

ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM PROTEKSI SAMBARAN PETIR PADA GEDUNG BERTINGKAT

Arif Karta

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
Email : arifkarta16050874059@mhs.unesa.ac.id

Ir. Achmad Imam A M.Pd., Mahendra Widyartono S.T., M.T., Aditya Chandra H S.ST., M.T.
Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
Email : achmadimam@unesa.go.id, mahendrawidyartono@unesa.ac.id, adityahermawan@unesa.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan Negara yang letak geografisnya dilewati oleh garis khatulistiwa. Hal ini mengakibatkan curah hujan yang tinggi serta kemungkinan sambaran petir yang tinggi pula. Objek yang memiliki kemungkinan tinggi tersambar petir salah satunya yaitu gedung bertingkat. Maka dari itu diperlukan *Lightning protection system* yang berfungsi sebagai pengaman dari sambaran petir. Gedung Graha Muria merupakan bangunan yang berdiri di daerah dataran tinggi serta memiliki hari guruh (*Thunderstromday*) yang mencapai 140 hari per tahun maka dari itu di daerah tersebut sangat rentan terkena sambaran petir. Dengan demikian tujuan dalam penelitian ini adalah melakukan perencanaan kebutuhan sistem proteksi sambaran petir yang didasari oleh standar – standar yang telah ditetapkan. Dalam penulisan penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif yaitu dengan melakukan pengumpulan data kemudian menganalisa atau memperhitungkan data yang telah didapat. Analisa data terdiri dari perhitungan akan kebutuhan sistem proteksi petir, penentuan tingkat proteksi, menghitung frekuensi sambaran petir per tahun serta menentukan jenis terminasi dan besar penampang konduktor penyalur yang diperbolehkan. Pada Penelitian ini didapatkan tingkat kebutuhan sistem proteksi petir pada Gedung Graha Muria adalah tergolong besar dan didapatkan tingkat proteksi IV serta frekuensi sambaran petir langsung sebesar 0,139 per tahun. Setelah melakukan perhitungan maka dibutuhkan 4 buah batang terminasi setinggi 2 meter agar seluruh area gedung terlindungi dan besar penampang konduktor penghantar yang digunakan adalah kabel BC 16 mm².

Kata kunci : Lightning protection system, Petir, Hari guruh, Konduktor

Abstract

Indonesia is one of the country that crossed by the equator. The results is rainfall and the possibility of lightning strikes are prevalent. Objects that have a high risk of being struck by lightning are a multi-story building. Therefore, a lightning protection system is needed, which has functioned as protection from lightning strikes. Graha Muria Building is a building that stands in the highlands and has a thunderstromday that reaches 140 days per year and therefore the area is very vulnerable to lightning strikes. Therefore the purpose of this research is to plan needs of the lightning strike protection system based on established standards. In writing this research conducted with quantitative methods by collecting data then analyzing or calculating the data that has been obtained. Data analysis consists of calculating the need for a lightning protection system, determining the level of protection, calculating the frequency of lightning strikes per year and determining the type of termination and the allowable cross section of the conductor. In this study it was found that the level of lightning protection system requirements at Graha Muria Building was relatively large and the level of IV protection and the frequency of direct lightning strikes was 0.139 per year. After doing the calculations, it takes four termination rods as high as 2 meters so that the entire area of the building is protected, and the cross-section of the conducting conductor used is 16 mm² BC cable.

Keywords : Lightning protection system, Lightning, Thunderstromday, Conductor

PENDAHULUAN

Indonesia adalah Negara yang dilewati oleh garis khatulistiwa yang mengakibatkan hari guruh (Thunderdays) pertahun sangat tinggi dibandingkan

negara lain yakni mencapai 100 – 200 hari guruh per tahun. Petir adalah fenomena alam yang terjadi dikarenakan terkumpulnya muatan negatif yang berada di awan dan muatan positif yang berada di atas permukaan tanah terinduksi lalu terbentuklah

medan listrik diantara permukaan tanah dan awan. Beda potensial yang semakin besar diantara muatan yang berada permukaan bumi dan awan menyebabkan pelepasan muatan listrik yang disebut petir (Cooray, 2015 dalam Aris, 2017).

Sambaran petir dapat sangat merugikan bagi manusia seperti dapat merusak konstruksi bangunan, kebakaran, kerusakan pada peralatan hingga kematian. Sedangkan pada peralatan elektronik arus lebih yang diakibatkan sambaran petir tidak secara langsung merusak tetapi dapat mengurangi umur pakai peralatan tersebut. Pada masa sekarang banyak peralatan semakin canggih yang menggunakan komponen elektronik dan mikroprosesor yang sangat rentan terhadap impuls elektromagnetik yang diakibatkan sambaran petir tidak langsung. Maka dari itu dibutuhkan sistem proteksi petir yang mumpuni pada bangunan agar meminimalisir kemungkinan kerugian besar yang mungkin terjadi.

Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan sampel kasus pada gedung Graha Muria Kudus yang berada pada lereng Gunung Muria. Perhitungan ini dilakukan untuk mencari kebutuhan sistem proteksi sambaran petir pada gedung tersebut. Hal ini dilakukan karena kurangnya kesadaran akan potensi sambaran petir yang tinggi didaerah tersebut.

Dalam upaya melindungi bangunan dari kerugian yang disebabkan petir, sistem mempunyai dua proteksi yaitu internal dan eksternal. Sistem proteksi eksternal bertujuan untuk memproteksi atau melindungi bangunan dari sambaran langsung yang dapat merusak secara fisik, sedangkan sistem proteksi internal bertujuan melindungi bangunan dari kerusakan peralatan didalamnya dari sambaran petir tidak langsung.

KAJIAN TEORI

Sistem proteksi sambaran petir yaitu alat yang berfungsi untuk melindungi suatu objek dari bahaya yang timbul dikarenakan sambaran petir baik itu secara langsung maupun tidak langsung. Dengan demikian berdasarkan tujuan dari proteksi sambaran petir terdiri dari dua jenis yaitu proteksi sambaran petir dan proteksi tegangan lebih yang diakibatkan oleh petir. Prinsip kerja antara dua jenis proteksi tersebut tentulah berbeda (Soli Akbar, 2019)

Sistem Proteksi Sambaran Petir

Suatu instalasi proteksi petir harus dapat melindungi semua bagian dari suatu bangunan, termasuk manusia dan peralatan yang ada di dalamnya terhadap bahaya dan kerusakan akibat sambaran petir (Emmy Hosea, 2004). Fungsi sistem ini adalah sebagai pelindung akan sambaran petir langsung atau alat yang berada diluar bangunan yang berfungsi menangkap dan menyalurkan arus listrik dari petir ke sistem *grounding* atau sistem pembumian agar bangunan yang dilindungi tidak mengalami kerusakan fisik. Pada proteksi eksternal ada 3 bagian utama yaitu:

1. Air Terminal

Air Terminal atau yang biasa disebut finial adalah bagian yang secara langsung menangkap sambaran petir diudara. Alat ini haruslah ditempatkan pada bagian tertinggi dari struktur bangunan agar lebih efektif untuk menangkap petir. Adapun metode yang digunakan untuk menentukan jenis air terminal merurut struktur atap bangunan yang akan dilindungi, antara lain:

- Metode Jala
Metode jala atau sering disebut metode *mesh* ini adalah metode yang paling efektif digunakan untuk melindungi struktur bangunan yang rata / datar karena dapat melindungi seluruh area permukaan bangunan yang berada didalam jala.
- Metode Sudut Proteksi
Metode ini menggunakan finial yang dipasang sedemikian rupa dibagian tertinggi pada bangunan sehingga bangunan atau objek masuk dalam semacam ruangan tidak terlihat yang berbentuk kerucut.
- Metode Bola Bergulir
Metode bola bergulir digunakan untuk melindungi objek dengan struktur yang berbentuk rumit. Dalam metode ini diilustrasikan pada objek bagaikan terdapat suatu bola yang memiliki radius yang bergulir ke berbagai arah sampai menyentuh objek yang mampu berfungsi sebagai penghantar. Pada ilustrasi tersebut semua titik yang menyentuh bola bergulir merupakan area yang rentan tersambar petir oleh karena itu area tersebut harus dilindungi oleh terminasi udara (Dewi rani, 2019).

2. *Down Conductor*

Menurut (Zainal, dkk, hal 3) “*Down conductor* merupakan bagian yang berupa kebel yang fungsinya adalah menyalurkan arus listrik dari petir yang ditangkap oleh *air terminal* dan menghantarkannya ke *grounding system*.”

3. *Grounding System*

Grounding System merupakan bagian yang fungsinya adalah untuk mengamankan arus listrik dari petir yang diterima ke bumi atau tanah. *Grounding* atau pembumian yang layak menurut standar adalah tahanannya tidak lebih dari 5 ohm (bila nilai tahanan lebih kecil maka akan lebih baik).

Untuk menentukan jenis bahan dan luas penampang terminasi udara, *down conductor* dan sistem pembumian dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Dimensi Minimum Bahan Sistem Penangkal Petir

Tingkat Proteksi	Bahan	Terminasi Udara (mm ²)	Konduktor Penyalur (mm ²)	Pembumian (mm ²)
I sampai IV	Cu	35	16	50
	Al	70	25	-
	Fe	50	50	80

(Sumber : SNI 03-7014.1-2004)

Taksiran Resiko

Menurut (Dewi, 2019) “Taksiran resiko adalah metode untuk menentukan suatu kebutuhan akan proteksi pada bangunan terhadap kemungkinan kerusakan yang diakibatkan oleh sambaran petir.” Perhitungan kebutuhan akan sistem proteksi sambaran petir dapat menggunakan standar-standar yang telah ada yaitu *International Electrotechnical Commission* (IEC) 1024-1-1 dan Standar Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP).

1. Standar Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP)

Menurut standar PUIPP kebutuhan akan proteksi sambaran petir pada gedung dapat ditentukan dengan memperhitungkan indeks-indeks yang telah ditentukan menurut kondisi yang ada di gedung itu berdiri. Perkiraan bahaya sambaran petir (R) dapat ditentukan sebagai berikut:

$$R = A + B + C + D + E \quad (1)$$

Keterangan:

A = Bahaya menurut penggunaan dan isi gedung

B = Bahaya menurut kontruksi gedung

C = Bahaya menurut tinggi gedung

D = Bahaya menurut situasi gedung

E = Bahaya menurut hari guruh

R = Perkiraan sambaran petir

Tabel 2. Bahaya Menurut Kegunaan Dan Isi Gedung (Indeks A)

Kegunaan dan isi	Indeks A
Bangunan tidak perlu di proteksi baik gedung ataupun isi nya	-10
Objek jarang dipergunakan seperti gudang, menara dsb	0
Bangunan yang berguna untuk kegiatan sehari – hari	1
Bangunan yang kegunaannya penting (Gedung pemerintah, dsb)	2
Bangunan yang isinya terdapat banyak orang (sekolah, tempat ibadah, supermarket, hotel, dsb)	3
Bangunan yang sangat dibutuhkan dan berbahaya jika terbakar (Gardu induk, rumah sakit, POM bensin, dsb)	5
Bangunan berbahaya yang dapat meledak	15

(Sumber : PUIPP)

Tabel 3. Bahaya Menurut Kontruksi Gedung (Indeks B)

Kontruksi Gedung	Indeks B
Kontruksi terbuat dari bahan yang mudah menghantarkan listrik	0
Kontruksi menggunakan kerangka besi dengan atap menggunakan bahan logam	1
Kontruksi bangunan menggunakan besi dan atap tidak terbuat dari bahan logam	2
Kontruksi terbuat dari kayu dengan atap bukan logam	3

(Sumber : PUIPP)

Tabel 4. Bahaya Menurut Tinggi Gedung (Indeks C)

Tinggi Gedung (m)	Indeks C
6	0
12	2
17	3
25	4
35	5
50	6
70	7
100	8
140	9
200	10

(Sumber : PUIPP)

Tabel 5. Bahaya Menurut Lokasi Gedung (Indeks D)

Lokasi Gedung	Indeks D
Berada di tanah lapang atau datar	0
Berada di perbukitan atau pegunungan sampai 1000 m	1
Berada dipuncak pegunungan yang ketinggiannya lebih dari 1000 meter	2

(Sumber : PUIPP)

Tabel 6. Bahaya Menurut Hari Guruh Setempat (Indeks E)

Hari Guruh Per Tahun	Indeks E
2	0
4	1
8	2
16	3
32	4
64	5
128	6
256	7

(Sumber : PUIPP)

Dengan mengamati dan mencari data tentang keadaan suatu gedung yang ingin dipasang sistem proteksi petir maka tingkat resiko dapat ditentukan dengan menjumlahkan indeks - indeks diatas dan diperoleh tingkat bahaya juga tingkat proteksi yang dianjurkan untuk digunakan.

Tabel 7. Perkiraan Bahaya Sambaran Petir (Indeks R)

Hasil Penjumlahan Semua Indeks (R)	Perkiraan Bahaya	Kebutuhan Proteksi
<11	Sangat Kecil	Tidak Dibutuhkan
11	Kecil	Tidak Dibutuhkan
12	Sedang	Dibutuhkan
14	Besar	Sangat Dibutuhkan
>14	Sangat besar	Diharuskan

(Sumber : PUIPP)

2. Standar *International Electrotechnical Commission (IEC) 1024-1-1*

Penentuan tingkat proteksi dapat ditentukan dengan menganut standar IEC 1024-1-1. Perhitungan tingkat proteksi dapat ditentukan dengan memperhatikan beberapa faktor yaitu seperti frekuensi sambaran petir langsung setempat (Nd) dan juga frekuensi sambaran petir tahunan (Nc) yang ada pada bangunan yang akan di proteksi. Kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata per tahun yang ada di area tempat bangunan berdiri dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$N_g = 0,04 \cdot T_d^{1,25} / km^2 / tahun \quad (2)$$

Hari guruh (Td) didapatkan dari data yang dikeluarkan Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) yang ada di daerah tempat objek yang akan di proteksi. Frekuensi sambaran petir langsung rata-rata tahunan (Nd) ke objek bangunan dapat di hitung :

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} / tahun \quad (3)$$

Keterangan:

Ae = area cakupan ekivalen dari objek bangunan (m²)

Semua daerah struktur bangunan yang dianggap memiliki frekuensi sambaran petir langsung tahunan disebut dengan area cakupan ekivalen (Ae). Untuk menentukan nilai Ae dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Ae = ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2 \quad (4)$$

Keterangan:

a = panjang struktur bangunan (m)

b = lebar struktur bangunan (m)

h = tinggi struktur bangunan (m)

Pemasangan suatu sistem proteksi petir pada objek dapat ditentukan perlu ataupun tidaknya sistem tersebut dapat dicari dengan memperhitungkan N_d dan N_c yaitu, jika besar nilai N_d lebih kecil dari pada N_c maka pemasangan sistem proteksi sambaran petir dianggap tidak diperlukan sedangkan jika besar nilai N_d lebih besar dari pada N_c maka sistem proteksi sambaran petir dianggap perlu untuk dipasangkan dengan efisiensi dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$E \geq 1 - N_c/N_d \quad (5)$$

Setelah didapatkan nilai efisiensi dengan menggunakan persamaan diatas, maka dapat ditentukan tingkat proteksi petir yang dibutuhkan menurut tabel 8.

Tabel 8. Tingkat Proteksi Dan Efisiensi

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

(Sumber : SNI 03-7014.1-2004)

METODELOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah dengan menggunakan metode kuantitatif. Metode kuantitatif adalah suatu penyelesaian masalah penelitian dengan menggunakan angka yang diperhitungkan dari data yang didapat. Teknik pengumpulan data yang dilakukan menggunakan cara studi literatur, wawancara dan observasi. Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan dan mempelajari seluruh aspek teoritis dari berbagai sumber referensi tentang sistem proteksi sambaran petir eksternal. Observasi yaitu melakukan pengambilan data dengan mengamati secara langsung objek yang akan diteliti. Data observasi yang didapatkan antara lain tinggi serta luas bangunan. Penentuan kebutuhan sistem proteksi

sambaran petir tersebut dalam penelitian ini menggunakan standar – standar yang telah ditentukan yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7014, Peraturan Umum Instalasi Penyaluran Petir (PUIPP) dan *International Electrotechnical Commision (IEC) 1024-1-1*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa mengenai kebutuhan akan instalasi sistem proteksi sambaran petir pada Gedung Graha Muria. Yang berlokasi di Jl. Pesanggrahan, Colo, Kec. Dawe, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah. Lokasi gedung berdiri didaerah dataran tinggi yang ketinggiannya ± 900 meter diatas permukaan laut. Struktur gedung memiliki panjang 24 meter, lebar 10 meter dan tinggi gedung 12 meter. Kontruksi gedung menggunakan beton dan memiliki struktur atap berbentuk menjurai keatas. Hari guruh (T_d) pertahun yang didapatkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) adalah sebesar 148 hari per tahun. Pada lokasi gedung berdiri frekuensi sambaran petir yang diperbolehkan pada bangunan (N_c) adalah sebesar 10^{-1} /tahun.

Penentuan Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir Dengan Berdasarkan Standar Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP)

Menurut standar PUIPP penentuan kebutuhan sistem proteksi sambaran petir dilakukan dengan menjumlahkan indek – indek yang mewakili gedung yang akan diproteksi.

- Indeks A. Gedung Graha Muria merupakan gedung yang dipergunakan untuk penginapan yang dimana didalamnya berisi banyak orang. Nilai indeks 3.
- Indeks B. Pada gedung Graha Muria kontruksi bangunan terbuat dari beton dan atap dari genteng berbentuk runcing. Nilai indeks 2.
- Indeks C. Gedung Graha Muria memiliki tinggi 12 meter. Nilai indeks 2
- Indeks D. Gedung Graha Muria berlokasi di lereng gunung Muria dengan ketinggian tanah ± 900 meter dari permukaan laut. Nilai indeks 1.
- Indeks E. Gedung Graha Muria berlokasi di kota Kudus yang hari guruhnya cukup tinggi yaitu 148 hari per tahun. Nilai indeks 6.

Dengan menjumlahkan semua indeks diatas maka dapat diperkirakan bahaya sambaran petir pada gedung (R) yaitu sebesar 14. Karena nilai R pada gedung Graha Muria bernilai 14 maka sesuai tabel 7 mengakibatkan bahaya sambaran petir diperkirakan besar dan sangat diperlukan instalasi proteksi sambaran petir.

Penentuan Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir Dengan Berdasarkan Standar IEC 1024-1-1

Menurut standar ini, tingkat proteksi dapat ditentukan menggunakan perhitungan beberapa faktor yaitu data struktur gedung, data hari guruh, area proteksi, kerapatan sambaran petir ke tanah (Ng), frekwensi sambaran langsung setempat (Nd), dan frekwensi sambaran petir per tahun (Nc) yang diperbolehkan pada objek,. Nilai kerapatan sambaran petir (Ng) dapat ditentukan rumus (2) dan didapatkan hasil yaitu:

$$Ng = 4 \cdot 10^{-2} \cdot 148^{1,25} / km^2 \text{ per tahun}$$

$$Ng = 20,64 km^2 / \text{tahun}$$

Area ekivalen (Ae) pada objek dapat dihitung dengan persamaan (4):

$$Ae = (24 \cdot 10) + 6 \cdot 12 (24 + 10) + 9 \cdot 3,14 (12^2)$$

$$Ae = 6757,44 m^2$$

Setelah mendapatkan nilai kerapatan sambaran petir (Ng) serta nilai area ekivalen (Ae) selanjutnya dapat diperhitungkan nilai jumlah rata – rata frekueansi sambaran petir langsung per tahun (Nd) menggunakan persamaan (3) berikut:

$$Nd = 20,64 \cdot 6757,44 \cdot 10^{-6}$$

$$Nd = 0,139 / \text{tahun}$$

Dari data yang didapat didaerah setempat diperoleh nilai frekuensi sambaran petir tahunan (Nc) yang diperbolehkan adalah sebesar 10⁻¹/tahun. Dengan demikian nilai Nd tinggi besar dibandingkan dengan nilai Nc (Nd > Nc) sehingga dibutuhkan suatu sistem proteksi petir. Maka dari itu nilai efiensinya (E) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus (5) :

$$E = 1 - (0.1 / 0.139)$$

$$= 1 - 0.719$$

$$= 0.28$$

$$E = 28 \%$$

Hubungan nilai efisiensi (E) dengan tingkat proteksi yaitu:

Tabel 9. Efisiensi Sistem Proteksi Sambaran Petir

Tingkat Proteksi	Efisiensi SPP
I	95% - 98%
II	90% - 95 %
III	80% - 90%
IV	0% – 80%
Tidak Diperlukan	< 0 %

(Sumber : SNI 03-7014.1-2004)

Dengan demikian nilai efisensi (E) pada gedung Graha Muria adalah sebesar 28% dan tingkat proteksi yang sesuai adalah pada tingkat proteksi IV yang nilai efisiensi adalah diantara 0% - 80%.

Perencanaan Sistem Proteksi Sambaran Petir

1. Terminasi Udara (*Air Terminal*)

Berdasarkan bentuk struktur atap gedung Graha Muria yang berbentuk menjurajir dimana ada bagian atap yang lebih tinggi dari daerah lainnya maka pemilihan metode proteksi adalah dengan menggunakan metode sudut proteksi. Metode jala tidak cocok digunakan karena struktur atap tidak datar maka metode proteksi ini kurang efektif jika digunakan karena penggunaan jala akan membutuhkan dana yang lebih besar. Sedangkan metode bola bergulir tidak perlu digunakan dikarenakan struktur bangunan yang sederhana maka metode yang paling sesuai untuk diaplikasikan pada gedung yaitu menggunakan metode sudut proeksi.

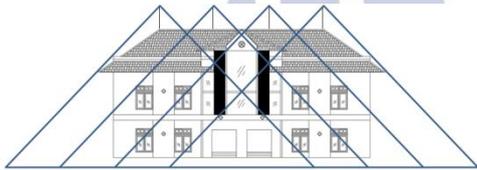
Metode Sudut Lindung pertama kali ditemukan oleh Benjamin Franklin. Sistem proteksi tersebut merupakan alat yang berbentuk kerucut dengan bahan dasar tembaga dan daerah perlindungan juga berupa kerucut. Dalam metode ini area yang dilindungi adalah area yang berada didalam kerucut yang sudut perlindungannya dapat ditentukan dengan tingkat proteksi yang telah ditentukan. Pada perhitungan yang sudah dilakukan, ditentukan bahwa tingkat proteksi di gedung Graha Muria adalah pada tingkat IV.

Tabel 10. Penentuan Sudut Proteksi Terminal Udara

Tingkat Proteksi	H (m)	20	30	45	60
	R (m)	α°	α°	α°	α°
I	20	25	-	-	-
II	30	35	25	-	-
III	45	45	35	25	-
IV	60	55	45	35	25

(Sumber : SNI 03-7014.1-2004)

Menurut tabel 10 diatas dapat dilihat bahwa gedung Graha Muria yang memiliki tinggi bangunan 12 meter dan berada pada tingkat proteksi IV dengan demikian sudut proteksi yang dipakai yaitu 55° .



Gambar 1. Area sudut proteksi

Pemilihan bahan yang digunakan dari terminasi udara menurut tabel 1 adalah menggunakan bahan tembaga (Cu) yang luas penampang minimalnya yaitu 35 mm^2 dan tinggi terminasi udaranya adalah sekitar 2 – 3 meter. Dengan diperolehnya sudut terminasi gedung Graha Muria yaitu 55° sehingga perencanaan pemasangan batang terminasi udaranya tidak dapat dipasangkan pada hanya satu tempat karena tidak dapat melindungi semua area gedung. Maka dari itu batang terminasi udara harus dipasangkan pada 4 tempat seperti yang ditunjukkan pada gambar diatas sehingga semua area gedung terlindungi.

2. Konduktor Penghantar (Down Conductor)

Konduktor penghantar adalah bagian yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik dari petir yang ditangkap oleh batang terminasi udara ke sistem pembumian. Dikarekan arus listrik yang disalurkan sangat besar maka pemilihan luas penampang dari konduktor penghantar harus berdasarkan standar sehingga tidak menyebabkan kerusakan. Menurut tabel 1 tentang pemilihan bahan dan luas penampang

berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7014.1-2004, dipilihlah bahan yang terbuat dari tembaga (Cu) yaitu kabel BC yang berukuran minimal 16 mm^2 . Untuk meminimalisir dampak induksi elektromagnetik yang timbul pada saat tersambar petir, sebaiknya *down conductor* diberi jarak setidaknya 0.1 meter terhadap dinding atau tiang penyangga.

3. Sistem Pembumian (Grounding System)

Sistem pembumian adalah alat yang berfungsi untuk menghantarkan arus lebih secara aman kedalam bumi. Luas penampang yang digunakan pada sistem pembumian berdasarkan tabel 1 paling minimal adalah sebesar 50 mm^2 dan ditanamkan ke tanah yang resistansinya harus dibawah 5 ohm.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan data yang didapat, Gedung Graha Muria berlokasi di daerah dataran tinggi dan dengan tingkat kerawanan tinggi yaitu 140 hari guruh per tahun, sehingga dengan perhitungan dapat diperoleh frekuensi sambaran petir langsung (Nd) sebesar 0,139 per tahun. Kebutuhan akan sistem proteksi pada Gedung Graha Muria tergolong sangat besar dan setelah dilakukan perhitungan tingkat proteksi yang diperlukan pada tingkat proteksi IV, sehingga sudut proteksi yang dipakai yaitu 55° . Maka dari itu perancangan batang terminasi udara yang terbuat dari tembaga (Cu) dengan luas penampang 35 mm^2 yang ditempatkan pada 4 tempat seperti digambarkan pada gambar 1. Konduktor penghantar yang digunakan merupakan kabel BC yang terbuat dari tembaga (Cu) berdiameter minimal 16 mm^2 .

Saran

Hendaknya pengelola Gedung Graha Muria memperhitungkan keamanan gedung dari bahaya sambaran petir dengan segera memasang sistem proteksi sambaran petir karena Gedung Graha Muria berada didaerah dataran tinggi yang memiliki tingkat kerawanan tinggi akan sambaran petir dan setelah dipasang sebaiknya dilakukan perawatan dan pengecekan secara berkala agar menjaga kemampuan sistem proteksi petir dalam mengamankan dari bahaya sambaran petir.

DAFTAR PUSTAKA

- Hakim, Zainal, Ir. Danial M.T., Managam Rajagukguk S.T., M.T., 2015. *“Perencanaan Sistem Proteksi Petir Masjid Raya Mujahidin Menggunakan Metode Bola Bergulir (Rolling Sphere Method)”*
- Hosea, Emmy, Edy Iskanto, Harnytris M. Luden. 2004. *“Penerapan Metode Jala, Sudut Proteksi dan Bola Bergulir Pada Sistem Proteksi Petir Eksternal yang Diaplikasikan pada Gedung W Universitas Kristen Petra”* Jurnal Teknik Elektro volume 4, nomor 2.
- Hutagoal, Akbar Soli. 2009 *“Evaluasi Sistem Proteksi Eksternal Dan Analisa Resiko Sambaran Petir Pada Bangunan”*
- IEC 1024-1-1: Protection of Structures Against Lightning. International Electrotechnical Commission 81, 1993.
- Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir Untuk Bangunan di Indonesia. Direktorat penyelidikan masalah bangunan. Jakarta. 1983.
- Rani , Dewi, 2019. *“Pemrograman Desain Sistem Penangkal Petir Eksternal Pada Gedung Bertingkat Berbasis Java”*
- SNI 03-7014.1-2004. Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan Gedung. Badan Standardisasi Nasional. 2004.
- Suryadi, Aris. 2017. *“Perancangan Instalasi Penangkal Petir Eksternal Metoda Franklin Pada Politeknik Enjinering Indorama”* Jurnal Sinergi Vol. 21, No. 3.

