

# Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri *Furniture*

Sukamdi<sup>\*a)</sup>, Sri Wahyuni Dalib), Chandra Wiharya<sup>a)</sup>, Abdu Alimil Asror<sup>a)</sup>

(Artikel diterima: Juni 2022, direvisi: Juni 2022)

**Abstract:** In planning external protection systems, the methods that are widely used are conventional and electrostatic lightning rod methods, therefore to study further, the results of observations that have been made to the industry there is still no lightning rod system so the author will try to plan and compare the plans of the two types of rods. lightning rods are Conventional ( Franklin ) and Electrostatic ( EF Lightning Protection System ) lightning rods in terms of protection, technical, economical, advantages and disadvantages. The research and observation methods were carried out in the furniture industry area of PT. Marufuji Kenzai Indonesia, with data collection techniques through direct observation, interviews, and literature studies, so that the building plan data (height, width and length of the building) are obtained and the 2020 thunder day data (IKL 238) then the data obtained is used to calculate the parameters in planning the installation of lightning rods according to the standards of SNI 03-7015-2004 and PUIPP. So that the results obtained for planning the conventional method ( Franklin ) with the placement of air terminations using the rolling ball method obtained 22 finials installed with buildings that can withstand currents of up to 160.1 kA and for the electrostatic method ( EF Lightning Protection System ) with 1 finial the building can withstand currents up to 25,891 kA, and if it exceeds this value a lightning rod will be caught.

**Keywords :** External Lightning Protection, Conventional (Franklin), Electrostatic (E.f Lightning)

## 1. Pendahuluan

Di era ini, industri Indonesia berkembang pesat dan banyak menggunakan peralatan sistem dengan komponen listrik, khususnya di sebuah industri *furniture* PT. Marufuji Kenzai Indonesia. Dalam proses produksinya, banyak menggunakan mesin-mesin listrik seperti motor, mesin cutter, CNC router, double n, kompresor guna untuk menggerakkan mesin produksi tersebut. Karenan banyak menggunakan komponen listrik dalam sistem produksinya maka diperlukan sistem pengaman baik komponen-komponen peralatan maupun gedung industri tersebut, salah satunya yaitu pengamanan dari faktor alam yaitu petir. Dari data BMKG sambaran petir mendeteksi pada tahun 2020 sebanyak 160.023, dikarenakan lokasi PT. Marufuji Kenzai Indonesia terletak dikaki gunung yang memiliki curah hujan yang tinggi dan intensitas petir yang cukup sering terjadi. Sambaran petir dapat merusak struktur yang terbuat dari bahan seperti kayu, besi dan baja yang dapat mengalirkan arus listrik yang tinggi dari petir sehingga dapat memanaskan bahan dan bisa juga menyebabkan potensi kebakaran, ledakan atau kerusakan berbahaya di industri.

Sambaran petir yang terjadi dapat diproteksi dengan cara menyalurkan arus petir yang besar ke bumi untuk di netralkan arusnya dengan waktu yang singkat. Untuk itu penyaluran arus petir ini harus ditunjang dengan sistem isolasi dan pentanahan yang baik sehingga saat dilewati arus petir tidak terjadi kebocoran isolasi yang dapat menyebabkan kecelakaan. Talah dilansir bahwa perlindungan suatu gedung terhadap sambaran petir dapat dikategorikan menjadi tiga yaitu: perlindungan terhadap gedung itu sendiri, perlindungan objek-objek di dalam maupun disekitar gedung dan yang paling utama perlindungan terhadap manusia.

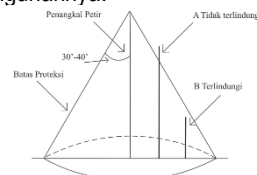
Hari guruh merupakan banyaknya hari dimana terdengar guntur dalam jarak kira-kira 15 Km dari stasiun pengamatan. Hari guruh biasa disebut juga (thunderstormday). Isokeraunic Level (IKL) adalah jumlah hari guruh dalam satu tahun disuatu tempat. Untuk menganalisa pengamatan terhadap sambaran petir di

Industri. PT. Marufuji Kenzai Indonesia, data hari guruh yang telah diperoleh digunakan untuk menghitung besarnya kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan (Ng) dan sebagai salah satu indeks dalam penentuan besarnya kebutuhan bangunan akan adanya sistem penangkal petir.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Metode Ruang Proteksi Konvensional

Pada awal mula ditemukannya penangkal petir dan beberapa tahun setelah itu ruang proteksi dari suatu penangkal petir berbentuk ruang kerucut dengan sudut puncak kerucut berkisar antara 250 hingga 550 dapat dilihat pada Gambar 2.1. Pemilihan besarnya sudut proteksi ini menyatakan tingkat proteksi yang diinginkan. Semakin kecil sudut proteksi maka semakin tinggi tingkat proteksi yang diperoleh semakin baik namun semakin mahal biaya pembangunannya.



Gambar 2. 1 Ruang Proteksi Konvensional

Untuk mempermudah analitik, ruang proteksi tiga dimensi dapat dilukiskan secara dua dimensi dan karena bentuknya simetri, maka analisis dapat dilakukan hanya pada bagian (Gambar 2.1.). Semua benda-benda yang berada dalam ruang kerucut proteksi (atau bidang segi tiga proteksi) akan terhindar dari sambaran petir. Sedangkan benda-benda yang berada diluar ruang kerucut proteksi (atau diluar bidang segi tiga proteksi) tidak akan terlindungi.

Jenis instalasi penangkal petir konvensional yakni rangkaian jalur instalasi penyalur petir yang bersifat pasif menerima sambaran petir. Sistem *Franklin* merupakan sistem pemasangan penangkal petir yang baik untuk instalasi penangkal petir konvensional.

### 2.2 Metode bola bergulir (*Rolling Sphere Method*)

Dengan metode ini seolah-olah ada suatu bola dengan radius

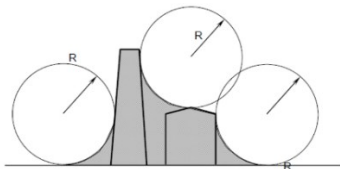
\* Korespondensi: [sukamdi@polinema.ac.id](mailto:sukamdi@polinema.ac.id)

a) Prodi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.  
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

b) Prodi Jaringan Telekomunikasi Digital, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.  
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

R yang bergulir diatas tanah, sekeliling struktur dan di atas struktur ke segala arah hingga bertemu dengan tanah atau struktur yang berhubungan dengan permukaan bumi yang mampu bekerja sebagai penghantar. Titik sentuh bola bergulir pada struktur adalah titik yang disambar petir dan pada titik tersebut harus diproteksi oleh konduktor terminasi udara. Semua petir yang berjarak R dari ujung penangkap akan mempunyai kesempatan yang sama untuk menyambar bangunan. Besarnya R berhubungan dengan besar arus petir dan dinyatakan sebagai berikut:

$$l = 0,75 \sqrt{R} \tag{2-1}$$



R : Radius bola gilir menurut Tabel 3  
CATATAN : Konduktor terminasi-udara SPP dipasang pada semua titik dan sekmen yang disentuh oleh bola gilir, dengan radius yang sesuai tingkat proteksi yang dipilih.

Gambar 2.2 Daerah Proteksi dengan Metode Bola Gulir (Sumber: SNI 03-7015-2004)

**2.3 Metode Ruang Proteksi Elektrostatis**

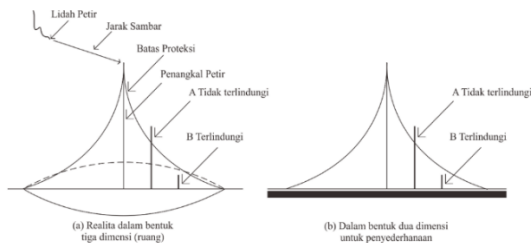
Teori elektrostatis adalah teori yang mengingatkan hubungan antara sifat listrik sambaran petir geometri sistem perlindungan terhadap petir agar diperoleh perilaku petir pada saluran yang baik. Teori ini semula dikembangkan untuk pembuatan elektrostatis pada saluran transmisi tegangan tinggi.

Model Elektrostatis didasarkan pada hipotesa sebagai berikut:

Jika suatu kepala lidah petir yang dalam pergerakannya mendekati objek sambaran bumi telah mencapai suatu titik sambara utama, maka petir akan mengenai objek sambaran melalui sambaran terpendek.

Jarak sambaran petir ditentukan oleh tinggi arus puncak sambaran pertama.

Ruang proteksi menurut model elektroteometri hampir sama dengan ruang proteksi berdasarkan konsep lama yaitu berbentuk ruang kerucut juga hanya saja bidang miring dari kerucut tersebut melengkung dengan jari-jari tertentu seperti terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.2 Konsep Ruang Proteksi Menurut Model Elektrostatis

Jarak sambaran (kemampuan menyambar atau menjangkau suatu benda) dari lidah petir ini ditentukan oleh arus petir yang terjadi. Derajat kelengkungan dari bidang miring kerucut dipengaruhi oleh besarnya arus petir yang terjadi.

**2.4 Menurut Standar PUIPP (Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir)**

Besarnya kebutuhan suatu bangunan akan suatu instalasi penangkal petir ditentukan oleh besarnya kemungkinan kerugian serta bahaya yang ditimbulkan bila bangunan tersebut tersambar petir. Besarnya kebutuhan tersebut dapat ditentukan secara empiris berdasarkan indeks-indeks yang menyatakan faktor-faktor tertentu, sehingga dapat didapat perkiraan bahaya akibat sambaran petir (R) adalah:

Tabel 2. 1 Perkiraan Bahaya Bangunan

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

$$R=A+B+C+D+E \tag{2.2}$$

Keterangan:

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

Apabila data-data yang ada dimasukkan dalam persamaan diatas, maka selanjutnya dapat diambil kesimpulan mengenai perlu atau tidaknya sistem proteksi petir eksternal digunakan. Jika nilai R >13, maka bangunan tersebut dianjurkan menggunakan sistem proteksi petir. Jelas bahwa semakin besar nilai R, semakin besar pula bahaya serta kerusakan yang ditimbulkan oleh sambaran petir, berarti semakin besar pula kebutuhan bangunan tersebut akan adanya suatu sistem penangkal petir.

Untuk menentukan kepadatan sambaran petir (Fg) maka dapat dipakai persamaan berikut, maka diperoleh kepadatan sambaran petir sebagai berikut:

$$Fg = 3,8371 \times 10^{-3} \times IKL^{0,8179} \times p^{0,5139} \tag{2.3}$$

Arus puncak petir dapat ditentukan berdasarkan persamaan, maka diperoleh:

$$I_0 = 29,5143 \times Fg^{0,3} \times e^{(-0,00414 \times Li) \times (-0,00024 \times A)} \tag{2.4}$$

$$I_s = 1,2358 \times I_0^{0,7042} \tag{2.5}$$

Selanjutnya setelah nilai arus petir didapat, besaran lainnya yang akan dihitung adalah sebagai berikut:

Jarak Pukul Petir (*Striking Distance*).

Jarak pukul petir terhadap bangunan berdasarkan persamaan, maka diperoleh jarak pukul petir adalah:

$$d = 6,7 \times I_s^{0,8} \tag{2.6}$$

Besar arus sambaran petir terhadap ketahanan bangunan berdasarkan persamaan berikut, maka diperoleh ketahanan bangunan terhadap arus petir adalah:

$$I_b = 0,75 \sqrt{d/8} \tag{2.7}$$

Untuk menentukan daerah yang menarik sambaran petir didapat dengan menyelesaikan persamaan berikut.

$$Ca = (L \times W) + (4L \times H) + (4W \times H) + 4 (3,14 \times H^2) \tag{2.8}$$

Jumlah sambaran petir perhari perkilometer diperoleh dengan persamaan:

$$Ne = (0,1 + 0,35 \sin \lambda) (0,4 \pm 0,2) \tag{2.9}$$

Dimana:

$\lambda$  Garis lintang geografis daerah, untuk daerah adalah 07,40 oLS

Radius ruang proteksi berdasarkan persamaan:

$$R = 8 \times I_b^{0,75} \quad (2.10)$$

**2.5 Menurut Standar SNI (03-7015-2004)**

Berdasarkan SNI 03-7015-2004 terdapat berbagai macam standar untuk sistem proteksi petir pada bangunan gedung, dalam skripsi ini penulis hanya mengacu pada beberapa standar yang terdapat dalam SNI 03-7015-2004 yaitu:

1. Pemilihan tingkat proteksi
2. Rancang sistem terminasi udara
3. Konduktor penyalur
4. Sistem terminasi bumi

Kerapatan sambaran petir ke tanah dipengaruhi oleh hari guruh rata-rata pertahun di daerah tersebut. Hal ini ditunjukkan oleh hubungan seperti berikut:

$$N_g = 4 \cdot 10^{-2} \cdot T^{1,25} \quad (2.11)$$

Frekuensi rata-rata tahunan sambaran petir langsung ke bangunan dapat dihitung:

$$N_d = N_g \cdot A_e \quad (2.12)$$

Area cakupan ekvalen tersebut dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$A_e = ab + 6h(a+b) + (9\pi h^2) \quad (2.13)$$

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

Jika  $N_d$  lebih kecil dari  $N_c$  tidak perlu sistem proteksi

Jika  $N_d$  lebih besar dari  $N_c$  diperlukan sistem proteksi dengan efisiensi:

$$E = 1 - N_c / N_d \quad (2.14)$$

Maka setelah dihitung nilai  $E$  (efisiensi sistem proteksi) sesuai dengan persamaan di atas, setelah itu dapat ditentukan tingkat proteksinya sesuai dengan tingkat proteksi pada tabel 2.3.

Tabel 2.2 Tingkat Proteksi

Tingkat proteksi	Efisiensi SPP (E)
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

(Sumber: SNI 03-7015-2004)

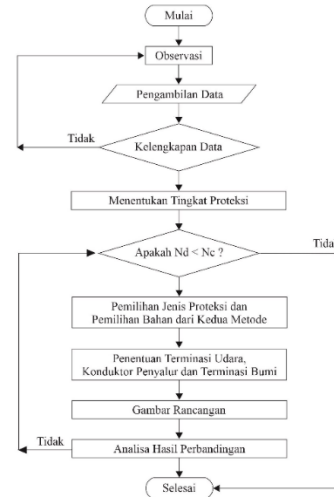
Setelah diketahui tingkat proteksi, maka dapat ditentukan sudut proteksi dari penempatan suatu terminasi udara, radius bola yang dipakai, maupun ukuran jala (konduktor horizontal) sesuai dengan tabel 2.3.

Tabel 2.3 Daerah Proteksi dan Terminasi Udara Sesuai dengan Tingkat Proteksi

Protection level	$h(m)$ $R(m)$	20	30	45	60	Lebar mata jala (m)
		$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	$\alpha^\circ$	
I	20	25	*	*	*	5
II	30	35	35	*	*	10
III	45	45	35	25	*	10
IV	60	55	45	35	25	20

**3. Metode Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di lingkungan gedung industri *furniture* PT, MARUFUJI KENZAI INDONESIA dengan keadaan sistem proteksi belum terpasang. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Januari 2021 sampai Februari 2021. Adapun diagram alir proses penelitian ditunjukkan oleh Gambar 3.1.



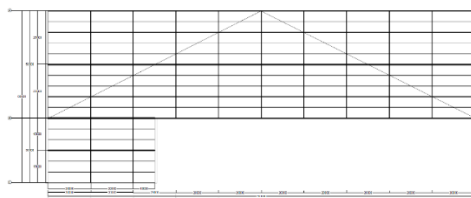
Gambar 3.1 Diagram Alir

Berikut data hari guruh tahun 2020 di wilayah Kabupaten Mojokerto yang telah penulis dapatkan pada bulan Maret 2020 dari yang diamati BMKG Stasiun Geofisika:



Gambar 3.2 Jumlah Hari guruh Ngoro Industri Tahun 2020

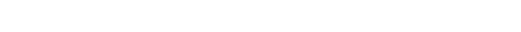
Berikut denah gedung industri PT. Marufuji kenzai Indonesia, adapun denah gedung meliputi: tampak depan, tampak samping, tampak samping.



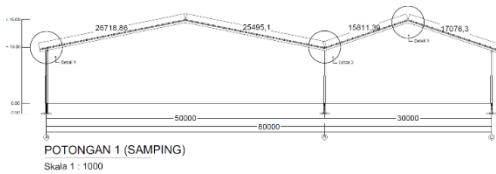
A



B



C



Gambar 3.3 Gedung Tampak Atas (A), Depan (B) dan Samping (C)

## 4. Pembahasan

### 4.1 Penangkal Petir Konvensional (*Franklin*)

Untuk merencanakan penangkal petir pada gedung dalam perhitungannya menganut pada standart SNI 03-7015-2004 dan PUIPP (Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir) dengan perhitungan kebutuhan proteksi petir berdasarkan bangunan, kerapatan sambaran petir, area cakupan ekivalen, frekuensi sambaran petir langsung dan efisiensi petir.

#### 4.1.1 Menghitung Kebutuhan Proteksi Petir Berdasarkan Bangunan

Untuk mengetahui diperlukan atau tidaknya gedung industri bengkel pembuatan mesin agroindustri akan instalasi penangkal petir dapat ditentukan berdasarkan nilai perkiraan bahaya sesuai dengan persamaan (2.2)  $R = A + B + C + D + E$

1. Berdasarkan Tabel 2.2. pabrik PT. Marufuji Kenzai Indonesia memiliki indeks A, karena penggunaan dan isi Gedung produksi pembuatan *furniture* merupakan gedung industri yang digunakan untuk memproduksi rakitan almari, rak televisi, pintu dan meja kantor. Dalam proses produksinya, industri tersebut banyak menggunakan mesin-mesin listrik seperti motor, mesin cutter, CNC router, doble n, kompresor dan perangkat komputer. Sehingga masuk dalam kategori bangunan industri kecil dan memiliki peralatan-peralatan mesin listrik yang digunakan diruang produksi dengan Nilai indeks A = 1.
2. Berdasarkan Tabel 2.3. pabrik memiliki indeks B, karena bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap logam. Sehingga masuk dalam kategori dengan Nilai indeks B = 1.
3. Berdasarkan Tabel 2.4. pabrik memiliki indeks C, yakni tinggi bangunan lebih dari 12meter untuk tinggi asli dari bangunan industri ialah 15meter maka dipilih dalam tabel indeks menggunakan 17meter. Sehingga masuk dalam kategori dengan Nilai indeks C = 3.
4. Berdasarkan Tabel 2.5. pabrik memiliki indeks D, dikaki bukit sampai  $\frac{3}{4}$  tinggi bukit atau dipegunungan sampai 1000 meter. Sehingga masuk dalam kategori dengan Nilai indeks D = 1.
5. Hari guruh di Ngoro Industri sebanyak 238 hari/tahun, maka berdasarkan Tabel 2.6. pabrik PT. Marufuji Kenzai Indonesia memiliki indeks E. Sehingga masuk dalam kategori dengan perkiraan bahaya besar dengan Nilai indeks E = 7.

Dapat dilihat dari uraian indeks-indeks, maka dapat dijumlah dan diketahui nilai perkiraan bahaya pada gedung industri yaitu menggunakan persamaan (2.2) berikut:

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

$$R = 1 + 1 + 3 + 1 + 7 = 13$$

Karena nilai  $R = 13$  maka indeks perkiraan bahaya pada gedung industri PT. Marufuji Kenzai Indonesia terhadap sambaran petir adalah termasuk kategori agak besar bisa dilihat pada tabel 2.1, Maka dari itu, pengamanan gedung terhadap sambaran petir dianjurkan.

#### 4.1.2 Menghitung Kerapatan Sambaran Petir ( $N_g$ )

Mengacu dari data yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika maka dapat dihitung kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan ( $N_g$ ) di wilayah industri ngoro mojokerto didapat 238 hari guruh pertahun, dapat dihitung kerapatan sambaran petir ketanah berdasarkan persamaan (2.11) sebagai berikut:

$$N_g = 4 \cdot 10^{-2} \times T^{1.25}$$

$$N_g = 0,04 \times 238^{1.25}$$

$$N_g = 37,40 \text{ sambaran/km}^2/\text{tahun}$$

Jadi, besarnya kerapatan sambaran petir adalah: 37,40 per km<sup>2</sup> per tahun

#### 4.1.3 Menghitung Area Cakupan Ekivalen ( $A_e$ )

Mengacu data yang diperoleh dari industri yaitu tentang karakteristik bangunan, dapat dihitung area cakupan ekivalen. Berdasarkan data pada gambar, data yang diperoleh mengenai gedung industri dengan spesifikasi pabrik yaitu tinggi pabrik (h) 15meter, panjang pabrik (L) 200meter, dan lebar pabrik (W) 80meter, maka dapat area cakupan ekivalen berdasarkan persamaan sebagai berikut:

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

$$A_e = A_e = 47558,5 \text{ m}^2$$

Jadi, besarnya area cakupan ekivalen adalah 47558,5 m<sup>2</sup>

#### 4.1.4 Frekuensi Sambaran Petir Langsung ( $N_d$ )

Berdasarkan hasil dari perhitungan kerapatan sambaran petir dan area cakupan ekivalen, maka dapat dihitung Frekuensi rata-rata tahunan sambaran petir berdasarkan persamaan (2.12) sebagai berikut:

$$N_d = N_g \cdot A_e$$

$$N_d = 1,78/\text{tahun}$$

Jadi, besarnya frekuensi rata-rata tahunan sambaran petir adalah 1,78/tahun.

#### 4.1.5 Menghitung Nilai Efisiensi (E)

Berdasarkan data Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) Tretes diperoleh nilai frekuensi tahunan setempat ( $N_c$ ) yang diperoleh sebesar 0,1/tahun karena nilai  $N_d$  lebih besar dari nilai  $N_c$  maka diperlukan suatu sistem proteksi dengan efisiensi berdasarkan persamaan (2.14).

$$E = 1 - \frac{N_c}{N_d}$$

$$E = 0,94$$

Jadi, besarnya nilai efisiensi adalah 0,94

Berdasarkan hasil dari perhitungan nilai efisiensi, maka dapat ditentukan tingkat proteksi berdasarkan tabel 4.1.

Tabel 4.1 Efisiensi Sistem Penangkal Petir Sehubungan dengan Tingkat Proteksi

Tingkat proteksi	Efisiensi SPP (E)
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

(Sumber: SNI 03-7015-2004)

Jadi, besarnya nilai efisiensi 0,94 tingkat proteksi berdasarkan tabel 2.2 adalah tingkat III.

#### 4.1.6 Analisa Perancangan Jenis penangkal Petir Franklin Dengan Menggunakan Metode Bola Bergulir

Berdasarkan tabel 2.3 SNI 03-7015-2004, didapat jari-jari (R) bola bergulir yang dapat digunakan untuk merancang penempatan terminasi udara pada bangunan industri Furniture di PT. Marufuji Kenzai Indonesia ini adalah 45meter. Jari-jari 45meter tersebut digulirkan menyentuh pabrik dan pabrik yang dilindungi. Setiap bagian bangunan yang dikenai oleh bola gulir tersebut haruslah diberi terminasi udara. Daerah yang dilindungi oleh bola gulir tersebut merupakan daerah proteksi terhadap petir. Daerah antara perpotongan permukaan tanah, gedung dan keliling bola bergulir dan bangunan itu sendiri adalah daerah proteksinya. Dengan cara ini terlihat bahwa masih diperlukan penangkal petir lagi pada ujung dari atap bangunan karena titik tersebut tepat tersentuh oleh bola bergulir dan mempunyai kemungkinan besar tersambar petir sehingga harus dipasang terminasi udara berdasarkan persamaan, maka dapat diperoleh.

$$R = 45 \text{ m}$$

$$I = \sqrt[0,75]{45} = 160,1 \text{ kA}$$

Berarti dengan tambahan penangkal petir, bangunan maksimal bisa menahan sampai 160,1 kA. Jika ada sambaran petir dengan arus bernilai lebih dari 160,1 kA maka akan ditangkap oleh sistem proteksi petir. Untuk terminasi udara bahan yang digunakan yaitu tembaga (Cu) dengan luas penampang 35 mm<sup>2</sup>.

Berdasarkan kriteria yang dibuat oleh standart SNI 03-7015-2004, dimana tinggi dari finial terminasi udara berkisar 2-3 meter, maka dalam perencanaan ini dipilih tinggi dari terminasi udara yaitu 2meter.

#### 4.2 Penangkal Petir Elektrostatik (E.F. Lightning Protection)

Menggunakan sistem E.S.E (Early Streamer Emission) yang lebih aktif dalam menangkap petir. Perangkat ini memiliki satu elemen tambahan, yaitu head terminal yang berisi muatan listrik statis pada bagian ujung finial (splitzen). Head dapat menyimpan ion-ion positif dalam jumlah besar yang berasal dari dalam bumi. Ibarat magnet, head ini akan menarik ion-ion negative yang ada di dalam awan sebelum ion-ion tersebut menghasilkan petir yang dahsyat. Lebih ideal untuk bangunan dengan area luas karena bisa menjangkau radius lebih dari 50-150 m

##### 4.2.1 Kepadatan Sambaran Petir (Fg)

Untuk menentukan kepadatan sambaran petir (Fg) maka dapat diperoleh kepadatan sambaran petir sebagai berikut:

$$Fg = 3,8371 \times 10^{-3} \times IKL^{0,8179} \times P^{0,5139}$$

$$Fg = 24,745 \text{ Sambaran/km}^2/\text{tahun}$$

##### 4.2.2 Arus puncak Petir (Io)

Arus puncak petir (Io) dapat ditentukan berdasarkan persamaan (2.4), maka diperoleh:

$$Io = 29,5154 \times Fg^{0,3} \times e^{(-0,00414 \times Li) \times (-0,00024 \times A)}$$

$$Io = 77,2713 \text{ kA}$$

##### 4.2.3 Arus Petir (Is)

Arus petir (Is) dapat ditentukan berdasarkan persamaan (2.5), maka diperoleh:

$$Is = 1,2358 \times Io^{0,7042}$$

$$Is = 26,3701 \text{ kA}$$

##### 4.2.4 Penentuan Besaran Sambaran Petir

Selanjutnya setelah nilai arus petir didapat, besaran lainnya yang akan dihitung adalah sebagai berikut:

###### 1. Jarak Pukul Petir (Striking Distance)

Jarak pukul petir terhadap bangunan berdasarkan persamaan (2.6), maka diperoleh jarak pukul petir adalah.

$$d = 6,7 \times Is^{0,8}$$

$$d = 91,8256 \text{ m}$$

###### 2. Besar Arus Sambaran Petir Terhadap Ketahanan Bangunan

Besar arus sambaran petir terhadap ketahanan bangunan berdasarkan persamaan (2.7), maka diperoleh ketahanan bangunan terhadap arus petir adalah.

$$Ib = \sqrt[0,75]{\frac{d}{8}}$$

$$Ib = 25,8919 \text{ kA}$$

Bangunan dapat menahan arus hingga 25,891 kA, tetapi jika arus petir yang muncul lebih dari 25,891 kA, maka akan ditangkap oleh penangkal petir.

##### 4.2.5 Penentuan Tingkat Proteksi

Untuk menentukan tingkat proteksi, terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk menentukan luas daerah yang menarik sambaran petir (collection area). Kemudian diperkirakan kemungkinan bangunan tersambar petir dan tingkat kebutuhan akan penangkal petir yang merupakan tingkat bahaya bangunan terhadap sambaran petir.

Tingkat kebutuhan bangunan terhadap sambaran petir merupakan juga tingkat bahaya dari bangunan terhadap sambaran petir. Luas daerah yang menarik sambaran petir pada bangunan

industri *Furniture* di PT. Marufuji Kenzai Indonesia yang berada didaerah dataran tinggi. Gambar dari denah lokasi dan gedung merujuk pada gambar 3.3.

Untuk menentukan daerah yang menarik sambaran petir pada bangunan industri *Furniture* di PT. Marufuji Kenzai Indonesia didapat dengan menyelesaikan persamaan (2.8) berikut.

$$Ca = (L \times W) + (4L \times H) + (4W \times H) + 4(3,14 \times H^2)$$

$$Ca = 3562,0 \text{ m}^2$$

Jumlah sambaran petir perhari perkilometer diperoleh dengan persamaan (2.9) berikut.

$$Ne = (0,1 + 0,35 \sin \lambda) (0,4 \pm 0,2)$$

Dimana  $\lambda$  garis lintang geografis daerah, untuk daerah ngoro Mojokerto  $07,47^\circ \text{ LS}$

$$Ne = 0,058 \pm 0,029 \text{ sambaran petir / hari / km}^2$$

Untuk itu diambil nilai  $0,058 \pm 0,029$  sambaran petir/ hari/  $\text{km}^2$ . Maka  $Ne = 0,087$  sambaran petir / hari /  $\text{km}^2$ .

Telah diketahui pada tabel 1.1 bahwa tingkat proteksi dari bangunan industri *Furniture* di PT. Marufuji Kenzai Indonesia adalah tingkat III.

Radius ruang proteksi berdasarkan persamaan (2.10):

$$R = 91,825 \text{ m}$$

Jadi radius proteksi yang didapat dari perhitungan yaitu 91,825 m, dan tinggi dari bangunan 15 m.

$$91,825 + 15 = 106,825 \text{ m}$$

Dilihat dari tabel yang bersumber dari katalog *EF Lightning Protection System*, diketahui bahwa tinggi bangunan industri *Furniture* 15meter. Untuk ketinggian 15meter bila dilihat radius perlingkungannya pada katalog adalah 110meter untuk radius proteksi, dari hasil perhitungan didapat untuk radius perlindungan 106,825 meter. Berarti dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan dan hasil pada tabel adalah tepat.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan perencanaan instalasi penangkal petir bangunan industri *furniture* PT. Marufuji Kenzai Indonesia dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk metode konvensional (Franklin) penerapan metode bola bergulir dalam perencanaan penangkal petir perhitungannya menganut standar SNI 03-7015-2004 dan indeks PUIPP (Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir), dengan perhitungan (1). Menghitung kebutuhan proteksi petir berdasarkan bangunan (R) mengacu indeks PUIPP (Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir), (2). Menghitung kerapatan sambaran petir ( $N_g$ ), (3). Menghitung areacakupan ekivalen ( $A_e$ ), (4). Menghitung frekuensi sambaran petir langsung rata-rata tahunan ( $N_d$ ), (5). Menghitung nilai efisiensi (E), (6). Menentukan tingkat proteksi (berdasarkan tabel SNI), (7). Menentukan jari-jari (R), bola bergulir (sesuai tingkat proteksi tabel SNI), setelah didapatkan jari-jari bola bergulir (R) 45meter yang diperoleh dari tabel 2.3 yang diambil dari tabel 3 (SNI 03-7015-2004), maka dapat digunakan untuk menentukan jumlah

- dan penempatan terminasi udara dengan metode bola bergulir.
2. Sedangkan untuk metode elektrostatik (E.F. Lightning Protection) dalam perencanaan penangkal petir perhitungannya menganut pada PUIPP (Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir),. Dengan perhitungan (1). Menghitung kepadatan sambaran petir ( $F_g$ ), (2). Menghitung arus puncak petir ( $I_o$ ), (3). Menghitung arus petir ( $I_s$ ), (4). Menghitung jarak pukul petir (d), (5). Menghitung besar arus sambaran petir terhadap bangunan ( $I_b$ ), (6). Menghitung daerah yang menarik sambaran petir (Ca), (7). Menghitung sambaran petir perhari/km ( $N_e$ ), (8). Menghitung radius ruang proteksi (R), setelah didapatkan radius ruang proteksi (R) 106,825meter kemudian dilakukan pencocokan pada tabel 4.3 (radius perlindungan dari katalog E.F. Lightning Protection) dengan tinggi bangunan 15meter dengan kisaran yang tertera pada tabel dengan hasil perhitungan yang didapat adalah tepat.
3. Dari perbandingan kedua jenis penangkal petir *Franklin* dan *E.F. Lightning Protection* sudah dijelaskan bahwa dari segi ekonomi, teknis, kelebihan dan kekurangan lebih unggul jenis *E.F. Lightning Protection* namun biaya mahal dibandingkan dengan jenis *Franklin*.

## Daftar Pustaka

- [1] Syafriyuddin1, M. Suyanto, Subandi, M. Erfan Efendi., "Analisa Perencanaan Penangkal Petir Pada Gedung Kampus Bima Sakti IST Akprind Yogyakarta", Jurusan Teknik Elektro, IST AKPRIND Yogyakarta, 2019.
- [2] Diah Suwanti., "analisis metode pengujian arrester tegangan rendah terhadap perlindungan peralatan listrik", Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta.
- [3] Kuffel E., 2000," *High Voltage Fundamental (2<sup>nd</sup> edition)*". Newnes, Great Britain
- [4] Abdul Syakur, Yuningtyastuti., "Sistem Proteksi Penangkal Petir Pada Gedung Widya Puraya" Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, 2006.
- [5] Anonim 1, 1983, "Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) untuk Bangunan di Indonesia", Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Jakarta.
- [6] PUIL 2011 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011)
- [7] SNI 03-7015-2004, "Sistem proteksi Petir Pada Bangunan Gedung.", Badan Standarisasi Nasional.
- [8] Ujang Mulyadi, Edy Ervianto, Eddy Hamdani, "Kajian Perancangan Sistem Penangkal Petir Eksternal Pada Gedung Pusat Komputer Universitas Riau", Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau Kampus Bina widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293 Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau.
- [9] Aris Suryadi, "Perancangan Instalasi Penangkal Petir Eksternal Metoda Franklin Pada Politeknik Enjinerig Indorama", Teknik Elektro, Politeknik Enjinerig Indorama.
- [10] Maula Sukmawidjaja, Syamsir Abduh, Shahnaz Nadia, "Analisis Perancangan Sistem Proteksi Bangunan The Bellagio Residence Terhadap Sambaran Petir". Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti.