

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan mulai bulan september 2013 sampai dengan bulan maret 2014 dengan mengambil tempat di Gedung UPT TIK UNILA.

#### **3.2 Alat Dan Bahan**

Alat yang digunakan untuk penelitian di UPT TIK UNILA adalah earth tester, voltmeter, amperemeter, meteran, dan alat bantu lainnya.

#### **3.3 Mekanisme Pelaksanaan Penelitian**

Dalam melakukan pengumpulan data-data penulis melalui beberapa prosedur, diantaranya adalah melakukan observasi ke Gedung UPT TIK UNILA, Stasiun Meteorologi Kelas IV Masgar Tanjung Karang Balai Besar Wilayah II Ciputat Stasiun Klimatologi Masgar Tanjung Karang, dan Stasiun Meteorologi Kelas III Kotabumi Balai Besar Wilayah II Ciputat.

Data yang diperoleh diolah dan dianalisis. Langkah-langkah perencanaan instalasi penangkal petir yang dilakukan adalah:

1. Menentukan kepadatan sambaran petir.

Dalam perencanaan pengamanan terhadap sambaran petir, angka kepadatannya (frekuensi) harus ditinjau dulu, untuk menentukan mutu pengamanan yang akan dipasang. Hal tersebut dapat diketahui dengan mempergunakan peta hari guruh pertahun (Isokronic Level/IKL). Kemudian mencari harga korelasinya dengan kepadatan sambaran petir ke tanah. Untuk menentukan kepadatan sambaran petir dapat diperoleh dari persamaan berikut :

$$F_t = 0,25 \cdot T \text{ sambaran/km}^2\text{/tahun} \dots\dots\dots [ 1 ]$$

Dimana :

$$F_t = \text{Kepadatan sambaran petir (sambaran/km}^2\text{/tahun)}$$

$$T = \text{Hari guruh pertahun (IKL)}$$

2. Menentukan jarak pukul petir

*Pilot leader* akan membawa muatan mengawali aliran ketanah sehingga saluran yang dibuat oleh *pilot leader* ini menjadi bermuatan dan kuat medan (*potensial gradient*) dari ujung *leader* ini sangat tinggi. Selama pusat muatan diawan mampu memberikan muatannya pada ujung *leader* lebih besar dari kuat medan udara maka *leader* (petir) akan tetap mampu

melanjutkan perjalanannya. Pada saat *leader* mendekati tanah, kuat medan statis pada permukaan tanah akan naik cukup tinggi untuk menghasilkan aliran keatas yang pendek menyongsong *pilot leader*. Titik tempat bertemunya dua aliran yang berbeda muatan ini disebut “*striking point*” (titik pukul). Di mana lebih lanjut jarak pukul petir (*striking distance*) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$d = 6,7 I^{0,8} \text{ meter} \dots \dots \dots [ 2 ]$$

Dimana:

$$d = \textit{Striking distance} \text{ (m)}$$

$$I = \text{Arus petir (kA)}$$

Untuk menentukan besarnya jumlah sambaran petir per hari per km<sup>2</sup>, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$N_E = (0,1 + 0,35 \sin \lambda) (0,4 \pm 0,2) \dots \dots \dots [ 3 ]$$

Dimana:

$$N_E = \text{Jumlah sambaran petir per hari per km}^2.$$

$$\lambda = \text{Garis lintang geografis daerah}$$

### 3. Menentukan tingkat perkiraan bahaya UPT TIK UNILA.

Untuk menentukan secara tepat dan akurat besarnya kebutuhan pengamanan terhadap sambaran petir merupakan hal yang sulit sekali. Pada umumnya, faktor utama yang menentukan kebutuhan pengamanan terhadap sambaran petir pada bangunan tergantung pada penggunaan,

konstruksi bangunan, tinggi bangunan, banyak hari guruh pertahun di daerah tersebut (IKL), serta situasi dan letak bangunan. Disamping itu masih ada faktor lain yang mempengaruhi, seperti besarnya arus petir, frekuensi petir, dan letak geografis bangunan. Semua faktor inilah yang dapat digunakan sebagai pedoman perencanaan instalasi penangkal petir. Secara praktis faktor-faktor di atas dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan pengamanan bangunan terhadap sambaran petir. Untuk menentukan tingkat kebutuhan pengamanan terhadap sambaran petir pada bangunan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$R = A + B + C + D + E \dots \dots \dots [ 4 ]$$

Dimana nilai – nilai pada persamaan diatas dilihat dari tabel - tabel nilai indeks antara lain :

Tabel 3.1. Indeks A = Macam Penggunaan Bangunan [13]

Penggunaan dan Isi	Indeks A
(1)	(2)
Bangunan biasa yang tak perlu diamankan baik bangunan maupun isinya.	-10
Bangunan dan isi jarang dipergunakan, seperti dangau di tengah sawah, gudang, menara atau tiang dari logam.	0
Bangunan yang berisi peralatan sehari-hari atau tempat tinggal orang, seperti tempat tinggal rumah tangga, toko, pabrik kecil, tenda atau stasiun kereta api.	1

Bangunan atau isinya cukup penting, seperti menara air, tenda yang dihuni cukup banyak orang, toko barang-barang berharga, kantor, pabrik, gedung pemerintah, tiang atau menara bukan dari logam.	2
Bangunan yang berisi banyak sekali orang, seperti bioskop, mesjid, gereja, sekolah, monumen bersejarah yang sangat penting.	3
Instalasi gas, minyak atau bensin, rumah sakit.	5
Bangunan yang mudah meledak.	15

Kegunaan berikut isi dari bangunan mempengaruhi pengamanan dari hal hal yang tidak diinginkan. Terlebih bangunan atau gedung tersebut terdapat perangkat elektronik dan orang-orang yang ada didalamnya. Bahan – bahan yang mudah terbakar atau sensitif terhadap kebakaran bahkan dapat menarik sebuah kebakaran diperlukan perlindungan terhadap gedung atau bangunannya. Tabel 3.1 diatas menunjukkan nilai dari penggunaan gedung untuk diperlukan pengamanan.

Tabel 3.2. Indeks B = Konstruksi Bangunan [13]

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

Tabel 3.2 indeks B merupakan tabel indeks untuk berbagai macam bahan atau komposisi konstruksi bangunan. Apabila konstruksi bangunan terbuat dari bahan yang dapat dengan mudah menyalurkan arus listrik, maka indeks bangunan semakin kecil. Hal tersebut dikarenakan gedung berdiri langsung diatas tanah

sehingga apabila bahan dari gedung tersebut dari atas tersambung dengan tanah apabila tersambar listrik atau memiliki aliran listrik dapat disalurkan ke tanah secara langsung tanpa perantara sistem pentanahan. Begitu pula sebaliknya apabila konstruksi gedung semakin tidak dapat menghantarkan aliran arus listrik ke tanah maka diperlukan sistem pentanahan sehingga apabila di indeks memiliki nilai yang lebih tinggi.

Tabel 3.3. Indeks C = Tinggi Bangunan [13]

Tinggi Bangunan	(m)	Indeks C
(1)	(2)	(3)
Sampai dengan	6	0
	12	2
	17	3
	25	4
	35	5
	50	6

Tabel 3.3. indeks tinggi bangunan merupakan nilai indeks dimana perbandingan tinggi gedung dengan nilai indeks kemungkinan gedung tersambar petir. Semakin tinggi dari gedung ke langit maka kemungkinan akan tersambar petir akan semakin besar.

Tabel 3.4. Indeks D = Situasi Bangunan [13]

Situasi Bangunan	Indeks D
(1)	(2)
Di tanah datar pada semua kegiatan.	0
Di kaki bukit samapi 3/4 tinggi bukit/di pegunungan sampai 1.000 m.	1
Di puncak gunung atau pegunungan lebih dari 1.000 m	2

Tabel 3.4 memiliki korelasi dengan tabel 3.3, dimana memiliki penilaian terhadap atap gedung yang semakin tinggi atau mendekati langit. Penilaian untuk sebuah gedung yang tidak tinggi namun apabila gedung tersebut terletak didataran tinggi, maka memiliki nilai indeks yang semakin besar. Hal tersebut dikarenakan kemungkinan gedung didataran tinggi untuk tersambar petir lebih besar dibandingkan dengan gedung yang berada didataran rendah.

Tabel 3.5. Indeks E = Pengaruh Kilat [13]

Hari Guruh per Tahun (IKL)	Indeks E
(1)	(2)
2	0
4	1
8	2
16	3
32	4
64	5
128	6
256	7
384	8

Daerah yang memiliki curah hujan yang tinggi memiliki kemungkinan terjadinya sambaran petir lebih tinggi. Pada saat terjadi curah hujan terdapat awan kumulonimbus yang memiliki kemungkinan terjadinya guruh yang lebih besar. Guruh tersebut yang memiliki sambaran-sambaran petir yang dapat menyambar gedung atau benda disekitarnya. Hal ini terlihat pada tabel 3.5 diatas terlihat semakin besarnya jumlah hari guruh maka semakin besar indeks.

Tabel 3.6. R = Perkiraan Bahaya [13]

$R = A + B + C + D + E$	Perkiraan bahaya	Pengamanan
(1)	(2)	(3)
Di bawah 11	Diabaikan	Tidak perlu
Sama dengan 11	Kecil	Tidak perlu
12	Sedang	Agak dianjurkan
13	Agak besar	Dianjurkan
14	Besar	Sangat dianjurkan
Lebih dari 14	Sangat besar	Sangat perlu

Dari nilai indeks pada tabel 3.1, sampai dengan tabel 3.5, dijumlahkan untuk disimpulkan perkiraan tingkat bahaya sambaran petir dan kebutuhan pengamanan dari sambaran petir ke gedung. Perkiraan tingkat bahaya sambaran petir dan tingkat kebutuhan pengamanan gedung terhadap sambaran petir dapat dilihat pada tabel 3.6 diatas. Selanjutnya dari perkiraan tingkat bahaya sambaran petir dan tingkat kebutuhan pengamanan dari sambaran petir dapat direncanakan sistem pentanahan pada gedung.



4. Menentukan luas daerah yang menarik sambaran petir ( $C_a$ )

Besarnya arus petir pada suatu daerah juga sangat mempengaruhi luas daerah di sekitar bangunan tersebut yang menarik sambaran petir. Semakin besar arus petir semakin besar pula luas daerah yang menarik sambaran petir tersebut, karena jarak terkaman petir semakin besar dan luas. Hal ini merupakan salah satu faktor dalam proses perancangan dan perencanaan sistim pentanahan petir suatu bangunan bertingkat. Luas daerah bangunan yang menarik sambaran petir dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$C_a = (L \times W) + (4L \times H) + (4W \times H) + 4 (\pi H^2) \dots \dots \dots [ 5 ]$$

Dimana:

$$C_a = \text{Luas daerah yang menarik sambaran petir (m}^2\text{)}$$

$$L = \text{Panjang bangunan (m)}$$

$$W = \text{Lebar bangunan (m)}$$

$$\pi = \text{Koefisien (3,14)}$$

$$H = \text{Tinggi bangunan (m)}$$

5. Menentukan perkiraan kemungkinan gedung tersambar petir ( $P_s$ )

Dari persamaan menentukan luas daerah yang menarik sambaran petir ( $C_a$ ) di atas dapat dihitung perkiraan kemungkinan bangunan tersambar petir yang diperoleh dari persamaan :

$$P_s = C_a \times N_E \times I_{KL} \times 10^{-6} \times C_1 \dots \dots \dots [ 6 ]$$

Dimana

$$P_s = \text{Kemungkinan bangunan tersambar petir}$$

(sambaran petir/km/hari)

$N_E$  = Jumlah sambaran petir per hari per  $\text{km}^2$

IKL = Banyaknya hari guruh per tahun

$C_1$  = Faktor pengali untuk berbagai macam kondisi daerah.

6. Menentukan tingkat kebutuhan pengamanan terhadap sambaran petir

Berdasarkan persamaan menentukan perkiraan kemungkinan gedung tersambar petir ( $P_s$ ) luas daerah yang menarik sambaran petir dan perkiraan kemungkinan bangunan tersambar petir, maka tingkat kebutuhan pengamanan terhadap sambaran petir pada bangunanpun dapat dihitung melalui rumus:

$$P_r = P_s \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5 \dots \dots \dots [ 7 ]$$

Dimana :

$P_r$  = Tingkat kebutuhan pengamanan terhadap sambaran petir pada bangunan atau tingkat bahaya

$C_2$  = Faktor pengali untuk berbagai macam konstruksi bangunan.

$C_3$  = Faktor pengali untuk berbagai macam isi dan kandungan bangunan

$C_4$  = Faktor pengali untuk berbagai macam kondisi penghunian bangunan.

$C_5$  = Faktor pengali untuk berbagai macam manfaat dan pengaruh bangunan terhadap lingkungan

## 7. Menentukan radius perlindungan terhadap sambaran petir

$$R_p = h \sqrt{\pm \left( \frac{D}{h} \right) - 1} \dots\dots\dots [ 8 ]$$

$R_p$  = Radius Perlindungan (m)

$D$  = Inisiasi Jarak Gedung (m)

$h$  = Tinggi Finial (m)

## 8. Menentukan luas daerah perlindungan terhadap sambaran petir

$$A_p = \pi \cdot R_p^2 \dots\dots\dots [ 9 ]$$

$A_p$  = Luas daerah perlindungan terhadap sambaran petir (m<sup>2</sup>)

$\pi$  = Koefisien (3,14)

$R_p$  = Radius perlindungan terhadap sambaran petir (m)

## 9. Menentukan luas penampang penghantar turun

Luas penampang penghantar turun (A) dari suatu instalasi penangkap petir tergantung pada besarnya arus petir maksimum yang berkisar antara 5 kA – 220 kA. [12] Untuk itu persamaan yang digunakan adalah :

$$A = I_o \sqrt{\frac{8,5 \times 10^{-6} S}{\log_{10} \left( \frac{1}{274} + 1 \right)}} \text{ mm}^2 \dots\dots\dots [ 10 ]$$

Dimana :

$A$  = Luas Penampang konduktor (mm<sup>2</sup>)

$I_o$  = Arus petir maksimum (A)

$S$  = Lama gangguan (detik)

$T$  = Temperatur konduktor yang diizinkan (°C)

#### 10. Menentukan besarnya tahanan pentanahan dari batang elektroda

Cara yang paling sederhana tapi masih sering dipakai dalam pentanahan sistem pengaman terhadap petir. Tahanan pentanahan dari satu batang elektroda yang dipasang di permukaan tanah dapat dihitung dengan persamaan [10]:

$$R = \frac{1+x}{2} \text{ ohm}$$

$$X = \left( \frac{L}{Ln48L/a-1} \right) / d \dots\dots\dots [ 11 ]$$

Dimana:

- R = Tahanan pentanahan (Ohm)
- X = Tahanan spesifik tanah ( $\Omega\text{m}$ )
- L = Panjang batang elektroda (m)
- a = Jari-jari batang elektroda (m)
- d = Jarak antar elektroda (m)