.27**

**Alat Proteksi Surja, APS (*surge protection devise*)**

alat ini untuk membatasi arus dan tegangan lebih yang mengalir melalui saluran, termasuk gap, varistor, dioda, filter, dan lain-lain

**3.28**

**perisai (*shielding*)**

suatu cara untuk mengurangi kuat gelombang elektromagnetik dengan memasang logam antara sumber tegangan dengan peralatan yang dilindungi

**3.29**

**baja tulangan beton**

baja dalam bangunan yang dianggap kontinyu secara elektrik

**3.30**

**bunga api berbahaya**

peluahan listrik yang tak diinginkan akibat arus petir dalam ZPP

**3.31**

**jarak aman**

jarak minimum antara dua bagian konduktif dalam ruangan yang diproteksi sehingga bahaya bunga api tidak terjadi

**3.32**

**titik uji**

sambungan yang didesain dan ditempatkan untuk membantu pengujian dan pengukuran elektrik komponen SPP

**3.33**

**SPP eksternal yang terisolasi dari ruang yang diproteksi**

SPP yang terminal udara dan sistem konduktor turun ditempatkan sedemikian sehingga jalan arus petir tidak mempunyai kontak dengan ruangan yang diproteksi

**3.34**

**SPP eksternal tidak terisolasi dari ruang yang diproteksi**

terminal udara dan sistem konduktor turun ditempatkan sedemikian sehingga jalan arus petir mempunyai kontak dengan ruang yang diproteksi

**3.35**

**bangunan**

bangunan yang berfungsi normal baik untuk komersial, industri, pertanian, kantor, atau permukiman

**3.36**

**level proteksi**

klasifikasi SPP berdasarkan efisiensinya

**4 Sistem Proteksi Petir (SPP) eksternal**

**4.1 Terminal udara**

#### 4.1.1 Umum

Probabilitas sambaran petir menembus ruangan yang diproteksi menurun secara berarti oleh adanya terminal udara yang didesain secara tepat.

Terminal udara dapat terdiri dari kombinasi elemen berikut:

- batang;
- kawat gantung;
- konduktor jaring.

#### 4.1.2 Penempatan

Susunan terminal udara cukup jika persyaratan Tabel I terpenuhi. Dalam desain terminal udara, metode berikut dapat digunakan secara bebas atau dalam kombinasi

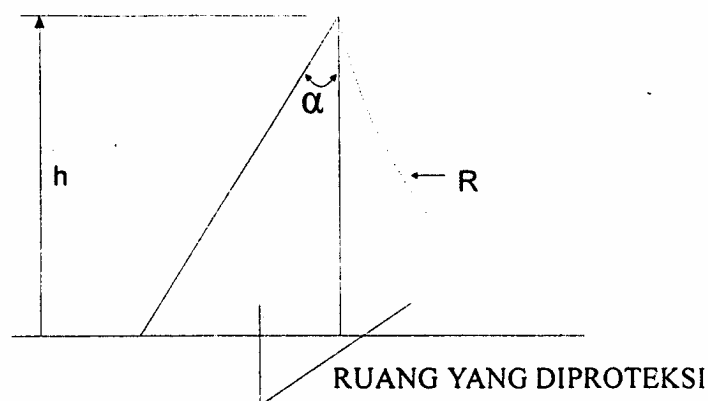
- sudut proteksi;
- bola gulir;
- lebar jaring.

**Tabel I Penempatan terminal udara berdasarkan tingkat proteksi**

Tingkat proteksi	h (m) R (m)	20	30	45	60	Lebar jaring (m)
		$\alpha^{(0)}$	$\alpha^{(0)}$	$\alpha^{(0)}$	$\alpha^{(0)}$	
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	25	*	*	10
III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20

\* pada kasus ini hanya berlaku bola gulir

Keterangan  
h = tinggi terminal udara dari permukaan tanah  
R = radius bola gulir  
 $\alpha$  = sudut lindung



h = tinggi terminal udara  
dari permukaan tanah

R = radius bola gulir

$\alpha$  = sudut lindung

**Gambar 1 Penempatan terminal udara**

### 4.1.3 Konstruksi

Untuk SPIP terisolasi, jarak antara terminal udara dan instalasi logam dalam ruang yang diproteksi harus lebih jauh dari jarak aman sesuai butir 5.2, dengan syarat kerusakan tidak akan terjadi akibat pengaruh sambaran petir.

### 4.1.4 Komponen natural

Bagian struktur bangunan berikut dapat dianggap sebagai komponen terminal natural terminal udara :

- a) Lembaran logam yang menutupi ruangan yang diproteksi dengan syarat:
  - 1) kontinuitas elektrik antara berbagai bagian dibuat tahan lama;
  - 2) tebal tidak kurang dari harga  $t$  yang diberikan pada Tabel 2 jika perlu untuk menghindari kebocoran atau masalah pemanasan;
  - 3) tebal tidak kurang dari 0,5 mm jika kebocoran tidak jadi masalah;
  - 4) bukan bagian pelindung dari material isolasi;
  - 5) bangunan di atasnya dapat diabaikan terhadap sambaran petir.
- b) Tulangan dalam struktur beton bertulang yang dapat dianggap kontinu secara elektrik dan memenuhi kondisi sebagai berikut:
  - 1) diperkirakan 50% interkoneksi batang vertikal dan horizontal;
  - 2) batang vertikal dilas atau overlap minimum 20 kali diameternya dan dikat secara aman;
  - 3) kontinuitas elektrik antara tulangan beton unit beton precast individual dan unit beton precast berdekatan lainnya.
- c) Komponen logam konstruksi atap (ikatan, baja tulangan beton, dan sebagainya) bila komponen di atasnya dapat diabaikan terhadap sambaran petir.
- d) Bagian bangunan dari logam seperti talang, omamen, rel, dan sebagainya,
- e) Pipa dan tangki logam dengan tebal kurang dari 2,5 mm, dengan syarat tidak timbul bahaya akibat kemungkinan kebocoran.
- f) Pipa dan tangki logam secara umum, bila tebal tidak kurang dari  $t$  pada Tabel 2 dan kenaikan temperatur permukaan dalam pada titik sambaran tidak menimbulkan bahaya.

**Tabel 2 Tebal minimum lembaran logam atau pipa pada terminal udara**

Tingkat proteksi	Material	Tebal $t$ (mm)
1 sampai IV	Fe	4
	Cu	5
	Al	7

## 4.2 Konduktor turun

### 4.2.1 Umum

Untuk mengurangi kemungkinan kejadian bahaya bunga api, konduktor turun disusun sedemikian rupa dari terminal udara ke tanah:

- a) terdapat beberapa saluran paralel;
- b) panjang saluran arus dijaga minimum.

Konduktor turun harus disusun sedapat mungkin berhubungan langsung dengan konduktor terminal.

#### 4.2.2 Penempatan SPIP terisolasi

Jika terminal udara berupa tiang terpisah, satu konduktor turun diperlukan untuk tiap kolom. Dalam hal kolom terbuat dari logam atau beton bertulang tidak perlu tambahan konduktor turun.

Jika terminal udara terdiri dari konduktor horisontal, paling sedikit satu konduktor turun diperlukan pada tiap ujung konduktor.

Jika terminal udara membentuk jaringan konduktor, paling sedikit satu konduktor turun diperlukan pada tiap bangunan penyangga.

#### 4.2.3 Penempatan SPIP tidak terisolasi

Konduktor turun didistribusikan di sekeliling bangunan yang diproteksi dengan jarak rata-rata antaranya tidak lebih dari harga yang ditunjukkan pada Tabel 3. Paling sedikit dua konduktor turun perlu untuk semua kasus.

Konduktor turun harus dihubungkan dengan konduktor ring horizontal dekat permukaan tanah dan pada interval vertikal 20 m.

**Tabel 3 Jarak rata-rata konduktor turun**

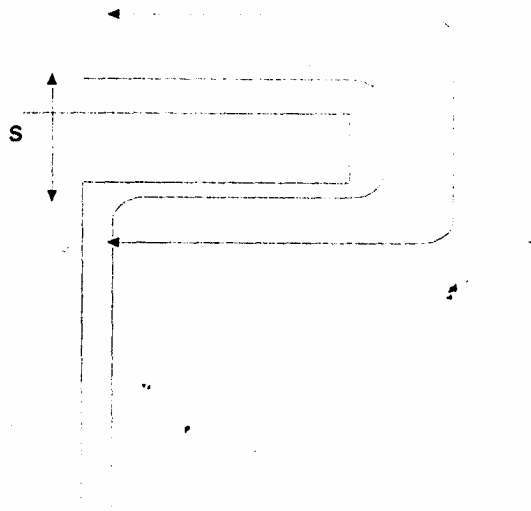
Tingkat proteksi	Jarak rata-rata (m)
I	10
II	15
III	20
IV	25

#### 4.2.4 Konstruksi

Untuk SPP - terisolasi, jarak antara sistem konduktor turun dan instalasi logam ruang yang diproteksi harus lebih besar dari jarak aman berdasarkan butir 5.2. Konduktor turun SPP yang tidak diisolasi dari ruangan yang diproteksi dapat dipasang sebagai berikut:

- a) jika dinding terbuat dari bahan tidak mudah terbakar konduktor turun dapat ditempatkan pada permukaan atau dalam dinding.,
- b) jika dinding terbuat dari bahan mudah terbakar , konduktor turun dapat ditempatkan pada permukaan dinding, dengan syarat bahwa kenaikan temperatur disebabkan oleh lewatnya arus petir tidak berbahaya untuk bahan dinding;
- c) jika dinding terbuat bahan mudah terbakar dan kenaikan temperatur konduktor turun berbahaya, konduktor turun harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga jarak antara konduktor turun dan ruang yang diproteksi selalu lebih besar dari 100 mm. Pengencang logam boleh bersentuhan dengan dinding.

Konduktor turun harus dipasang lurus dan vertika) sedemikian rupa sehingga memberikan saluran terpendek dan langsung ke tanah. Formasi loop harus dihindari. Bila tidak mungkin, jarak  $s$ , diukur celah antara dua titik pada konduktor dan panjang 1 konduktor antara titik tersebut yang harus sesuai dengan sub pasal 5.2 (lihat Gambar 2).



**Gambar 2 Loop pada konduktor turun**

#### 4.2.5 Komponen natural

Bagian bangunan berikut dapat dipertimbangkan sebagai konduktor turun natural:

- a) Instalasi logam dengan syarat:
  - 1) kontinuitas elektrik antar bagian dibuat tahan lama berdasarkan persyaratan sub pasal 4.4.2;
  - 2) dimensinya paling sedikit sama dengan yang ditunjukkan untuk konduktor turun standar;
- b) Struktur rangka logam,
- c) Tulangan beton.  
**CATATAN** Tulangan beton pratekan, tidak dapat digunakan sebagai komponen natural.
- d) Fasude bangunan logam dengan syarat:
  - 1) dimensinya sesuai dengan persyaratan untuk konduktor turun dan ketebalannya tidak kurang dari 0,5 mm;
  - 2) kontinuitas elektrik pada arah vertikal sesuai dengan persyaratan sub pasal 4.4.2 dan tumpang tindih antara dua elemen pada paling sedikit 100 MM<sup>2</sup>.

Konduktor melingkar horizontal tidak dipedakan bila rangka struktur baja atau tulangan beton digunakan sebagai konduktor turun.

#### 4.2.6 Titik uji

Pada hubungan terminal pembumian, titik uji harus disediakan pada tiap konduktor turun, kecuali dalam hal konduktor turun natural, titik uji harus disediakan sekurang-kurangnya pada setiap kolom luar pojok bangunan.

Titik uji harus dapat dibuka saat pengukuran.

### 4.3 Terminal pbumian

#### 4.3.1 Umum

Untuk menyebarkan arus petir menuju tanah tanpa menyebabkan tegangan lebih yang berbahaya, bentuk dan dimensi terminal udara lebih penting dari harga tahanan elektroda pbumian tertentu. Namun, secara umum, dianjurkan tahanan tanah rendah.

Dari sudut pandang proteksi petir, struktur terminal pbumian bangunan terintegrasi tunggal lebih disukai dan sesuai untuk semua kegunaan (proteksi petir, sistem listrik tegangan rendah, sistem telekomunikasi).

Terminal pbumian yang harus dipisahkan untuk suatu alasan harus dihubungkan ke sistem pbumian terintegrasi dengan lkatan Ekinpotensial (IE) sesuai ketentuan 5.1.

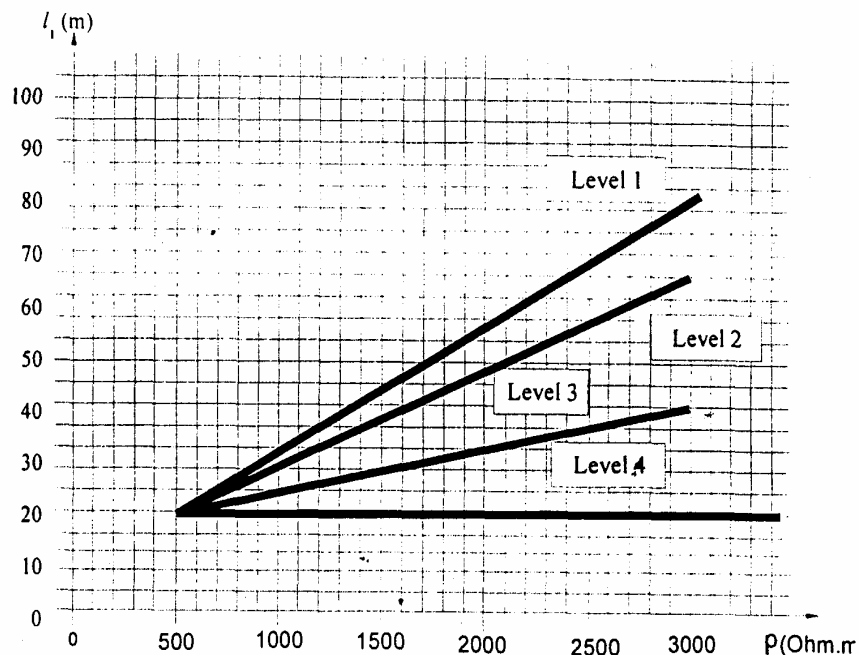
#### 4.3.2 Elektroda pbumian

Jenis elektroda pbumian berikut ini harus digunakan: satu atau lebih elektroda ring, elektroda vertikal, elektroda radial, atau elektroda pbumian pondasi.

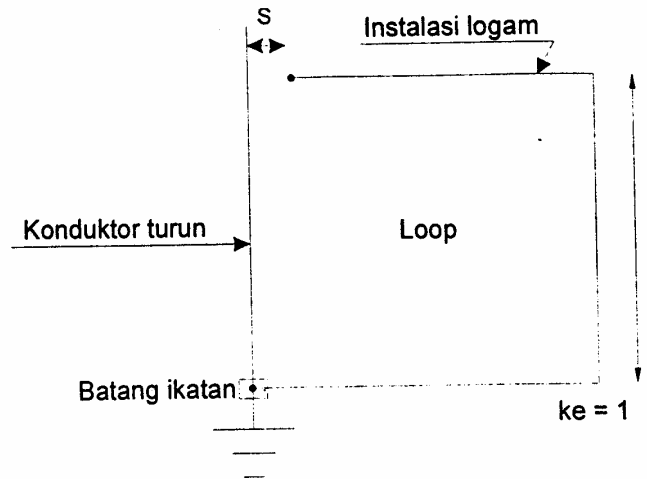
Pelat atau anyaman logam adalah pilihan, tetapi harus dihindari jika mungkin karena kemungkinan korosi, terutama pada sambungan.

Sejumlah konduktor yang terdistribusi secara benar lebih baik daripada konduktor pbumian panjang tunggal. Panjang minimum elektroda pbumian diberikan pada Gambar 3.

Elektroda pbumian vertikal yang ditanam secara dalam (deep driven rod) akan efektif jika resistivitas tanah makin dalam makin rendah.



**Gambar 3** Panjang minimum konduktor terminal pbumian 11



Gambar 4 Syarat kedekatan pada instalasi SPIP

### 4.3.3 Susunan pembumian pada kondisi umum

Untuk tiap terminal pembumian, dua jenis susunan elektroda pembumian beriakui:

#### 4.3.3.1 Susunan tipe A

Ilipe susunan ini terdiri dari elektrodapembumian radial atau vertikal. Tiap konduktor turun harus dihubungkan paling sedikit satu, elektroda pembumian terpisah yang terdiri dari elektroda radial atau vertikal.

Jumlah minimum elektroda pembumian harus dua, kecuali untuk proteksi internal level IV dan bila proteksi eksternal tidak diperlukan, boleh satu buah (Nhat sub pasal 4.3.4).

Panjang minimum tiap elektroda adalah

$l_1$  elektroda horizontal atau

$0,5 l_1$  elektroda vertikal;

$l_1$  panjang minimum elektroda yang diperlihatkan pada Gambar 2.

Untuk jenis elektroda pembumian ini, harus diberikan perhatian bila area sekitar titik pembumian termasuk berbahaya bagi manusia atau binatang.

Pada tahanan tanah rendah, panjang minimum yang dicantumkan pada Gambar 2 dapat diabaikan dengan catatan bahwa resistansi tanah kurang dari 10 tercapai.

#### 4.3.3.2 Susunan tipe B

Untuk elektroda pembumian ring (atau elektroda pembumian pondasi), radius rata-rata harus tidak kurang dari harga 11;

$r / l_1$



Jika harga yang diperlukan 11 lebih besar dari harga  $r$ , elektroda radial atau vertikal tambahan harus ditambahkan dengan panjang individual 11 (horizontal) dan 1, ( vertikal) yang diberikan oleh:

$$l_r = l_1 - r$$

dan

$$l_v = 0,5 * (l_1 - r)$$

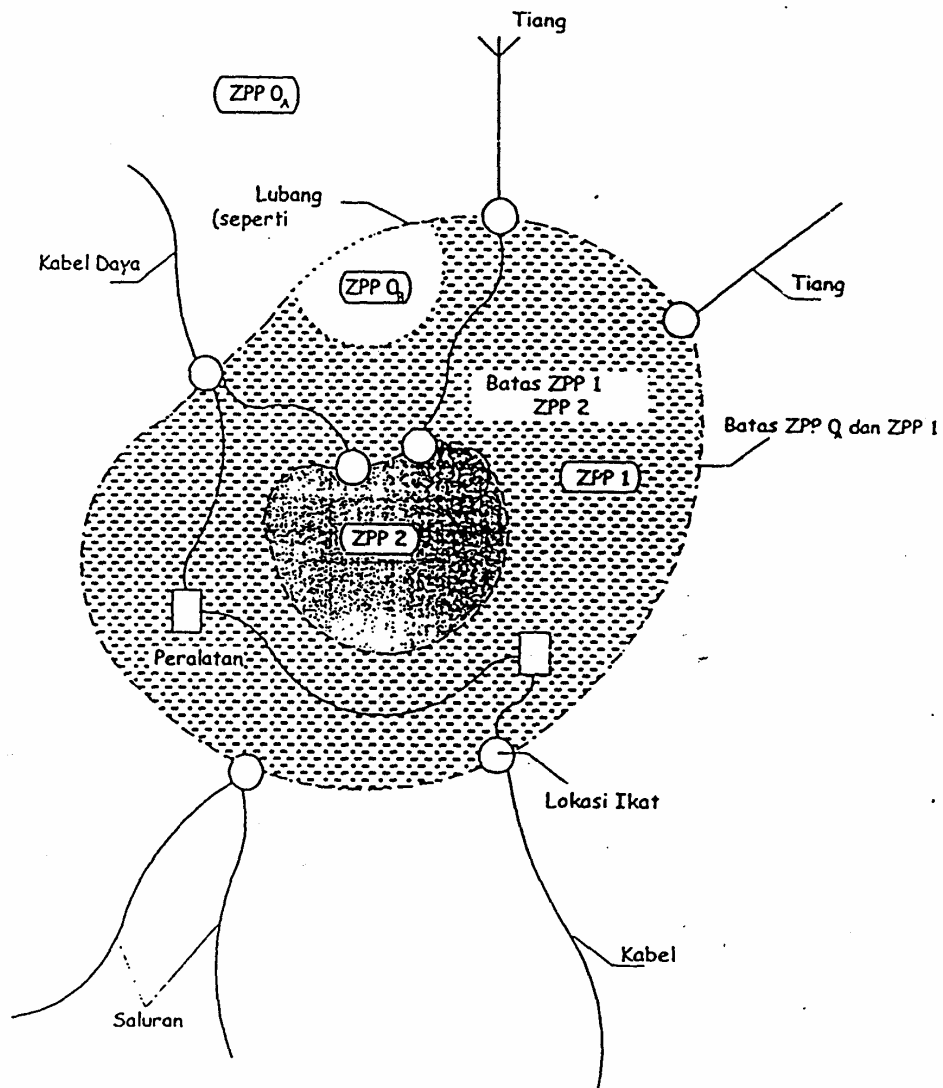
#### 4.3.4 Susunan pembumian pada kondisi tertentu

Jika ikatan ekipotensial sesuai dengan Pasal 5.1 diperlukan tetapi SPP eksternal tidak diperlukan, satu buah elektroda dapat digunakan sebagai terminal pembumian.

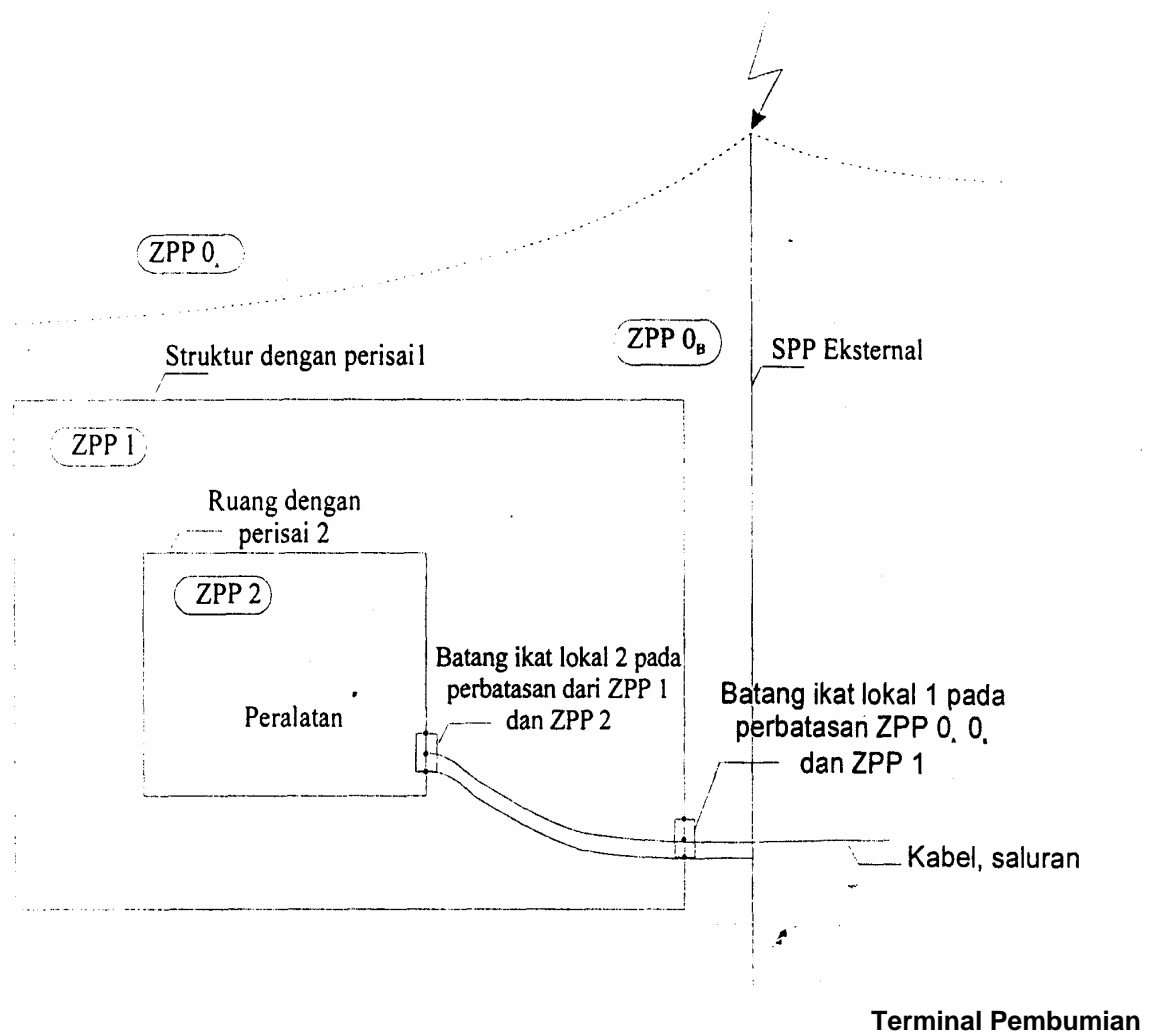
Terminal pembumian instalasi listrik tegangan rendah dapat digunakan untuk keperluan ini dengan syarat ketentuan panjang minimum elektroda pembumian dipenuhi.

#### 4.3.5 Instalasi elektroda pembumian

- elektroda pembumian ring eksternal harus ditanam pada kedalaman paling sedikit 500 mm dan tidak lebih besar dari 1 m ke dinding,
- elektroda pembumian harus dipagang di luar WP pada kedalaman paling sedikit 300 mm dan terdistribusi merata mungkin,
- elektroda pembumian yang ditanam dalam pondasi atau lantai bangunan harus dipasang sedemikian sehingga memungkinkan inspeksi selama konstruksi,
- kedalaman penanaman jenis elektroda pembumian harus dipilih sedemikian rupa untuk memperkecil pengaruh korosi, pengeringan dan pembekuan tanah. Untuk daerah batuan solid, hanya susunan pembumian tipe B yang direkomendasikan.



Gambar 5 Prinsip pembagian daerah yang akan dilindungi dalam ZPP



**Gambar 6 Contoh pembagian bangunan dalam beberapa ZIPP dengan ikat yang sesuai**

#### 4.3.6 Elektroda pembumian natural

Baja tulangan beton atau bangunan logam bawah tanah yang mempunyai karakteristik sesuai dengan persyaratan Butir 4.5, dapat digunakan sebagai elektroda pembumian. Jika tulangan beton digunakan sebagai elektroda pembumian, perhatian khusus harus dilakukan pada sambungan untuk mencegah retakan beton.

**CATATAN** Beton pratekan tidak boleh digunakan sebagai elektroda pembumian natural.

#### 4.4 Klem dan sambungan

##### 4.4.1 Klem

Terminal udara dan konduktor turun harus dipasang secara kuat sehingga tekanan mekanik elektrodinamik tidak menyebabkan konduktor putus atau lepas.

##### 4.4.2 Sambungan

Jumlah sambungan sepanjang konduktor harus diusahakan sedikit mungkin. Sambungan harus dibuat aman dengan pengelasan, kempalcrimp, atau mur boud.

**4.5 Bahan dan dimensi**

**4.5.1 Bahan**

Bahan yang digunakan harus mampu menahan pengaruh efektrik dan elektromagnetik arus petir dan tegangan sesaat tanpa mengalami kerusakan.

Jenis dan ukuran harus dipilih dengan mempertimbangkan kemungkinan korosi. Komponen SPIP dapat dibuat dari bahan pada Tabel 4. Logam lain dapat digunakan jika mempunyai sifat mekanik, elektrik, dan kimia yang setara.

**Tabel 4 Bahan SPIP dan kondisi pemakaian**

Bahan	Pemakaian			Korosi		
	Pada udara terbuka	Dalam tanah	Dalam beton	Resistansi	meningkat terhadap	Bersifat, elektrolit dengan
Tembaga	Pejal pilin Sebagai pelapis	pejal pilin Sebagai pelapis		Terhadap banyak bahan	Senyawa Klorida suipur bahan-bahan organik konsentrasi tinggi	
Baja hot-galvanis	Pejal pilin	Pejal	pejal	Baik, pada tanah asam		tembaga
Baja tahan karat	Pejal pilin	Pejal		Terhadap banyak bahan	Air dengan klorida terlarut	
Aluminium	Pejal pilin				Basic agenst	
Timbal	pejal sebagai pelapis	Pejal sebagai pelapis		Sulfat konstruksi tinggi	Tanah asam	Tembaga

**Tabel 5 Dimensi minimum bahan untulk SPIP (lihat pasal 5.1.2)**

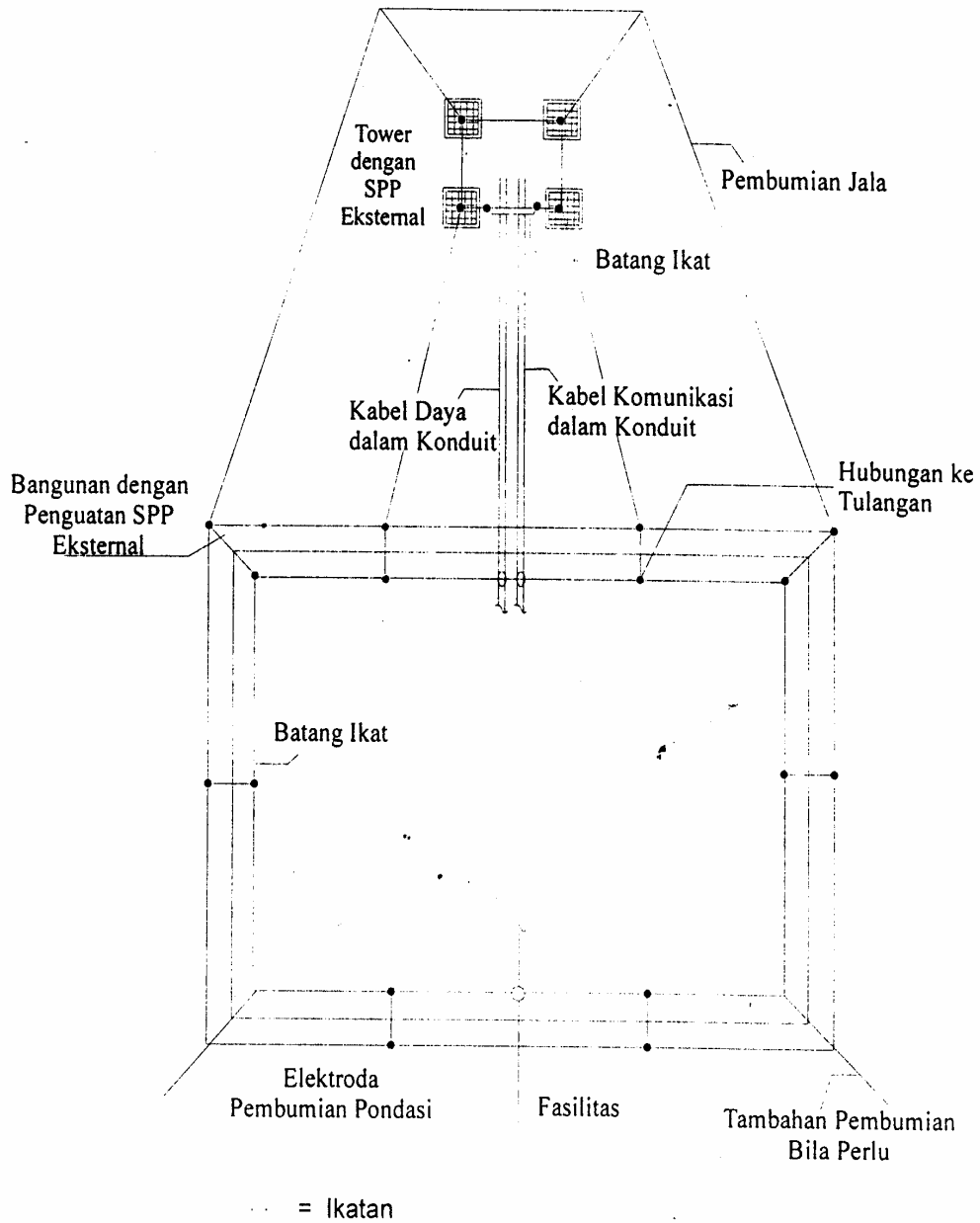
Tingkat proteksi	Bahan	Terminal udara (mm <sup>2</sup> )	Konduktor turun (mm <sup>2</sup> )	Terminal Pembumian (mm <sup>2</sup> )
1 sampai IV	Cu	35	16	50
	All	70	25	-
	Fe	50	50	80

**4.5.2 Dimensi**

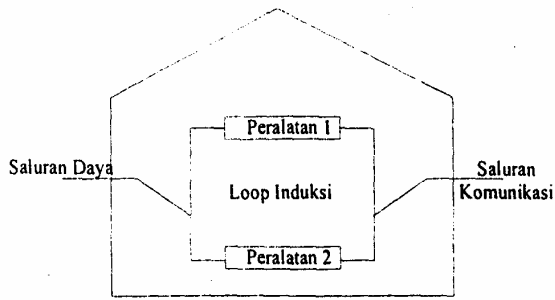
Dimensi minimum diberikan pada Tabel 5.

**4.5.3 Proteksi terhadap korosi**

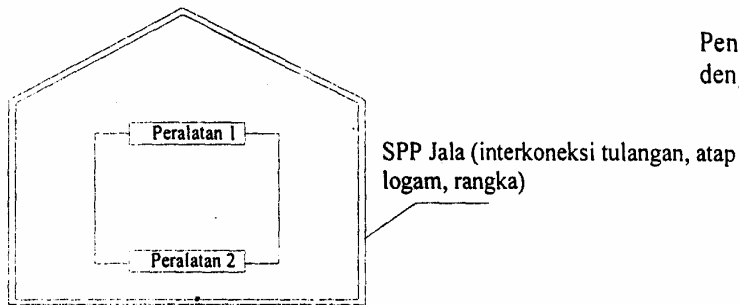
Jika terdapat resiko korosi, material harus dipilih dan berdimensi berdasarkan Tabel 4 dan 4.5.2.



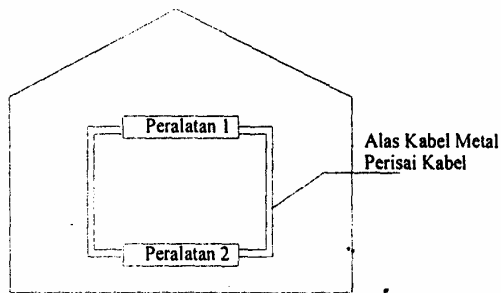
**Gambar 7 Contoh untuk pembumian jala**



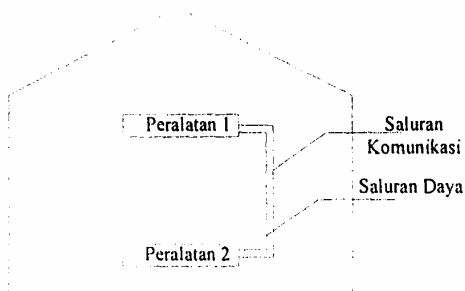
Sistem Tanpa Proteksi



Pengurangan Induksi dengan Perisai Luar

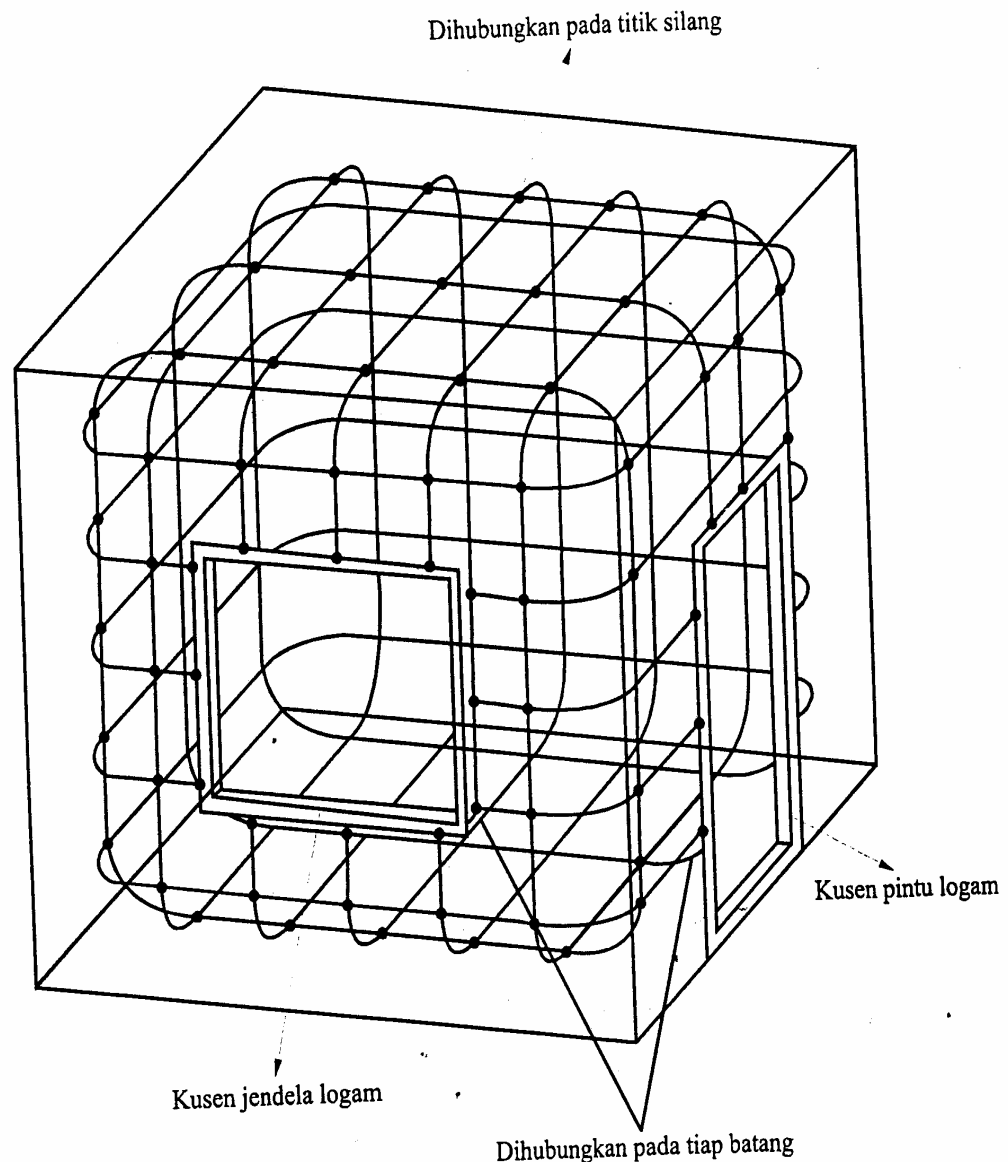


Pengurangan Induksi dengan Perisai Kabel (misal ; alas kabel metal, perisai kabel)



Pengurangan Induksi dengan Pemilihan rute Kabel

Gambar 8 Perisaian dan pemilihan jalur kabel



**Gambar 9** Contoh sebuah tindakan untuk mengurangi medan magnetik dalam bangunan dengan menghubungkan semua tulangan beton dan rangka metal

## 5 Sistem proteksi petir internal

### 5.1 Ikatan ekipotensial (IE)

#### 5.1.1 Umum

Penyamaan potensial merupakan cara sangat penting untuk mengurangi bahaya kebakaran dan ledakan serta bahaya kematian di dalam ruangan yang diproteksi.

Penyamaan potensial dicapai dengan konduktor ikatan atau Alat Proteksi Surja (APS) ke SPID, struktur rangka logam bangunan, instalasi logam dan saluran listrik dan telekomunikasi dalam ZPP. Jika SPID dipasang, logam di luar ruang yang diproteksi dapat terpengaruh, karenanya IE untuk logam luarjuga perlu disediakan.

Jika SIPP eksternal tidak dipasang tetapi proteksi terhadap pengaruh petir pada saluran listrik dan telekomunikasi diperlukan, maka IE harus dipasang.

**5.1.2. Ikatan ekipotensial untuk instalasi logam**

EB harus dipasang pada lokasi berikut:

- a) pada basemen atau dibawah permukaan tanah, konduktor ikat harus dihubungkan pada batang ikat yang dipasang sedemikian sehingga memungkinkan akses yang mudah untuk pemeriksaan . Batang ikat harus dihubungkan ke terminal pembumian. Untuk bangunan besar, lebih dari satu batang ikat harus dipasang dan disambung,
- b) di atas tanah pada interval vertikal tidak lebih 20 m untuk bangunan lebih tinggi dari 20 m, batang ikat harus dihubungkan pada konduktor ring horizontal yang mengikat konduktor turun (Nhat. Butir 4.2.3),
- c) jika syarat kedekatan tidak terpenuhi (lihat butir 5.2) dalam hal:
  - 1) bangunan beton bertulang berhubungan;
  - 2) bangunan rangka baja;
  - 3) bangunan dengan sifat pemerisaian setara.

IE secara normal tidak diperlukan pada kasus 2) dan 3) di atas untuk instalasi logam dalam bangunan. Untuk SPP terisolasi, IE harus dipasang pada permukaan tanah.

Jika lapisan isolasi disisipkan pada sambungan pipa gas atau pipa air, di antara kedua tepi pipa harus dipasang APS yang didesain untuk kondisi operasi.

EB dapat tercapai dengan bantuan:

- a) konduktor ikatan, jika kontinuitas elektrik dijamin oleh ikatan natural.  
Jika seluruh arus petir atau bagian subtansial mengalir melalui hubungan ikatan dimensi minimum untuk penampang konduktor ikatan utama diberikan pada Tabel 6. Dalam hal lain, penampang diberikan pada Tabel 7,
- b) APS, jika konduktor ikatan langsung tidak diperbolehkan (seperti pada saluran listrik atau data).  
APS harus dipasang sedemikian sehingga dapat diinspeksi.

**Tabel 6 Ukuran minimum konduktor ikat utama (porsi arus > = 25 %)**

Tingkat proteksi	Bahan	Penampang melintang (mm <sup>2</sup> )
1 sampai IV	Cu	16
	Al	25
	Fe	50

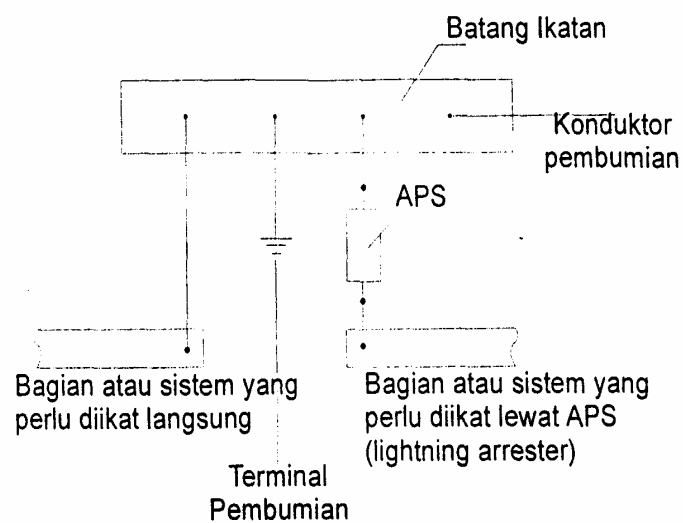


**Tabel 7 Ukuran minimum konduktor ikat tambahan (porsi arus  $\geq 25\%$ )**

Tingkat proteksi	bahan	Penampang melintang (MM <sup>2</sup> )
1 sampai IV	Cu	6
	Al	10
	Fe	16

### 5.1.3 Ikatan ekipotensial untuk badan konduktif luar

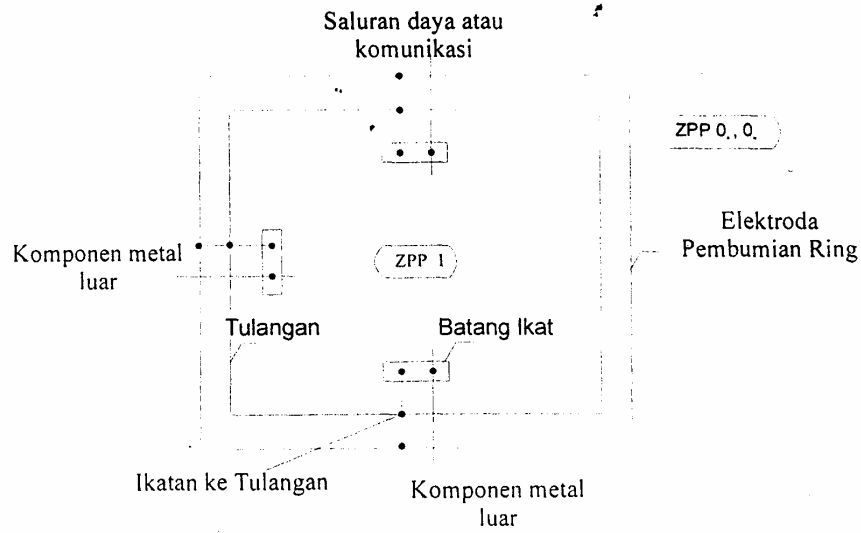
Untuk bagian konduktif luar, E harus dipasang sedekat mungkin ke titik masuk menuju bangunan. Diharapkan bahwa sebagian besar arus petir akan mengalir melalui hubungan ikatan.



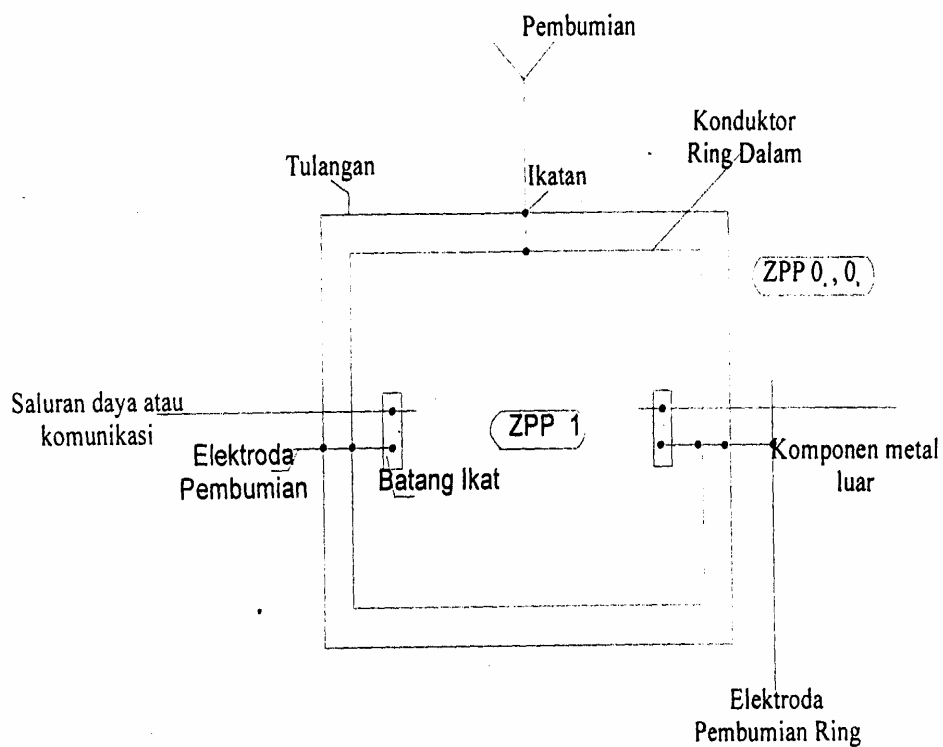
Keterangan :

- Klem
- Konduktor peggikat

**Gambar 10 Pengikatan dari bagian-bagian konduktif atau sistem listrik ke batang sikat**



**Gambar 11 Pengikatan pada kasus beberapa titik masuk pada tingkat dasar dari komponen metal eksternal dengan menggunakan elektroda ring**



**Gambar 12 Pengikatan pada kasus beberapa titik masuk pada tingkat dasar dari komponen metal eksternal dengan menggunakan konduktor ring dalam**

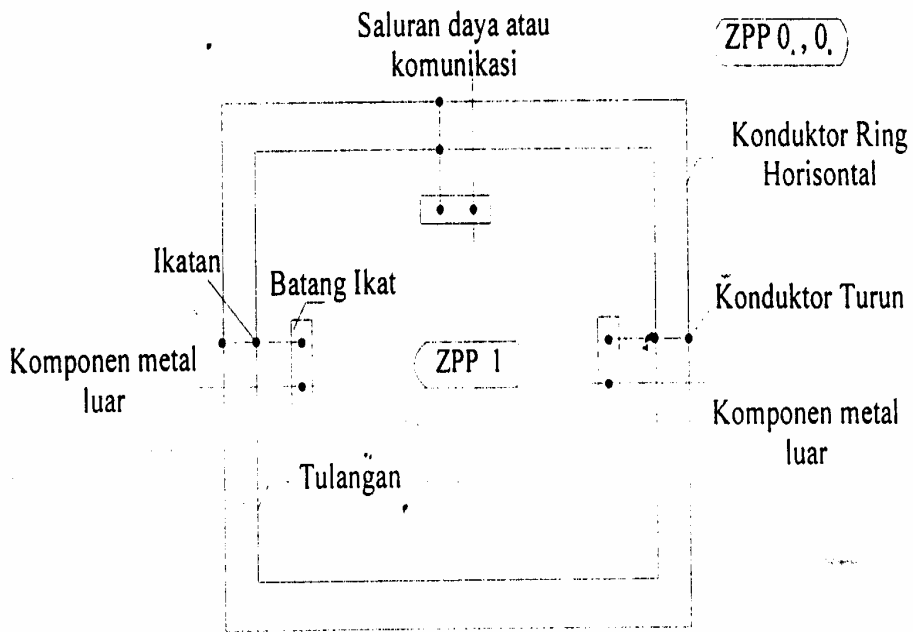
Bila bagian luar konduktif dan kabel listrik dan komunikasi masuk ke dalam suatu bangunan pada lokasi yang berbeda, dan karenanya diperlukan beberapa batang ikat, maka batang ikat tadi harus dihubungkan sependek mungkin dengan ring elektroda pbumian, juga harus dihubungkan ke tulangan beton( Cat Gambar 11). Jika ring elektroda pbumian tidak ada, maka batang ikat harus dihubungkan dengan elektroda pbumian tunggal dan dihubungkan dengan konduktor ring dalam (atau ring sebagian, lflat Gambar 12).

Untuk titik masuk di lantai atas, batang ikat harus dihubungkan secara horisontal dengan konduktor ring di luar atau di dalam dinding, dan diikat dengan konduktor turun dan tulangan beton, bila ada (lihat Gambar 13).

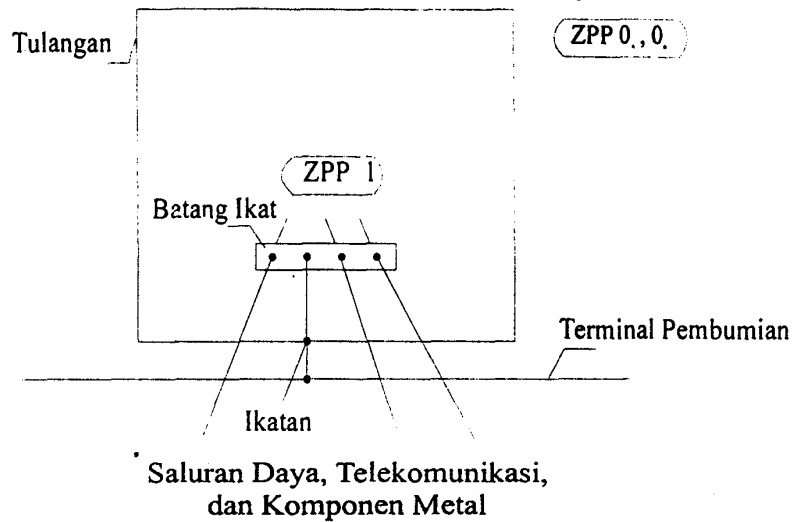
Semua komponen - komponen metal dan kabel listrik dan komunikasi dari luar dianjurkan masuk ke suatu bangunan pada tempat yang sama (lihat Gambar 14 sebagai contoh). Hal yang sangat penting untuk bangunan bangunan yang kurang terperisai. Batang ikat pada titik masuk ke bangunan harus dihubungkan sedekat mungkin dengan elektroda pbumian, dan juga tulangan beton, bila ada.

Konduktor ring harus dihubungkan ke tulangan atau komponen perisai lainnya, seperti rangka metal, rata-rata setiap 5 m.

Batang ikat untuk bangunan yang ditempati sistem informasi di mana pengaruh petir harus diminimalkan, lebih baik untuk menggunakan pelat metal -dengan jalur ikat jamak ke tulangan atau bagian lain dari perisai.



Gambar 13 Pengikatan pada kasus beberapa titik masuk pada tingkat atas dari komponen metal eksternal



Gambar 14 Penffikatan pada kasus beberapa titik masuk tunggal dari komponen metal eksternal

#### 5.1.4 Ikatan ekipotensial untuk instalasi logam, instalasi elektrik dan telekomunikasi, dan bagian konduktif luar pada kondisi tertentu

Jika SPID eksternal tidak diperlukan, instalasi logam, instansi elektrik dan telekomunikasi dan bagian konduktif luar harus dihubungkan pada level tanah ke terminal pembumian sesuai dengan persyaratan sub pasal 4.3.4.

#### 5.1.5 Ikatan ekipotesial untuk instalasi efektrik dan telekomunikasi dalam hal umum

IE untuk instalasi elektrik dan telekomunikasi harus dipasang berdasarkan sub pasal 5.1.2 IE harus dipasang sedekat mungkin ke titik masuk menuju bangunan.

Jika kabel berperisai dalam saluran logam, secara normal cukup untuk hanya menglikat perisai, dengan syarat bahwa perisai ini memiliki resistansi elektrik cukup rendah sehingga beda potensial yang timbul tidak akan membahayakan kabel dan peralatan terhubung.

Semua konduktor jala-jala harus diikat langsung atau tidak iangsung. Konduktor hidup harus diikatkan pada SPP melalui APS. Pada Sistem TN, konduktor pembumian (PE atau PEN) harus diikat langsung ke SPP.

#### 5.1.6 Kemampuan Konduktor ikat dan APS

Untuk klem dan APS yang digunakan untuk pengikatan pada perbatasan ZPP OA dan ZPP 1, harga parameter pada Tabel 11 harus digunakan, dengan mempertimbangkan pembagian arus pada penggunaan beberapa saluran kabel.

Untuk kiem dan APS yang digunakan untuk pengikatan pada perbatasan ZPP0B dan ZPP 1, harga parameter arus dihitung masing-masing.

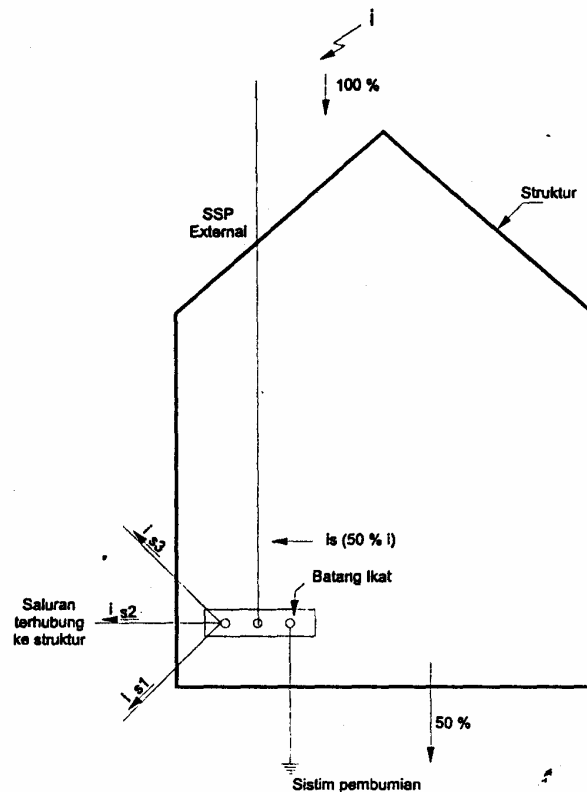
Untuk komponen metal eksternal, dan juga kabel listrik dan komunikasi yang masuk ke dalam bangunan pada tingkat dasar, sebageian arus petir titik ikat harus devaluasi dan harus diperkirakan sebagai berikut:

Pada perhitungan tersendiri tidak memungkinkn bahwa 50 % dart total arus petir  $i$  masuk ke dalam sistem pembumian SPP dari bangunan, dan 50% sisanya  $i$ , disalurkan melalui saluran-saluran yang ma6uk ke bangunan (komponen metal, instansi listrik dan komunikasi, dan lain-lain). Harga arus yang mengalir pada masing-masing peralatan,  $i_i$ , diberikan dengan persamaan

$$i_s / n \tag{3}$$

dengan  $n$  adalah jumlah saluran (lihat Gambar 15). Untuk mengevaluasi arus  $i$ , dalam konduktor tunggal pada kabel tanpa perisai, arus kabel  $i_i$  dibagi dengan  $m$ , jumlah konduktomya, yaitu

$$i_v = i_{i/m} \tag{4}$$



**Gambar 15** Distribusi arus petir di antara saluran-saluran yang terhubung ke bangunan untuk kabel pensai, arus akan mengalir sepanjang perisainya

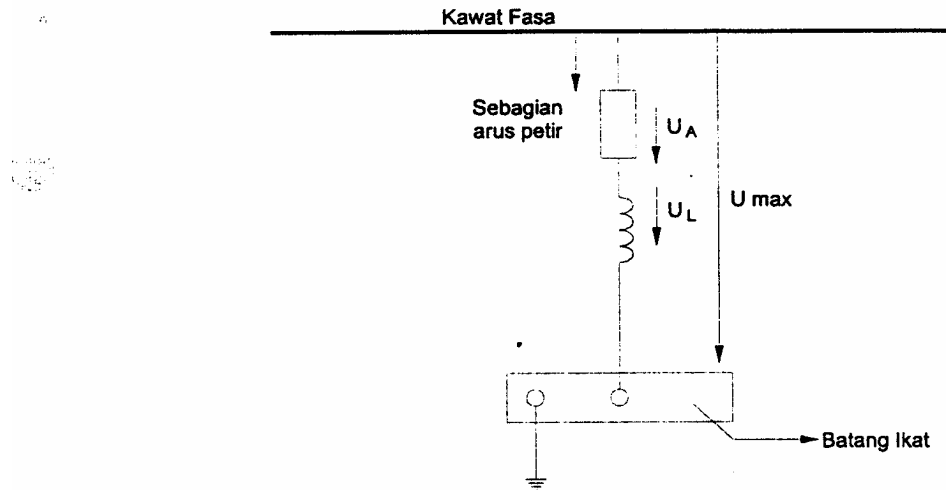
Pada perumahan, saluran telepon dapat diabaikan untuk penghitungan  $n$ , karena dianggap tidak mempengaruhi arus yang dibawa oleh saluran lain. Meskipun demikian, saluran telepon harus diikat, dan untuk desain ikat 5% dari arus petir  $i$  harus diasumsikan sebagai harga minimum.

Alat Proteksi Surja (APS) harus mempunyai ketahanan terhadap arus petir dan harus memenuhi persyaratan tambahan berupa tegangan sisa maksimum akibat surja, serta kemampuan untuk memutuskan arus ikutan dari sistem.

Tegangan suda maksimum  $U_{max}$  pada titik masuk ke bangunan harus dikoordinasikan dengan daya tahan dari sistem yang tedibat.

Untuk mencapai harga yang cukup rendah dari  $U_{max}$  jaringannya harus dihubungkan ke batang ikat sependek mungkin (lihat Gambar 16, dengan  $U_A$  dan  $U_L$ , yang tidak selalu muncul bersamaan, harus dijaga di bawah  $U_{max}$ ).

Prinsip umum untuk pengikatan pada perbatasan antara ZPP OA, OB dan 1 juga dapat dipakai untuk perbatasan zona selanjutnya.



$U_A$  = tegangan sisa APS

$U_L$  = tegangan induksi

$U_{max}$  = tegangan surja antara kawat Fasa dengan batang ikatan

**Gambar 16 Tegangan surja antara konduktor fasa batang ikatan**

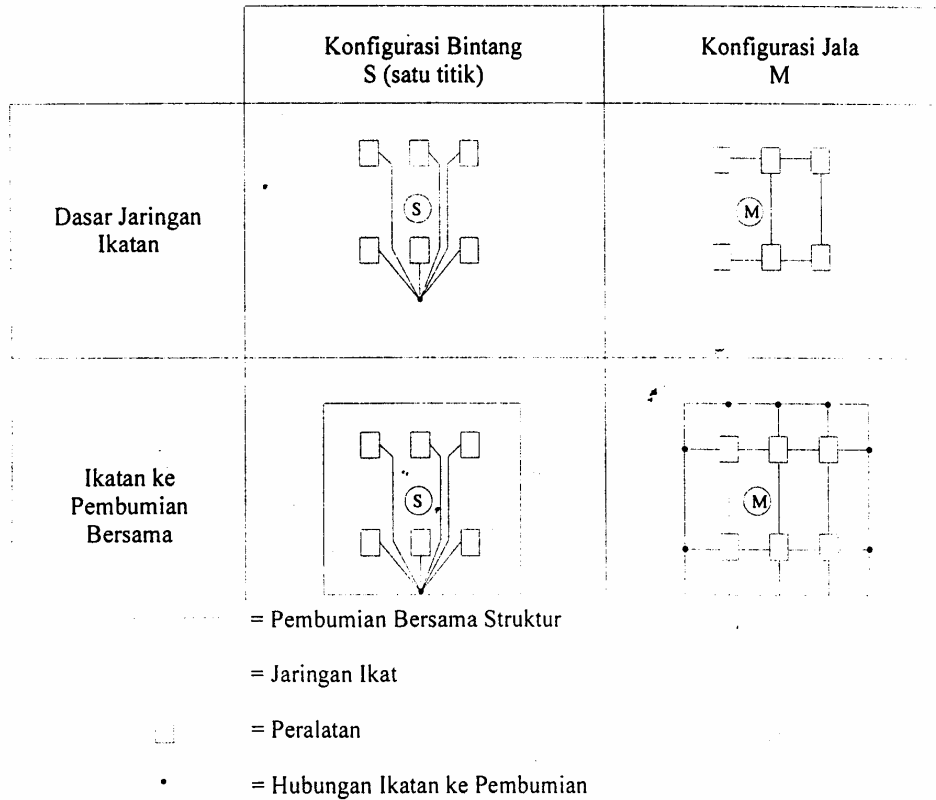
#### 5.1.6 Pengikatan pada sistem informasi

Sistem pembumian bersama dari bangunan meliputi juga pembumian dari SPP eksternal, agar dapat mencapai induktansi yang rendah dan sistem pembumian jala. Ada dua cara untuk mengikat komponen metal sistem informasi, seperti kabinet-kabinet, rumah rak, ke pembumian bersama dari bangunan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 17.

Salah satu konfigurasi dasar dari jaringan ikat harus digunakan (Gambar 18)

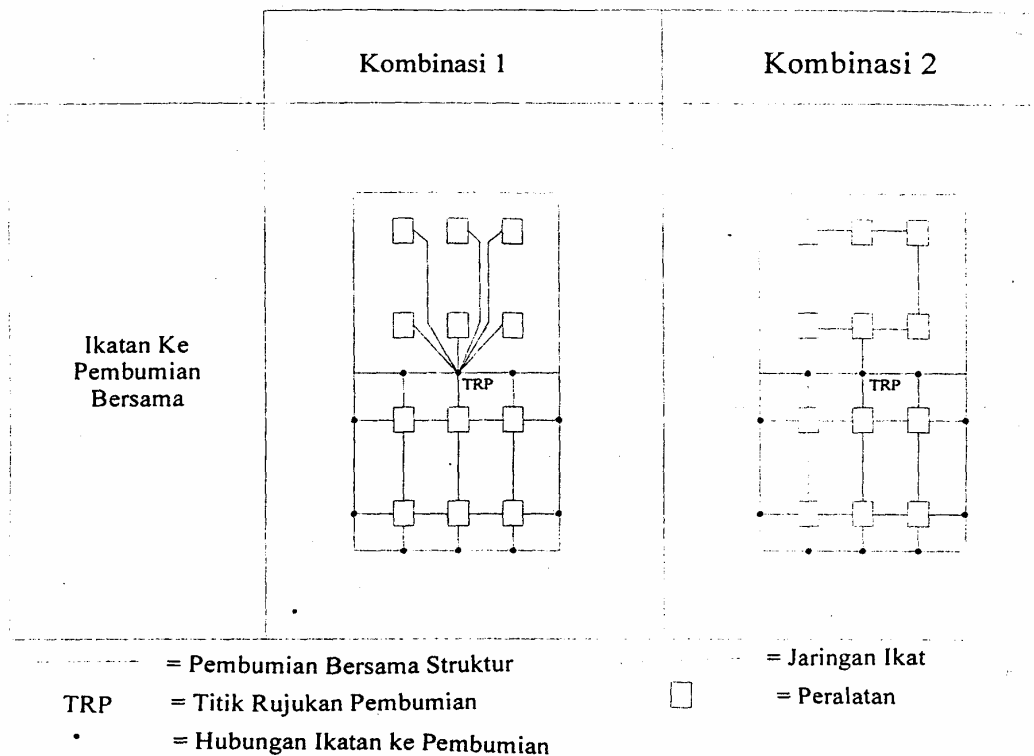
- konfigurasi bintang tipe S (satu titik);
- konfigurasi jala tipe M Jika jaringan ikat tipe S digunakan, semua komponen metal dari sistem harus diisolasi secara memadai dari sistem pembumian bersama kecuali pada titik ikat.

Umumnya jaringan ikat tipe S harus dintegrasikan ke sistem pembumian bersama dengan titik tunggal, titik rujukan pembumian (Gambar 17). Pada kasus ini juga, semua jaringan dan kabel diantara peralatan-peralatan harus dipasang paralel, dengan semua jaringan ikat meliputi konfigurasi bintang dimaksudkan untuk menghindarkan loop induksi. Melalui titik ikat tunggal tidak ada arus petir dengan Frekuensi rendah dapat masuk ke sistem informasi, dan sebagai tambahan, sumber interferensi frekuensi rendah dalam sistem informasi tidak akan menghasilkan arus pembumian. Titik ikat tunggal juga sangat ideal untuk menghubungkan APS dalam rangka membatasi konduksi tegangan lebih.



TRP = Titik Rujukan Pembumian

Gambar 17 Metode dasar sistem ikat untuk sistem informasi



Gambar 18 Kombinasi metode, ikat untuk sistem informasi



Jika jaringan ikat tipe M digunakan, komponen metal dari sistem tidak boleh diisolasi dari komponen sistem pembumian bersama. Jaringan ikat tipe M harus diintegrasikan dalam pembumian bersama pada sejumlah titik menghasilkan tipe  $M_m$

Umumnya, jaringan ikat tipe M digunakan untuk hibungan yang luas dan sistem yang terbuka, di mana jaringan-jaringan dan kabel-kabel berada pada jalur di antara peralatan-peralatan, dan bila saluran serta kabel-kabel masuk ke sistem pada beberapa titik.

Di sini, jaringan impedansi yang rendah untuk frekuensi tinggi dapat dicapai. Selanjutnya, loop hubung singkat yang banyak dari jaringan ikat akan mengurangi medan magnetik, jadi akan mengurangi pengaruh medan magnetik ash sekitar sistem informasi.

Dalam sistem yang kompleks, keuntungan dah kedua tipe (tipe M dan S) dapat dikombinasikan seperti pada Gambar 18.

Jaringan ikat lokal tipe S dapat dikombinasikan dengan konfigurasi jala seperti kombinasi 1 pada Gambar 18.

Selanjutnya, jaringan ikat lokal tipe M dapat dihubungkan ke pembumian bersama pada ERP (kombinasi 2 Gambar 18). Di sini, semua komponen jaringan ikat lokal dan peralatan harus cukup diisolasi dari komponen pembumian bersama, dan semua peralatan dan kabel yang masuk pada sistem di ERP.

Normainya, hubungan pada jadtgan ikat ke pembumian bersama ditakukan pada perbatasan ZPP, meskipun tidak diharuskan.

## 5.2 Jarak aman

Untuk menghindan bunga api jika ikatan ekipotensial tidak dapat dimungkinkan, jarak pisah,  $s$ , antara instalasi SPP dan logam fainnya harus lebih jauh dari jarak aman ( $d$ ) seperti antara konduktif luar dan saluran di atas jarak aman,  $d$ :

$$s \geq d$$

(5)

$$d = k_i k_c I / \text{km (m)}$$

Rumus berlaku jika jarak antara konduktor turun sekitar 20 m

**Tabel 8 Nitai koefisien  $K_1$  syarat kedekatan SPP**

Tingkat proteksi	$K_1$
I	0,1
II	0,075
III dan IV	0,05

**Tabel 9 Nilai koefisien  $K_s$  syarat kedekatan SPP**

Bahan	$K_s$
Udara	1
Padat	0,5

6 Desain, perawatan, dan pemeriksaan SPIP

6.1 Desain

Efisiensi SPP menurun dari tingkat proteksi W, dengan efisiensi mengikuti tabel 10.

Tabel 10 Nilai Kc, syarat kedekatan SPP

Jumlah konduktor turun	Kc
Tunggal	0,66
Jamak	0,44

Tabel 11 Efisiensi SPP berdasarkan level proteksi

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

Tabel 12 Persamaan parameter arus petir terhadap level proteksi internal

Parameter petir		Level proteksi			
		I	II	III	IV
Nilai arus puncak	1 (kA)	200	150	100	80
Muatan total	$Q_{total}$ ( C )	300	225	150	120
Muatan impuls	$Q_{impuls}$ ( C )	100	75	50	40
Energi spesifik	W/R (kJ/ $\Omega$ )	10000	5600	2500	1600
Kecuraman rata-rata	KA/ $\mu$ s	200	150	100	80

CATATAN Bila perhitungan khusus tidak dimungkinkan, arus petir dianggap terdistribusi sebagai berikut :

- 50 % ke sistem pembumian,
- 50 % ke saluran listrik dan saluran telekomunikasi.

6.1.1 Pemilihan tingkat proteksi Sistem Proteksi Petir (SPP)

Pemilihan level proteksi dimaksudkan untuk mengurangi resiko kerusakan pada bangunan dan isinya akibat sambaran petir.

Resiko kerusakan pada tiap bangunan dapat diperkirakan dengan :

- a) menghitung frekwensi tahunan sambaran petir langsung ke bangunan ( $N_d$ );
- b) probabilitas dimana petir dapat menyebabkan kerusakan;
- c) rata-rata jumlah kerugian yang muncul akibat sambaran petir pada bangunan.

**CATATAN** : Sambaran tidak langsung harus diperhitungkan pada perhitungan resiko. Sebelum ada ketentuan selanjutnya, analisis resiko dapat dilakukan dengan merujuk standar IEC 61662

Kerusakan tergantung pada beberapa parameter berikut ini :

- a) penggunaan dan isi bangunan yang diproteksi;
- b) konstruksi dan bahan bangunan;
- c) peralatan.

Dengan demikian pemilihan dari level proteksi yang cukup untuk SPP yang disediakan dapat didasarkan pada frekuensi yang diterima  $N_d$  dari sambaran petir langsung ke bangunan yang diproteksi dan pada frekuensi penerimaan tahunan  $N_c$  dari sambaran petir.

### 6.1.2 Frekuensi sambaran petir ( $N_c$ ) yang diterima bangunan

Nilai  $N_c$  merupakan tanggung jawab dari komite nasional bila kerugian manusia, sosial dan budaya tercakup.

Nilai  $N_c$  dapat ditentukan oleh pemilik bangunan atau oleh perancang SPP bila kerugian hanya berhubungan dengan tanah milik pribadi.

Nilai  $N_c$  dapat diperkirakan melalui suatu analisis resiko kerusakan yang dihitung melalui suatu faktor pendekatan seperti :

- jenis konstruksi;
- adanya bahan-bahan yang mengandung gas dan mudah terbakar;
- alat yang disediakan untuk mengurangi akibat dari pengaruh petir;
- jumlah orang yang berhubungan dengan kerusakan.,
- jenis dan kepentingan yang berhubungan dengan pelayanan umum;
- nilai barang yang memiliki kerusakan;
- faktor lain (lihat tabel 1),

### 6.1.3 Frekuensi sambaran langsung $N_d$ yang diharapkan terhadap bangunan

Frekuensi tahunan rata-rata  $N_d$  dari sambaran langsung terhadap bangunan dapat diambil dari :

$$N_d = N_g \cdot A_c \cdot 10^{-10} \text{ per tahun}$$

dengan:

$N_d$  : adalah kerapatan sambaran petir ke tanah tahunan, dalam sambaran per km persegi per tahun. Bilamana data  $N_g$  tidak tersedia, angkanya dapat diperkirakan dari rumus

$$N_g = 0,04 \cdot T_d^{1.25} \text{ per km}^2 \text{ pertahun}$$

dengan:

Td : adalah jumlah hari guruh pertahun yang didapat dari peta isokeraunik atau table hari guruh tahunan (lihat Lampiran B)

A, : adalah daerah tangkapan ekivalen dari bangunan ( $M^2$ ).

Daerah tangkapan ekivalen dari bangunan didefinisikan sebagai daerah di atas permukaan tanah yang mempunyai frekuensi sambaran langsung fahunan ke bangunan yang bersangkutan.

Untuk bangunan terisolasi daerah tangkapan ekivalen,  $A_c$  adalah luas bangunan ditambah daerah sekelilingnya pada jarak 3 kali ketinggian tepi bangunan bersangkutan (lihat Gambar 19 untuk daerah dataran dan Gambar 19A dan 19B untuk daerah berbukit).

Pada kasus bangunan berdekatan dengan daerah tangkapan tumpang tindih, daerah ekivalen A. dikurangi sejauh

$$x_s = \frac{d + (hs - h)}{2}$$

dengan:

d : adalah jarak horizontal antara bangunan dan obyek (lihat Gambar 21), dan

hs : adalah tinggi bangunan sebelah

Hanya bangunan permanen dan cukup tahan terhadap petir yang akan diperhitungkan. Dalam setiap kasus nilai minimum dari daerah tangkapan ekivalen diasumsikan sebanding dengan tampak atas dari bangunan itu sendiri.

### **6.1.3 Prosedur pemilihan Sistem Proteksi Petir**

Prosedur pemilihan level proteksi disajikan pada Gambar 23. Nilai kritis dari efisiensi E yang diped ukan S PP, sebagai fungsi frekuensi i sambaran fangs ung Nd terhadap bangunan, dan frekuensi sambaran yang diterima  $N_c$  ditunjukkan pada Gambar 22.

## **6.2 Pemeliharaan dan Inspeksi**

### **6.2.1 Lingkup inspeksi**

Tujuan inspeksi adalah untuk meyakinkan bahwa:

- a) SPP sesuai dengan desain;
- b) Semua komponen SPP dalam keadaan baik dan mampu melakukan fungsinya, dan tidak ada korosi;
- c) Setiap penambahan. service atau konstruksi dihubungkan dengan ruangan yang diproteksi oleh ikatan atau perpanjangan ke SPP.

### **6.2.2 Tingkat inspeksi**

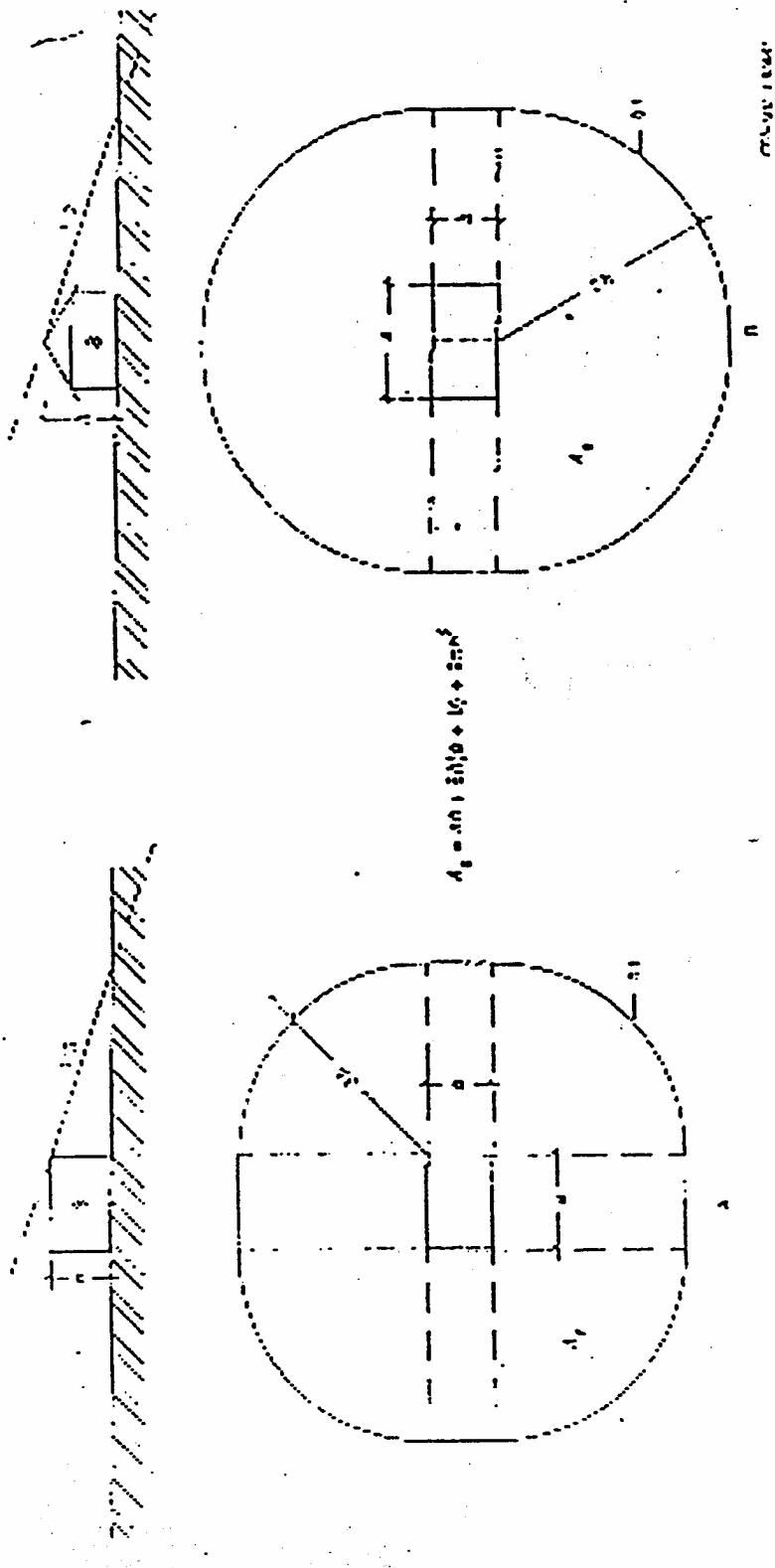
Inspeksi harus dibuat berdasarkan sub pasal 6.2.1 sebagai berikut:

- inspeksi selama konstruksi bangunan, untuk memeriksa elektroda yang ditanam;
- inspeksi setelah instalasi SPP dibuat berdasarkan sub butir a) dan b);

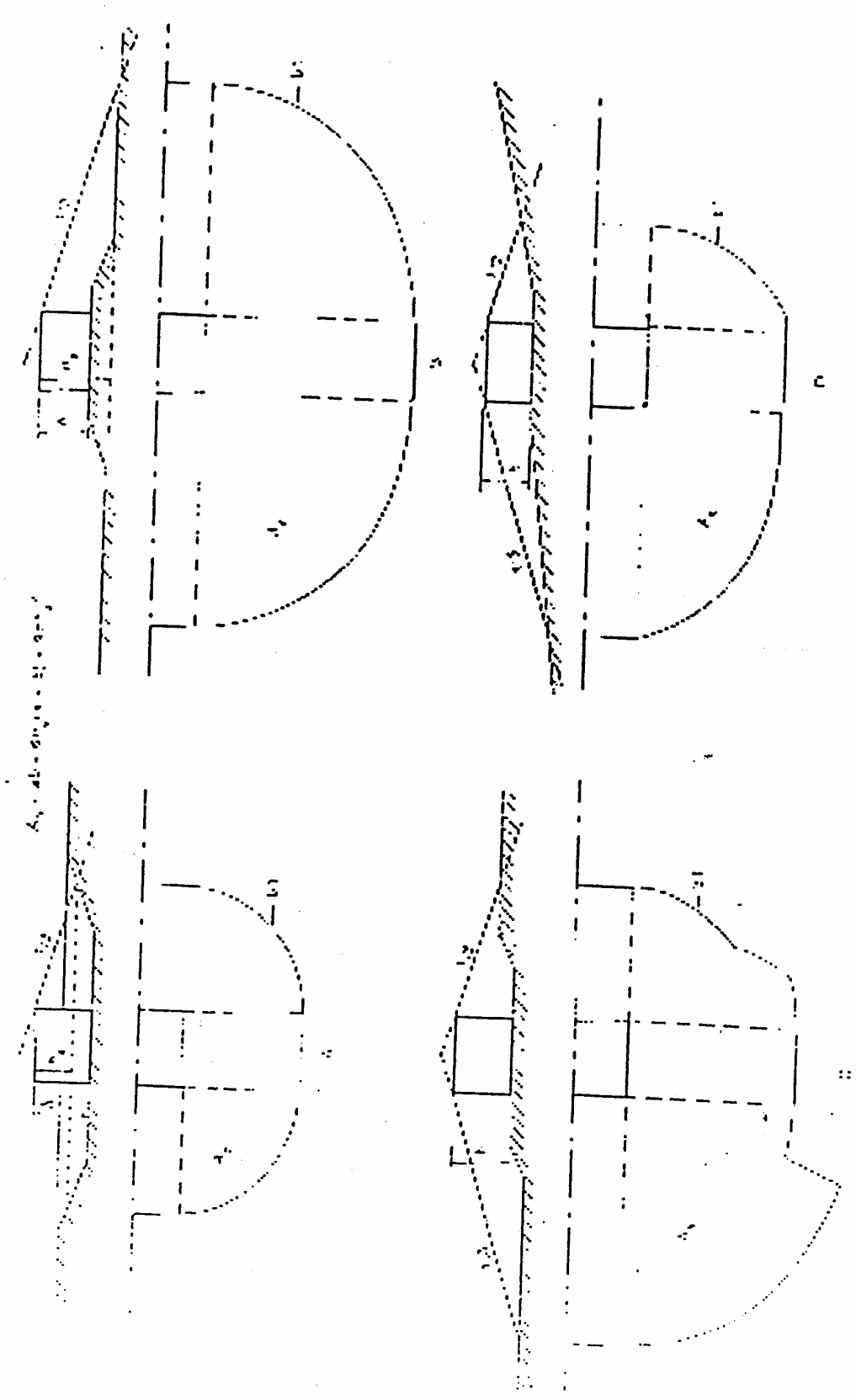
- inspeksi berulang secara periodik d'jbuat berdasarkan sub butir a), b) dan c) pada interval yang ditentukan sesuai dengan keadaan ruangan yang diproteksi dan masih korosi;
- inspeksi tambahan dibuat berdasarkan sub pasa) a), b) dan c) setelah penyesuaian atau perbaikan, atau jika diketahui bahwa bangunan disambar petir.

### **6.2.3 Pemeliharaan**

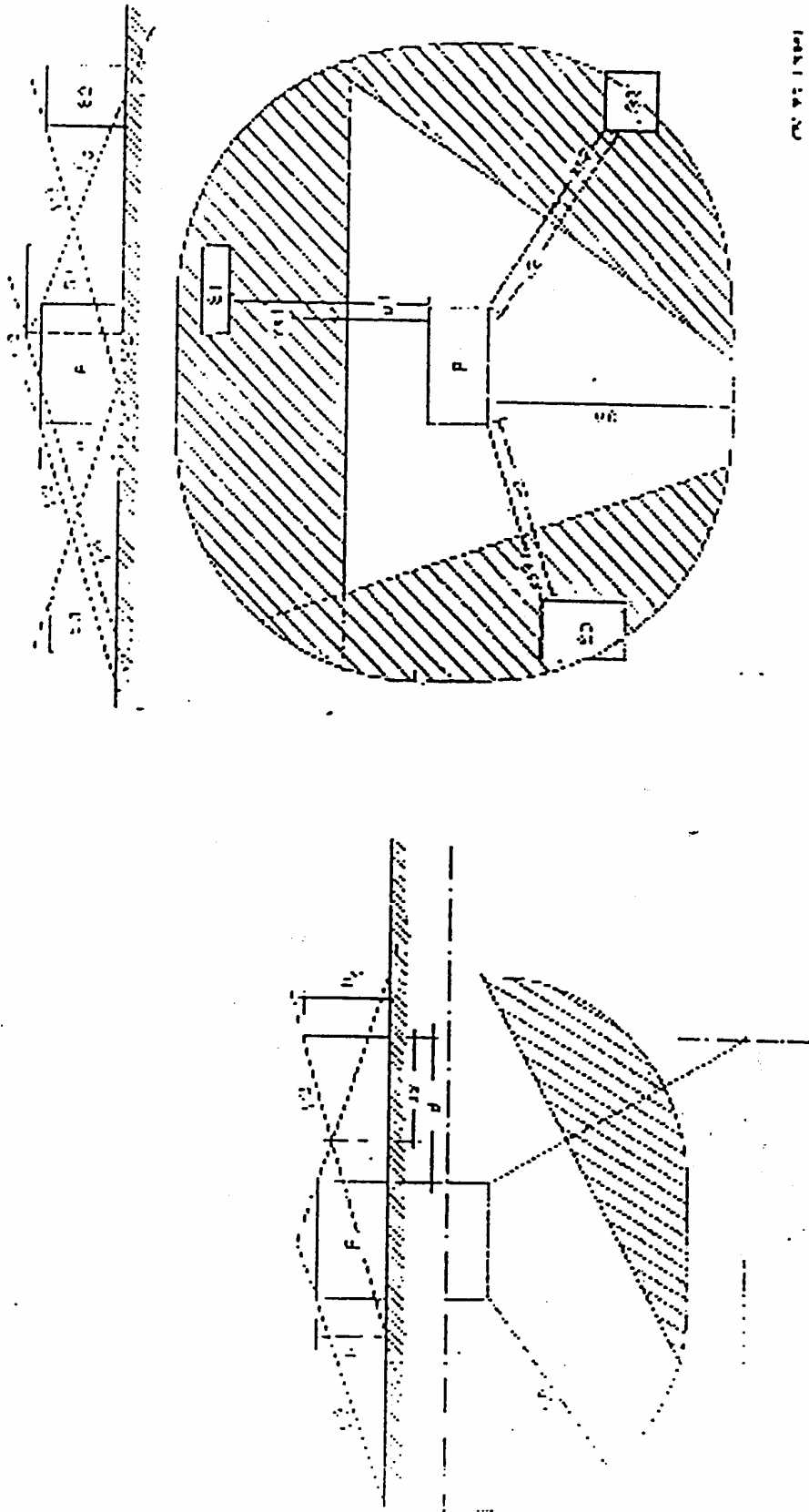
Inspeksi teratur di antara kondisi mendasar untuk pemeliharaan SPP yang andal. Semua gangguan yang diamati harus diperbaiki tanpa kelambatan.



Gambar 19 Daerah tangkapan ekuivalen dari bangunan di daerah dataran

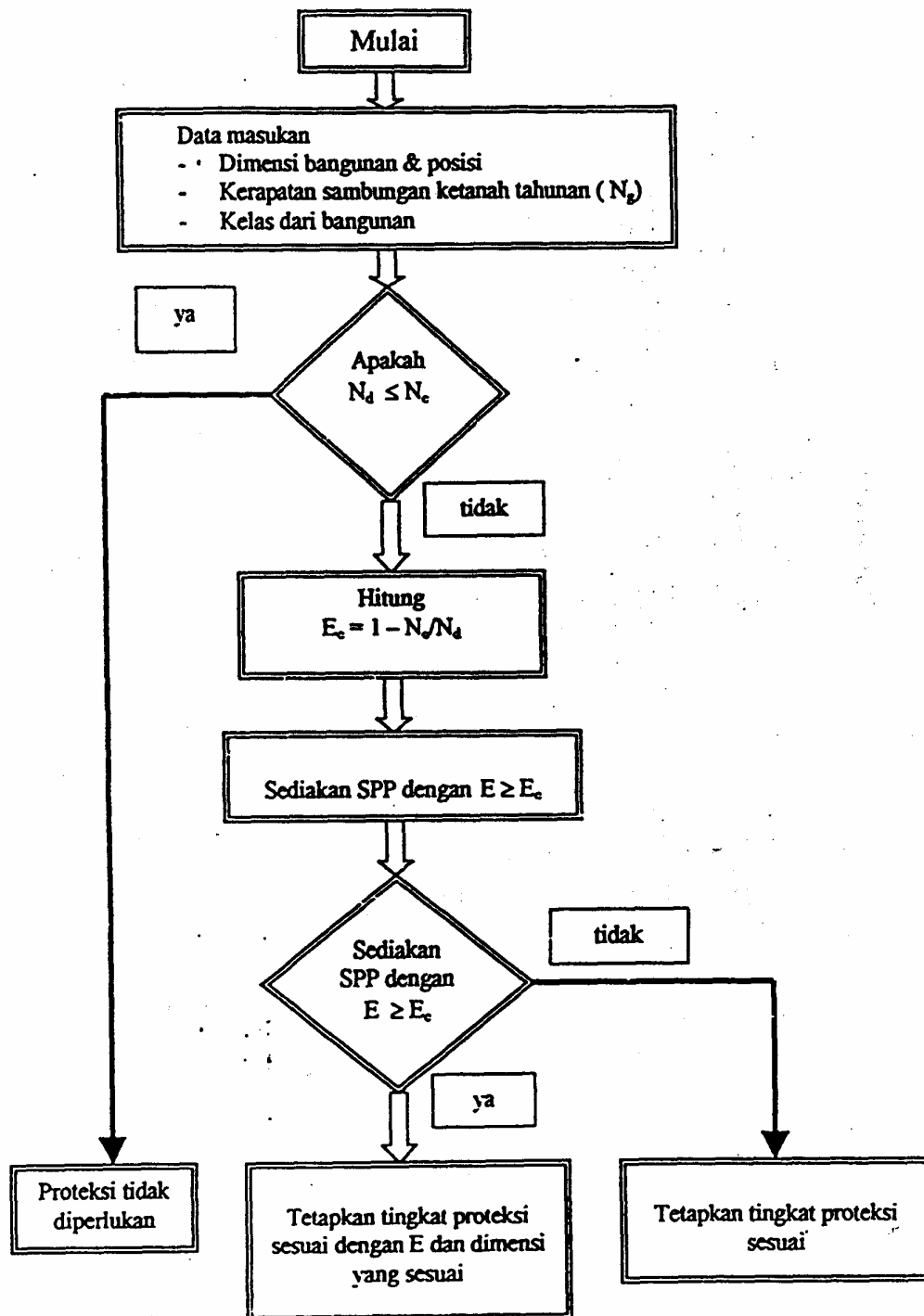


Gambar 20 Daerah tangkapan ekuivalen dari bangunan di perbukitan



Gambar 21 Daerah tangkapan ekuivalen dari bangunan yang berdekatan





Gambar 22 Diagram alir prosedur pemilihan SPP



**Lampiran A**  
(normatif)**Data tabulasi hari guruh rata-rata tahunan seluruh Indonesia****Tabel A.1 Pulau Jawa**

No.	Lokasi	Hari guruh rata-rata per tahun
1.	Semarang	148
2.	Bogor	201
3.	Jakarta	193
4.	Curug	220
5.	Serang	112
6.	Jatiwangi	189
7.	Citeko	227
8.	Tegal	198
9.	Kalianget	166
10.	Bawean	141
11.	Lembang	132
12.	Surabaya	159
13.	Banyuwangi	101
14.	Cilacap	85

**Tabel A.2 Pulau Bali dan Nusa Tenggara**

No.	Lokasi	Hari Guruh Rata-rata per tahun
1.	Denpasar	61
2.	Mataram	126
3.	Sumbawa Besar	119
4.	Bima	102
5.	Kupang	79
6.	Maumere	87
7.	Flores	88
8.	Waingapu	39
9.	Alor	107
10.	Lekunik	78

**Tabel A.3 Pulau Irian Jaya**

No.	Lokasi	Hari Guruh Rata-rata per tahun
1.	Sorong	147
2.	Jayapura	197
3.	Manokwari	162
4.	Timika	149
5.	Wamena	39

Tabel A.4 Pulau Sulawesi

No.	Lokasi	Hari Guruh Rata-rata per tahun
1.	Ujung Pandang	152
2.	Majene	139
3.	Masamba	248
4.	Bau-bau	137
5.	Palu	182
6.	Poso	127
7.	Bubung Luwuk	110
8.	Tok-tok	132
9.	Manado	126
10.	Gorontalo	212
11.	Bitung	55
12.	Naha	72

Tabel A.5 Pulau Maluku

No.	Lokasi	Hari Guruh Rata-rata per tahun
1.	Ternate	130
2.	Labuha	130
3.	Ambon	82
4.	Geser	91
5.	Saumlaki	83

Tabel A.5 (lanjutan)

No.	Lokasi	Hari Guruh Rata-rata per tahun
6.	Tual	26
7.	Amahai	109
8.	Namlea	69
9.	Bandanaira	63
10.	Kairatu	101

Tabel A.6 Pulau Kalimantan

No.	Lokasi	Hari Guruh Rata-rata per tahun
1.	Pangkalan Bun	237
2.	Palangkaraya	298
3.	Muara Taweh	267
4.	Balikpapan	227
5.	Samarinda	172
6.	Tanjung Selor	88
7.	Banjarmasin	85
8.	Kotabaru	58
9.	Pontianak	219
10.	Paloh	188
11.	Susilo-Sintang	144
12.	Nanga Pinoh	112
13.	Putusibau	169

Tabel A.7 Pulau Sumatra

No.	Lokasi	Hari Guruh Rata-rata per tahun
1.	Jambi	76
2.	Palembang	156
3.	Pangkal Pinang	118
4.	Tanjung Pandan	46
5.	Tanjung Karang	112
6.	Tanjung Pinang	148
7.	Dabo Singkep	107
8.	Tarempa	74
9.	Batam	131
10.	Tuntungan Medan	204
11.	Padang Panjang	122
12.	Banda Aceh	55
13.	Loksuemawe	201
14.	Sabang	31
15.	Meulabon	178
16.	Medan	224
17.	Belawan	246
18.	Sibolga	158
19.	Gunung Sitoli	112
20.	Riu	217
21.	Pangkalan Brandan	214
22.	Dumai	218

**Lampiran B  
(informatif)**

**Daftar istilah**

<i>structures</i>	:	bangunan
<i>protection</i>	:	<i>proteksi</i> , melindungi
<i>resistevity</i>	:	tahanan
<i>surge</i>	:	surya
<i>precast concrete</i>	:	beton <i>pracetak</i>
<i>designer</i>	:	perencana
<i>bonding</i>	:	ikatan
<i>potensial Equilization boning</i>	:	ikat penyama tegangan
<i>bonding network</i>	:	jaringan <i>ikat</i>
<i>Equipatential bonding</i>	:	ikatan ekipotensial