



ANALISIS PERANCANGAN SISTEM PROTEKSI BANGUNAN THE BELLAGIO RESIDENCE TERHADAP SAMBARAN PETIR

Maula Sukmawidjaja, Syamsir Abduh & Shahnaz Nadia

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti

Jalan Kiai Tapa No. 1, Jakarta 11440

E-mail: maula@trisakti.ac.id

ABSTRACT

High rise building is one of the objects that have the possibility of being struck by lightning considering geographical location of Indonesia which in equator, resulted in rainfall and intensity of lightning strikes is quite high. Hence it is important to protect high rise buildings with a reliable system such as Electric Field Lightning Protection System (E.F Lightning Protection System). This system is more active due to the addition of the charge induced lightning rod from the earth's surface. This protection system has 150,597.54 m² wide protection area by E.F terminals. The 35mm² conductor dealer (E.F Carrier) carry high voltage with additional dealer conductor. The distance between lightning rods is 38.73 meters. The first resistance grounding is 1.72Ω and the second resistance is 2.32Ω. The result shows that the system already meets standards for ng buildings protection.

Keyword: lightning, E.F Lightning Protection System, E.F terminal, E.F carrier

ABSTRAK

Bangunan tinggi merupakan salah satu objek yang memiliki kemungkinan besar tersambar petir mengingat letak geografis Indonesia yang dilewati garis khatulistiwa yang mengakibatkan curah hujan dan intensitas sambaran petir cukup tinggi. Oleh karena itu penting untuk memproteksi bangunan tinggi dengan sistem yang handal seperti Electric Field Lightning Protection System (E.F Lightning Protection System). Sistem ini bersifat lebih aktif karena adanya penambahan muatan pada ujung penangkal petir yang diinduksi dari permukaan bumi. Sistem proteksi ini memiliki daerah proteksi cukup luas sebesar 150.597,54 m² yang dihasilkan oleh E.F Terminal sehingga dapat memproteksi seluruh area gedung. Konduktor penyalur (E.F Carrier) yang digunakan berdiameter 35 mm² dapat menerima tegangan tinggi namun harus diadakan penambahan konduktor penyalur. Jarak antara kedua penangkal petir 38,73 meter. Tahanan pembumian 1 sebesar 1,72Ω dan tahanan pembumian 2 sebesar 2,32 Ω. Dari hasil perhitungan sistem ini sudah memenuhi standar untuk memproteksi bangunan tinggi.

Kata kunci: petir, E.F Lightning Protection System, terminal E.F, konduktor E.F.

1. PENDAHULUAN

Petir pada umumnya terjadi karena adanya muatan negatif yang terkumpul dibagian bawah awan dan menyebabkan terinduksinya muatan positif diatas permukaan tanah sehingga terbentuk medan listrik antara awan dan tanah. Semakin besar beda potensial antara muatan pada awan dan permukaan bumi, maka terjadi pelepasan muatan berupa petir [1].

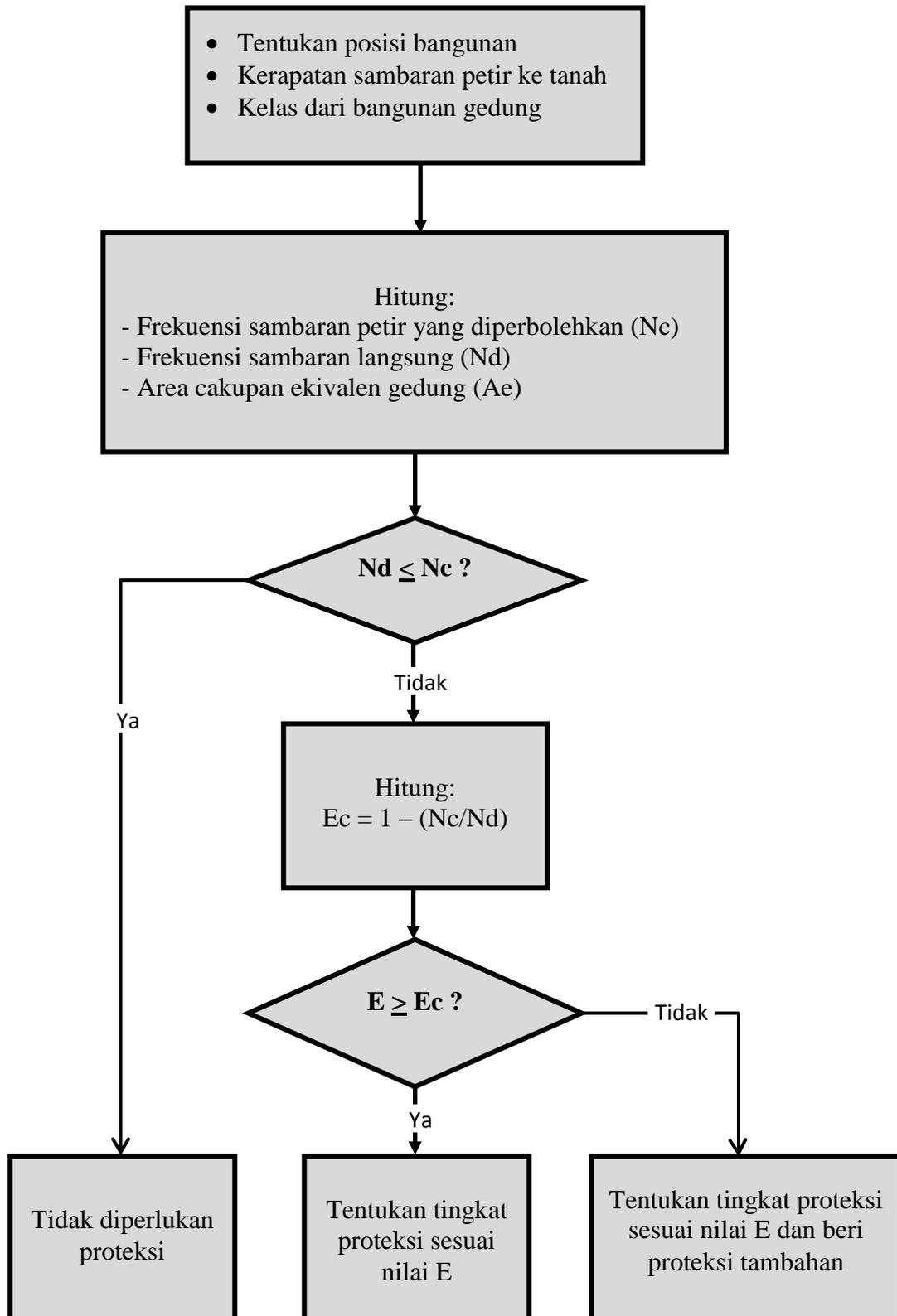
Oleh karena kerugian-kerugian yang ditimbulkan sangat besar, maka diperlukanlah suatu sistem proteksi petir yang dapat melindungi semua bagian dari suatu bangunan, termasuk manusia dan peralatan yang ada di dalamnya terhadap bahaya dan kerusakan akibat sambaran petir [2].

Salah satu cara yang ditempuh untuk melindungi bangunan tinggi dari sambaran petir adalah dengan instalasi atau pemasangan penangkal petir yang handal dan memenuhi persyaratan yang berlaku, sehingga jika terjadi sambaran petir maka sarana inilah yang akan menyalurkan arus petir kedalam tanah [3].

Ada berbagai jenis metode dalam pemasangan penangkal petir, yaitu penangkal petir jenis Franklin, sangkar Faraday, radioaktif dan elektrostatik. Dari analisis perhitungan data, dapat diketahui arus maksimum yang dapat menyebabkan kegagalan proteksi, resiko kegagalan proteksi per tahun dan sambaran pertahunnya. Dari data yang diperoleh, dapat ditentukan perlu atau tidaknya suatu gedung tersebut diproteksi. Proteksi terhadap sambaran petir terdiri dari beberapa tingkatan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Semakin penting dan tinggi bangunan tersebut semakin tinggi pula tingkat proteksi yang dibutuhkan [4].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu sistem proteksi petir untuk gedung The Bellagio Residence, sehingga gedung tersebut dapat terlindungi dari bahaya sambaran petir. Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir prosedur pemilihan sistem proteksi petir [5]

Tahap pertama prosedur pemilihan sistem proteksi petir menghendaki penilaian memadai terhadap bangunan gedung yang dipertimbangkan sesuai dengan indeks-indeks standar. Selanjutnya harus ditentukan dimensi bangunan gedung dan penempatan, aktivitas badai guntur (densitas sambaran petir tahunan) di daerah yang dipertimbangkan, juga harus ditentukan klasifikasi bangunan gedung.

Data berikut ini memberikan latar belakang untuk penilaian:

- a. Frekuensi sambaran petir rata-rata tahunan N_d sebagai hasil perkalian densitas sambaran ke tanah N_g lokal dan area cakupan ekivalen A_e dari bangunan gedung.
- b. Frekuensi sambaran rata-rata tahunan N_c yang dapat diterima untuk bangunan gedung yang dipertimbangkan. N_c sudah ditetapkan bernilai 0,1.

Nilai frekuensi sambaran rata-rata tahunan N_c yang dapat diterima harus dibandingkan dengan harga nyata frekuensi sambaran petir N_d ke bangunan gedung. Perbandingan berikut menentukan apakah Sistem Proteksi Petir (SPP) diperlukan, dan jika diperlukan, jenisnya apa:

- a. Jika $N_d \leq N_c$ tidak diperlukan SPP.
- b. Jika $N_d > N_c$, SPP dengan efisiensi $E \geq 1 - N_c/N_d$ sebaiknya dipasang dan tingkat proteksi yang tepat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan *E.F Lightning Protection System* yang bersifat seperti penangkal petir elektrostatis dimana terdapat penambahan elektron yang diinduksi dari permukaan bumi sehingga muatan-muatan yang terkumpul pada bagian penangkal petir itu menarik muatan-muatan pada awan. Sistem ini memiliki 2 bagian yaitu *E.F Carrier* dan *E.F Terminal*.



Gambar 2. *E.F Carrier*



Gambar 3. E.F Terminal

3.1. Deskripsi Lokasi

Dalam penelitian akan dilakukan analisis mengenai perencanaan instalasi penangkal petir dengan menggunakan penangkal petir *E.F Lightning Protection System* pada Gedung The Bellagio Residence. Adapun kondisi gedung tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Tinggi gedung = 129 meter
- b. Panjang gedung = 81,98 meter
- c. Lebar gedung = 72,17 meter
- d. Jumlah lantai = 37 lantai
- e. Jarak penangkal Petir = 40 meter
- f. Luas lahan = 18.000 m²
- g. Curah hujan per tahun di daerah gedung dengan rata-rata 193 hari per tahun [5].

3.2. Penentuan Tingkat Proteksi

Untuk merencanakan instalasi penangkal petir, maka terlebih dahulu ditentukan tingkat proteksi pada bangunan tersebut dengan cara [5]:

a. Menentukan tingkat perkiraan bahaya $R = A + B + C + D + E$ melalui indeks :

1. Indeks A, penggunaan dan isi.

Gedung ini merupakan apartemen, mall dan perkantoran. Nilai = 3

2. Indeks B, konstruksi bangunan.

Gedung ini termasuk konstruksi beton bertulang. Nilai = 2

3. Indeks C, tinggi bangunan

Gedung ini memiliki tinggi 129 meter. Nilai = 9

4. Indeks D, situasi bangunan.

Gedung ini berdiri di dataran rendah. Nilai = 0

5. Indeks E, pengaruh petir

Hari guruh per tahun Jakarta 193. Nilai = 7

$$\begin{aligned} \text{Jadi jumlah } R &= 3 + 2 + 9 + 0 + 7 \\ &= 21 \end{aligned}$$

Karena nilai $R = 21$ maka indeks perkiraan bahaya pada gedung tersebut adalah sangat besar.

b. Kerapatan sambaran petir ke tanah (N_g).

Kerapatan sambaran petir ke tanah dapat diketahui dengan persamaan (1):

$$\begin{aligned} N_g &= 0,04 \times T_d^{1,26} \\ &= 0,04 \times 193^{1,26} \\ &= 30,32 \text{ sambaran} \end{aligned} \tag{1}$$

dimana:

T_d : jumlah hari guruh per tahun

c. Area proteksi pada gedung.

Area ekivalen pada gedung dapat dicari menggunakan persamaan (2):

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



$$\begin{aligned}
 &= (81,98 \times 72,17) + 6 \times 129 (81,98 + 72,17) + 99\pi(129)^2 \\
 &= 595.503,25 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

dimana:

a: panjang gedung, b: lebar gedung, h: tinggi gedung

d. Jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir langsung per tahun (N_d).

Jumlah rata-rata frekuensi sambaran langsung pertahun diketahui melalui persamaan (3):

$$\begin{aligned}
 N_d &= N_g \times A_e \times 10^{-6} & (3) \\
 &= 30,32 \times 595503,25 \times 10^{-6} \\
 &= 18,06 \text{ sambaran petir per tahun}
 \end{aligned}$$

e. Efisiensi sambaran petir (E)

Efisiensi diketahui dengan persamaan (4) :

$$\begin{aligned}
 E &\geq 1 - \frac{N_c}{N_d} & (4) \\
 &\geq 1 - \frac{0,1}{18,06} \\
 &\geq 1 - 0,0055 \\
 &\geq 0,99 \\
 &\geq 99\%
 \end{aligned}$$

N_c diketahui bernilai 0,1. Karena hasil efisiensi adalah sebesar 99%, maka tingkat proteksi adalah tingkat pertama.

3.3. Radius Proteksi

a. Menggunakan system E.F *Lightning Protection System* dengan tinggi bangunan 129 meter maka radius proteksi (r_s) adalah 219 meter. Luas

daerah proteksi (A_x):

$$\begin{aligned}A_x &= \pi \cdot r_s^2 \\ &= \pi \cdot 219^2 \\ &= 3,14 \cdot 219^2 \\ &= 3,14 \cdot 47961 \\ &= 150.597,54 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Hasil luas daerah proteksi memperlihatkan bahwa sistem ini sudah bisa memproteksi seluruh area gedung yang seluas 18.000 m²

- b. Menggunakan metode bola bergulir dengan radius proteksi (R) tingkat I adalah 20 meter.

$$\begin{aligned}r &= 10 \cdot I^{0,65} \\ &= 10 \cdot 3^{0,65} \\ &= 20,423\end{aligned}$$

Dengan radius sebesar 20 meter, maka luas daerah proteksinya (A_x) adalah :

$$\begin{aligned}A_x &= \pi \times (R)^2 \\ &= 3,14 \times (20)^2 \\ &= 1.256 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Hasil luas daerah proteksi memperlihatkan bahwa metode ini belum bisa memproteksi seluruh area gedung, maka harus diadakan penambahan penangkal petir sebanyak :

$$\text{Penyalur petir tambahan} = \frac{\text{luas area}}{\text{luas daerah proteksi}}$$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{18.000}{16.744} \\
 &= 1,3 \\
 &\approx 14 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

c. Jarak antara 2 penangkal petir (d) dapat diketahui dengan persamaan (5):

$$\begin{aligned}
 d &= 2\sqrt{2rh - h^2} & (5) \\
 &= 2\sqrt{2 \times 20 \times 15 - 15^2} \\
 &= 38,73 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Radius proteksi (r) sesuai dengan tingkat proteksi yaitu tingkat I dan tinggi bangunan (h).

3.4. Konduktor Penyalur (*Down Conductor*)

Konduktor penyalur yang terpasang pada Gedung The Bellagio Residence adalah kabel koaksial yang memiliki 2 kabel yang masing-masing berdiameter 35 mm².

3.5. Sistem Pembumian (*Grounding*)

Sistem pembumian pada gedung ini menggunakan elektroda batang sepanjang 34 cm yang berdiameter 2,54 cm. Hasil pengukuran tahanan pentanahan menggunakan alat Kyoritzu 1402 didapat hasil tahanan pentanahan 1 sebesar 1,1Ω dan tahanan pentanahan 2 sebesar 1,4Ω. Maka tahanan pembumian 1:

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \frac{\rho}{4\pi l} \times \ln\left(\frac{4(l)^2}{(d \times h)} - 1\right) \\
 &= \frac{110}{4\pi(25+0,34)} \times \ln\left(\frac{4(25+0,34)^2}{(0,0254 \times 25)} - 1\right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,34 \times 5,06 \\ &= 1,72 \Omega \end{aligned}$$

Tahanan pentanahan 2:

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{\rho}{4\pi l} \times \ln\left(\frac{4(l)^2}{(d \times h)} - 1\right) \\ &= \frac{140}{4\pi(25+0,34)} \times \ln\left(\frac{4(25+0,34)^2}{(0,0254 \times 25)} - 1\right) \\ &= 2,23 \Omega \end{aligned}$$

Kedua hasil tahanan pembumian dibawah 5Ω , maka untuk sistem pembumian gedung tersebut sudah sesuai standar [5].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perancangan sistem proteksi petir bangunan The Bellagio Residence yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan :

1. Dari data yang didapat gedung The Bellagio Residence menggunakan tingkat proteksi I mengingat pentingnya gedung tersebut akan sistem proteksi sambaran petir.
2. Untuk luas daerah yang terproteksi oleh *E.F Lightning Protection System* adalah sebesar $150597,54 \text{ m}^2$. Dilihat dari luas lahan bangunan sebesar 18.000 m^2 , maka luas daerah proteksi yang dihasilkan sistem ini sudah dapat melindungi luas gedung tersebut.
3. Dengan metode bola bergulir mendapatkan hasil bahwa penyalur petir tersebut hanya melindungi daerah seluas 1.256 m^2 . Ini berarti dari luas lahan sebesar 18.000 m^2 masih ada 16.744 m^2 area gedung yang belum terproteksi, maka dibutuhkan penangkal petir tambahan sebanyak 14 buah lagi agar daerah tersebut dapat terlindungi.
4. Jarak antara kedua unit penangkal petir adalah 38,73 m.



5. Konduktor penyalur yang digunakan berdiameter 35 mm².
6. Tahanan pembumian gedung sudah sesuai ketentuan yang dianjurkan yaitu $< 5\Omega$. Tahanan pembumian pada Tower A adalah 1,72 Ω dan tahanan pembumian pada Tower B adalah 2,23 Ω .

5. SARAN

1. Menggunakan konstruksi bangunan sebagai konduktor penyalur murni agar arus petir dapat tersalurkan dengan lebih baik ke pembumian.
2. Sistem pembumian tidak hanya memiliki 6 titik saja, melainkan > 6 titik yang memiliki jarak disesuaikan dengan jarak antara konduktor penyalur sesuai dengan tingkat proteksinya.
3. Penempatan ulang penangkal petir yang mulanya berjarak 40 meter diubah menjadi 38,73 meter satu sama lain.
4. Menggunakan metode E.F Lightning Protection karena tidak memerlukan banyak penangkal petir sehingga lebih efisien.
5. Penambahan konduktor penyalur agar memenuhi standar minimum konduktor penyalur yang berdiameter 75 mm².

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bandri, Sepannur., "Sistem Proteksi Petir Internal Dan Eksternal", *Jurnal Teknik Elektro ITP*, Volume 3 No. 1, hlm. 51-56, Januari 2014.
- [2] Hosea, Emmy., Iskanto, Edy dan M. Harnytris Luden., "Penerapan Metode Jala, Sudut Proteksi dan Bola Bergulir Pada Sistem Proteksi Petir Eksternal yang Diaplikasikan pada Gedung W Universitas Kristen Petra", *Jurnal Teknik Elektro* Vol. 4, No. 1, hlm. 1-9, Maret 2004.
- [3] Bandri, Sepannur., "Perancangan Instalasi Penangkal Petir Eksternal Gedung Bertingkat (Aplikasi Balai Kota Pariaman)", *Jurnal Teknik Elektro ITP*, Volume 1, No. 2, hlm. 12-18, July 2012.
- [4] Tabrani, Aan., "Sistem Proteksi Penangkal Petir Di Gedung PT. Bhakti Wasantara Net Jakarta", Tugas Akhir SI, Universitas Mercu Buana, Jakarta,



2009.

- [5] Standar Nasional Indonesia. “Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung”. SNI 03-7015-2004. 17 Juni 2003.