

Evaluasi Perbandingan Sistem Proteksi Petir Konvensional dan Elektrostatis di Gedung Mal Mangga Dua

I Gusti Bagus Buana Putra, Indri Priyono, Taswanda Taryo

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains Terapan dan Teknologi,

Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta

Jalan Muhammad Kahfi II, Srengseng Sawah, Kecamatan Jagakarsa, Jakarta Selatan

email : igbbuanaputra@gmail.com

Abstrak

Gedung Mal Mangga Dua merupakan bangunan gedung bertingkat yang terdapat risiko bahaya kebakaran yang diakibatkan oleh sambaran petir. Untuk membatasi dan melindungi kerusakan akibat sambaran petir, diperlukan dipasang sistem proteksi. Pada umumnya petir akan menyambar gedung pencakar langit dan gedung-gedung yang memiliki menara tinggi. Untuk saat ini Gedung Mal Mangga Dua telah terpasang sistem proteksi petir jenis elektrostatis untuk mencakup seluruh area gedung. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi fisik sistem pentanahan dan sistem proteksi petir Gedung Mal Mangga Dua yang sudah ada. Metode observasi digunakan untuk mengamati secara langsung kondisi fisik sistem yang ada, sementara metode studi literatur akan digunakan untuk mengumpulkan informasi dan pengetahuan yang relevan terkait dengan sistem proteksi petir. Selain itu, metode analisis akan diterapkan untuk menganalisis data yang diperoleh dari observasi dan studi literatur guna membuat kesimpulan yang akurat. Penelitian ini akan menghasilkan rekomendasi untuk dapat meningkatkan efektivitas dari fungsi sistem proteksi petir Gedung Mal Mangga Dua.

Kata Kunci : Sambaran Petir, Proteksi Petir, Elektrostatis, Gedung Mal Mangga Dua

Abstract

The Mangga Dua Mall Building is a multi-story building that carries the risk of fire hazards caused by lightning strikes. To mitigate and protect against damage from lightning, a protection system needs to be installed. Generally, lightning tends to strike skyscrapers and buildings with tall towers. Currently, The Mangga Dua Mall Building has an electrostatic lightning protection system installed to cover the entire building area. This research aims to evaluate the physical condition of the grounding system and the existing lightning protection system of The Mangga Dua Mall Building. The observation method will be used to directly observe the physical condition of the existing system, while the literature review method will be used to gather relevant information and knowledge related to the lightning protection system. Additionally, the analysis method will be applied to analyze data obtained from observations and literature reviews to draw accurate conclusions. This research will result in recommendations to improve the effectiveness of the lightning protection system functions at The Mangga Dua Mall Building.

Keywords: Lightning Strike, Lightning Protection, Electrostatic, Mangga Dua Mall Building

I. LATAR BELAKANG

Gedung Mal Mangga Dua merupakan pusat distribusi utama produk komputer, kamera, dan perangkat elektronik di Jakarta yang dikelola oleh PT. Jakarta Sinar Intertrade dan berlokasi di Jalan Mangga Dua Raya, Jakarta Pusat. Untuk menjamin keberlangsungan operasional gedung, diperlukan pemeliharaan dan perawatan bangunan secara berkelanjutan guna memastikan kinerja fungsional, keandalan struktur, serta kondisi fisik bangunan dan fasilitas pendukung tetap optimal.

Pelaksanaan pemeliharaan teknis gedung berada di bawah tanggung jawab Departemen Engineering yang mengelola berbagai sistem utilitas, antara lain sistem kelistrikan, proteksi kebakaran, mekanikal, pemipaan, tata udara dan ventilasi, pengolahan limbah, komunikasi, serta transportasi vertikal. Keandalan sistem utilitas tersebut berperan penting dalam menjaga keamanan, kenyamanan, dan kontinuitas aktivitas di dalam gedung.

Berdasarkan Sertifikat Keselamatan Kebakaran dari Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Administrasi Jakarta Pusat, Gedung Mal Mangga Dua diklasifikasikan sebagai bangunan pertokoan dengan tingkat Ancaman Bahaya Kebakaran Sedang I [8]. Selain risiko kebakaran, bangunan bertingkat juga memiliki potensi bahaya akibat sambaran petir, sehingga diperlukan sistem proteksi yang mencakup perlindungan terhadap bangunan, peralatan di dalam dan sekitarnya, serta keselamatan manusia.

Tingginya jumlah peralatan listrik dan elektronik di Gedung Mal Mangga Dua menuntut penerapan sistem pentanahan dan proteksi petir yang memenuhi standar. Untuk melindungi seluruh area gedung, telah diterapkan sistem proteksi petir tipe elektrostatik, yang selanjutnya perlu dianalisis efektivitasnya dan dibandingkan dengan sistem proteksi petir konvensional guna memastikan tingkat perlindungan yang optimal.

II. METODE PENELITIAN

A. Terminal Udara (*Air Terminal*)

Untuk menentukan lokasi pemasangan terminal udara serta cakupan area perlindungannya, dapat digunakan beberapa metode yang disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan bangunan berdasarkan SNI 03-7015-2004 [3], yaitu:

- Metode sudut proteksi (*Protective Angle Method*)

Metode sudut proteksi merupakan pendekatan untuk menentukan cakupan area perlindungan pada sistem proteksi petir yang digambarkan dalam bentuk kerucut. Daerah di dalam kerucut tersebut dinyatakan sebagai area terlindungi, dengan besar sudut pelindung mengacu pada ketentuan yang ditampilkan pada Tabel 3, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1 [3].

Seluruh objek yang berada di dalam zona kerucut proteksi dianggap aman dari sambaran petir, sedangkan objek yang berada di luar zona tersebut tidak memperoleh perlindungan. Besarnya radius daerah perlindungan sistem proteksi petir dapat ditentukan menggunakan persamaan (1) [5].

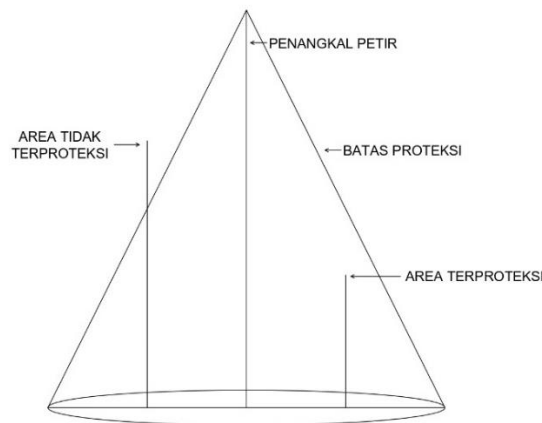
$$r = h \times \tan \alpha \quad (1)$$

Keterangan:

r = Radius daerah perlindungan (meter)

α = Besar sudut perlindungan (derajat)

h = Tinggi penangkal petir dari permukaan tanah (meter)



Gambar 1. Area Sudut Proteksi [3]

- Metode bola bergulir (*Rolling Sphere Method*)
 Metode bola bergulir merupakan metode penentuan cakupan perlindungan pada sistem proteksi petir yang umumnya diterapkan pada bangunan dengan bentuk geometris kompleks. Pendekatan ini mengidentifikasi titik-titik yang berpotensi tersambar petir melalui penggunaan bola imajiner yang digelindingkan di atas permukaan dan kontur struktur bangunan yang dilindungi [3].
- Metode jala (*Mesh Sized Method*)
 Metode jala adalah salah satu pendekatan dalam merancang area perlindungan sistem proteksi petir dengan cara memasang jaringan konduktif di permukaan bangunan yang akan dilindungi. Tujuannya adalah menyediakan jalur konduktif yang cukup luas untuk menyalurkan arus sambaran petir ke tanah. Besar dan lebar jaringan jala disesuaikan dengan tingkat proteksi yang telah ditetapkan, sebagaimana tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Penempatan Terminal Udara Sesuai Dengan Tingkat Proteksi [5]

Tingkat Proteksi	h (m)	20 m	30 m	45 m	60 m	Lebar Jala (m)
	R (m)	α°	α°	α°	α°	
I	20 m	25°	-	-	-	5 m
II	30 m	35°	25°	-	-	10 m
III	45 m	45°	35°	25°	-	10 m
IV	60 m	55°	45°	35°	25°	20

B. Konduktor Penyalur (*Down Conductor*)

Konduktor penyalur (*down conductor*) adalah konduktor yang berfungsi menyalurkan arus dari terminal udara saat terjadi sambaran petir langsung ke tanah. Menurut SNI 03-7015-2004, penentuan posisi dan jumlah konduktor penyalur perlu mempertimbangkan bahwa penggunaan beberapa konduktor dapat mengurangi risiko loncatan arus ke samping serta menurunkan gangguan elektromagnetik di dalam gedung. Besar penampang minimum konduktor penyalur sesuai dengan standar ini dapat dilihat pada Tabel 2 [5].

Tabel 2. Luas Penampang Minimum Konduktor Penyalur Untuk Bahan Sistem Proteksi Petir [5]

Tingkat Proteksi	Bahan	Luas Penampang (mm^2)
I Sampai IV	Cu	16

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

	Al	25
	Fe	50

C. Nilai Sistem Proteksi Petir Untuk Kebutuhan Bangunan Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)

Untuk menentukan nilai kebutuhan bangunan akan sistem proteksi petir berdasarkan perhitungan jumlah indeks yang menjadi kondisi suatu bangunan pada lokasi tertentu dihitung menggunakan persamaan (2). Berikut dilampirkan tabel untuk indeks berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP):

Tabel 3. Indeks A: Bahaya Berdasarkan Jenis Penggunaannya [2]

Penggunaan dan Isi	Indeks A
Bangunan biasa yang tidak diperlukan pengamanan bangunan atau isinya.	-10
Bangunan dan isinya jarang difungsikan, seperti waduk, menara, gubuk ditengah kebun.	0
Bangun dengan isi kebutuhan sehari-hari atau tempat tinggal seperti rumah tinggal, terminal dan pertokoan.	1
Bangunan dengan isi yang sangat berharga seperti kantor pemerintahan, museum dan toko asset berharga.	2
Bangunan dengan banyak orang di dalamnya seperti tempat ibadah, bioskop dan sekolah.	3
Instalasi gas, SPBU, kilang minyak dan rumah sakit	5
Bangunan yang mudah terbakar dan meledak, gudang kimia, gudang bahan bakar gudang bahan peledak.	15

Tabel 4. Indeks B: Bahaya Berdasarkan Konstruksi Bangunan [2]

Konstruksi Bangunan	Indeks B
Konstruksi logam dan mudah menghantarkan arus listrik	0
Rangka beton bertulang atau kerangka besi dan atap dengan bahan logam	1
Rangka beton bertulang atau kerangka besi dan atap dengan bahan bukan logam	2
Bangunan dengan bahan kayu dan atap berbahan bukan logam	3

Tabel 5. Indeks C: Bahaya Berdasarkan Tinggi Bangunan [2]

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

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

70	7
100	8
140	9
200	10

Tabel 6. Indeks D: Bahaya Berdasarkan Situasi Bangunan [2]

Situasi Bangunan	Indeks D
Tanah yang mendatar pada semua ketinggian	0
Di kaki bukit 75% dari tinggi bukit atau di pegunungan hingga ketinggian 1000 meter	1
Di puncak gunung atau perbukitan dengan ketinggian lebih dari 1000 meter	2

Tabel 7. Indeks E: Bahaya Berdasarkan Jumlah Hari Guruh [2]

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

Tabel 8. Perkiraan Bahaya Sambaran Petir Berdasarkan PUIPP [2]

Nilai R	Perkiraan Bahaya	Pengamanan
< 11	Tidak Dihiraukan	Tidak Rekomendasi
= 11	Kecil	Tidak Rekomendasi
= 12	Sedang	Rekomendasi
= 13	Agak besar	Rekomendasi
= 14	Besar	Sangat Rekomendasi
>14	Sangat besar	Sangat Rekomendasi

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

(2)

Keterangan:

R : Perkiraan bahaya sambaran petir berdasarkan PUIPP

A : Indeks bahaya berdasarkan jenis penggunaannya

B : Indeks bahaya berdasarkan konstruksi bangunan

C : Indeks bahaya berdasarkan tinggi bangunan

D : Indeks bahaya berdasarkan situasi bangunan

E : Indeks bahaya berdasarkan jumlah hari guruh

D. Nilai Sistem Proteksi Petir Untuk Kebutuhan Bangunan Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7015-2004

Penentuan tingkat proteksi petir suatu bangunan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7015-2004 dilakukan dengan mempertimbangkan data hari guruh, ukuran bangunan, luas area proteksi, frekuensi sambaran langsung lokal (N_d), dan frekuensi sambaran tahunan maksimum (N_c) yang diizinkan pada struktur. Kerapatan sambaran petir tahunan rata-rata di lokasi bangunan tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan (3).

$$N_g = 0,04 \cdot T_d^{1,25} / km^2 / tahun \quad (3)$$

Keterangan:

N_g : Kerapatan kilat petir ke tanah

T_d : Jumlah data hari guruh per tahun

Perhitungan area cakupan ekivalen suatu bangunan gedung dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (4).

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

Keterangan:

A_e : Area cakupan ekivalen dari bangunan gedung (m^2)

a : Panjang bangunan (m)

b : Lebar bangunan (m)

h : Tinggi bangunan (m)

Jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir dapat ditentukan menggunakan persamaan (5).

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} / tahun \quad (5)$$

Keterangan:

N_d : Jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir ke bangunan

Untuk menentukan apakah sistem proteksi petir diperlukan dalam suatu bangunan didapatkan dengan melakukan perbandingan antara nilai frekuensi sambaran rata-rata per tahun (N_c) dengan frekuensi sambaran petir ke bangunan gedung (N_d).

- Tidak diperlukan sistem proteksi petir apabila $N_d \leq N_c$
- Diperlukan pemasangan sistem proteksi petir jika $N_d > N_c$, dengan efisiensi:

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d} \quad (6)$$

Tabel 9. Efisiensi Pemasangan Sistem Proteksi Petir dengan Tingkat Proteksi [5]

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

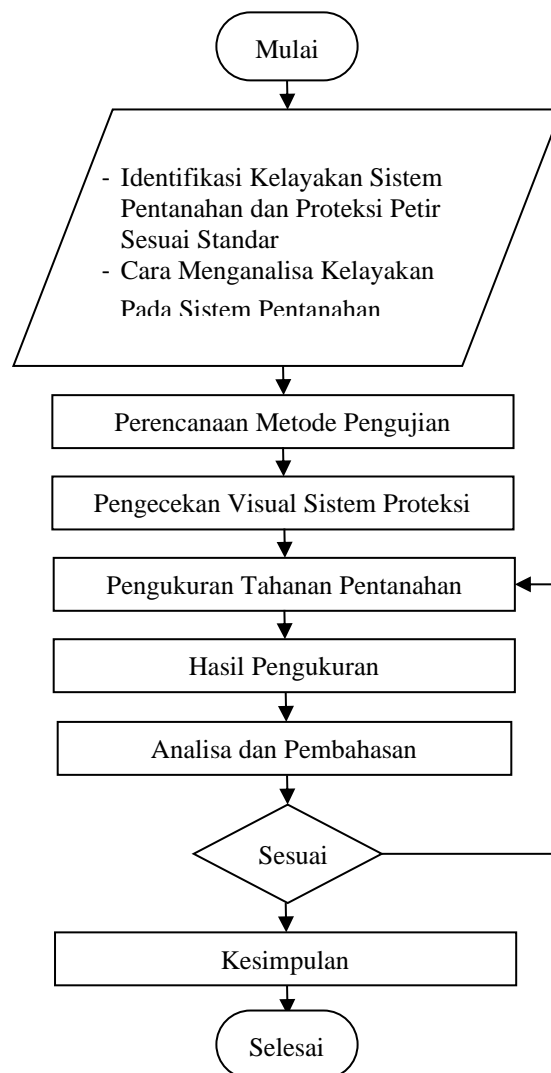
E. Parameter-parameter Petir

Sambaran petir dapat menimbulkan dampak langsung maupun tidak langsung pada struktur bangunan, termasuk potensi korban jiwa akibat sambaran langsung. Oleh karena itu, diperlukan sistem proteksi petir yang berfungsi menangkap sambaran petir dan menyalurkannya ke tanah, sehingga risiko dan efeknya dapat diminimalkan. Beberapa karakteristik dan parameter petir digunakan sebagai acuan dalam perancangan sistem proteksi petir eksternal. Sesuai dengan Standar

Nasional Indonesia (SNI) 03-7015-2004, nilai parameter-parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Nilai parameter arus petir dengan tingkat proteksi [5]

Parameter Petir		Tingkat Proteksi		
		I	II	III-IV
Nilai arus puncak	I (kA)	200	150	100
Muatan total	Q_{total} (C)	300	225	150
Muatan impuls	Q_{impuls} (C)	100	75	50
Energi spesifik	W/R (kJ/ Ω)	10.000	5.600	2.500
Kecuraman rata-rata	di/dt 30/90% (kA/ μ s)	200	150	100



Gambar 2. Flowchart Penelitian

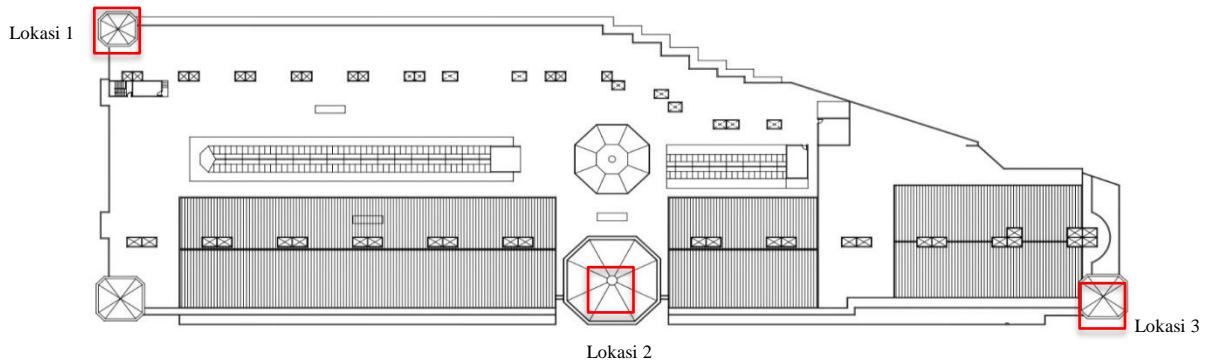
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Sistem Proteksi Petir Gedung Mal Mangga Dua

Gedung Mal Mangga Dua yang beralamatkan Jl. Mangga Dua Raya No. 1, Mangga Dua Selatan, Kecamatan Sawah Besar, Kota Jakarta Pusat, DKI Jakarta memiliki 6 lantai dan 1 basement dengan lebar bangunan 69 m, dengan panjang bangunan 215 m, dan tinggi bangunan 25 m. Berikut lokasi terminal udara yang terpasang di gedung Mal Mangga Dua. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

7015-2004 data rata-rata hari guruh Jakarta sebanyak 193 dengan nilai IKL 52,88 dengan kategori Tinggi untuk tingkat kerawanan petir.



Gambar 3. Denah lokasi terminal udara yang terpasang di gedung Mal Mangga Dua

B. Hasil Pengukuran Pentanahan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan di Gedung Mal Mangga Dua didapatkan hasil pengukuran pentanahan pada proteksi petir sebagai berikut:

Tabel 11. Data Hasil Pengukuran Pentanahan Gedung Mal Mangga Dua

No	Keterangan	Hasil Pengukuran			Rata-Rata (Ω)
		Pertama (Ω)	Kedua (Ω)	Ketiga (Ω)	
1	Bak Kontrol 1	0,32	1,04	0,37	0,58
2	Bak Kontrol 2	1,56	1,47	1,55	1,53
3	Bak Kontrol 3	0,34	2,63	1,02	1,33

C. Kondisi Fisik Sistem Proteksi Petir Pada Gedung Mal Mangga Dua

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di lapangan, sistem proteksi petir pada gedung Mal Mangga Dua terdapat 3 buah terminal udara yang masing-masing terdapat konduktor penyalur ke bawah tanah. Konduktor penyalur yang digunakan pada gedung Mal Mangga Dua adalah kabel Coaxial berukuran 50 mm².

Tabel 12. Data Sistem Proteksi Petir Gedung Mal Mangga Dua

No	Jenis Terminal Udara	Tinggi Terminal Udara	Jenis Konduktor Penyalur	Bak Kontrol
1	Evo Franklin (EF-100)	3 m	Kabel Coaxial 50 mm ²	Ada
2	Evo Franklin (EF-100)	3 m	Kabel Coaxial 50 mm ²	Ada
3	Evo Franklin (EF-100)	3 m	Kabel Coaxial 50 mm ²	Ada



Gambar 4. (1) Terminal udara lokasi 1, (2) Terminal udara lokasi 2, (3) Terminal udara lokasi 3 di gedung Mal Mangga Dua

D. Perhitungan Radius Proteksi Konvensional

Berdasarkan data Gedung Mal Mangga Dua memiliki ketinggian 25 meter dan terminal udara 3 meter. Untuk menentukan radius proteksi petir dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$r = h \times \tan \alpha$$

$$r = 28 \times \tan 55^\circ$$

$$r = 40 \text{ meter}$$

Untuk hasil perhitungan radius proteksi petir konvensional yang didapatkan dari sistem proteksi petir konvensional di Gedung Mal Mangga Dua adalah 40 meter.

E. Sistem Proteksi Petir Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)

Menentukan besar kebutuhan bangunan terhadap sistem proteksi petir dapat dihitung menggunakan beberapa indeks terkait faktor-faktor berdasarkan PUIPP yang terdapat pada tabel 3 sampai 8. Nilai perkiraan bahaya sambaran petir terhadap risiko kerusakan dan bahaya akibat terjadinya sambaran petir berbanding lurus, ketika nilai perkiraan bahaya sambaran petir semakin besar maka risiko kerusakan dan bahaya akibat terjadinya sambaran petir juga akan semakin besar. Nilai indeks pada Gedung Mal Mangga Dua adalah sebagai berikut :

- Mengacu pada tabel 2.3, gedung Mal Mangga Dua memiliki indeks A senilai 3 karena bangunan dengan banyak orang di dalamnya seperti tempat ibadah, bioskop dan sekolah.
- Merujuk pada tabel 2.4, gedung Mal Mangga Dua memiliki indeks B senilai 1 karena bangunan dengan rangka beton bertulang atau kerangka besi dan atap dengan bahan logam.
- Merujuk pada tabel 2.5, gedung Mal Mangga Dua memiliki indeks C senilai 4 karena tinggi bangunan kurang lebih 25 meter.
- Merujuk pada tabel 2.6, gedung Mal Mangga Dua memiliki indeks D senilai 0 karena berada diatas tanah yang mendatar pada semua ketinggian.
- Merujuk pada tabel 2.7, gedung Mal Mangga Dua memiliki indeks E senilai 5 karena memiliki hari guruh sebanyak 52,88.

Dengan menggunakan nilai indeks-indeks PUIPP, maka nilai perkiraan bahaya sambaran petir dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut:

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

$$R = 3 + 1 + 4 + 0 + 5$$

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

$$R = 13$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai frekuensi perkiraan bahaya sambaran petir didapatkan sebesar $R = 13$, mengacu pada tabel 2.8 dengan nilai tersebut menunjukkan bahwa gedung Mal Mangga Dua memiliki perkiraan bahaya yang agak besar. Dengan demikian dianjurkan pemasangan sistem proteksi petir supaya dapat mengurangi risiko bahaya sambaran petir.

F. Sistem Proteksi Petir Berdasarkan Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7015-2004

Untuk nilai kerapatan sambaran petir atau kilat petir ke tanah rata-rata tahunannya di gedung Mal Mangga Dua dengan jumlah hari guruh sebanyak 52,88 kali per tahun bisa dihitung menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

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

$$N_g = 0,04 \cdot 52,88^{1,25}$$

$$N_g = 5,7039 \text{ sambaran} / km^2 / tahun$$

Untuk besar area cakupan ekivalen dari bangunan gedung Mal Mangga Dua dengan lebar bangunan (b) = 69 m, dengan panjang bangunan (a) = 215 m, dan tinggi bangunan (h) = 25 m dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) sebagai berikut:

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

$$A_e = (215 \times 69) + (6 \times 25)(215 + 69) + (9\pi 25^2)$$

$$A_e = 14.835 + 42.600 + 17.662,5$$

$$A_e = 75.097,5 \text{ m}^2$$

Untuk menghitung jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5) sebagai berikut:

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} / tahun$$

$$N_d = 5,7039 \times 75.097,5 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 0,428351 / tahun$$

Nilai frekuensi sambaran petir tahunan setempat (N_c) yang diperbolehkan adalah $10^{-1} / tahun$. Dikarenakan nilai N_d lebih besar dari nilai N_c , sehingga diperlukan pemasangan sistem proteksi petir, maka nilai efisiensi yang diperlukan untuk menentukan tingkat proteksi yang diperlukan dapat dihitung dengan persamaan (6) sebagai berikut:

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

$$E \geq 1 - \frac{10^{-1}}{0,428351}$$

$$E \geq 0,76 = 76\%$$

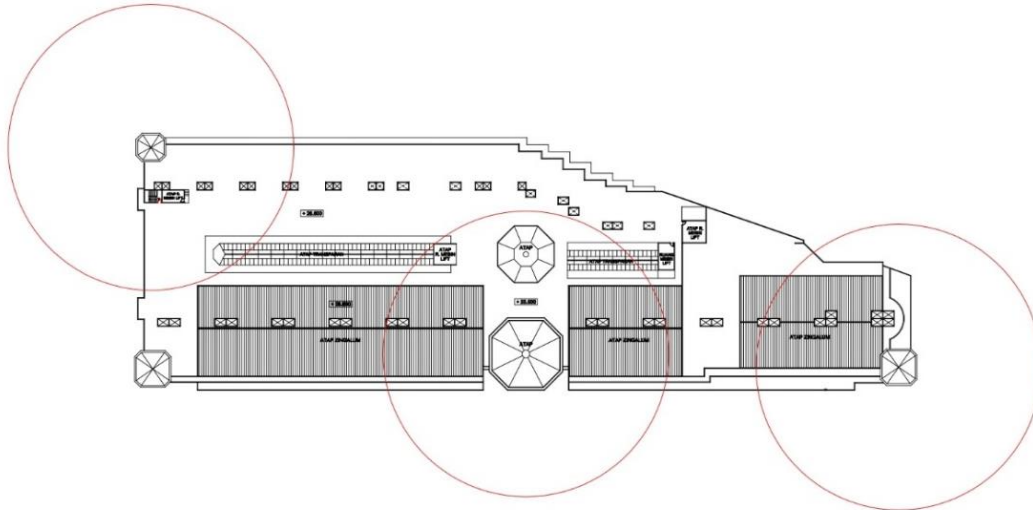
Berdasarkan tabel 9 dengan hasil nilai E adalah sebesar 0,76 atau 76% maka hasil kurang dari 0,8 atau 80% yaitu berada pada tingkat proteksi IV, gedung Mal Mangga Dua dengan ketinggian bangunan 25 meter, mengacu pada tabel 1 termasuk ketinggian 20 meter, dengan demikian untuk tingkat proteksi gedung Mal Mangga Dua adalah tingkat proteksi IV dengan sudut proteksi 55°.

G. Analisa Sistem Proteksi Petir Gedung Mal Mangga Dua

Berdasarkan hasil pembahasan sesuai dengan perhitungan yang sudah dilakukan maka diperoleh nilai yang dapat digunakan dengan metode sudut proteksi. Dengan menggunakan metode

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

sudut proteksi untuk sistem proteksi petir jenis konvensional dan didapatkan radius awal perencanaan untuk sistem proteksi petir untuk gedung Mal Mangga Dua sebesar 40 m ditunjukkan pada Gambar 5. Sesuai dengan Gambar 5, dapat dilihat bahwa sudut proteksi petirnya 55° dengan panjang terminal udara 3 meter untuk gedung Mal Mangga Dua dilihat dari tampak atas belum sepenuhnya sistem proteksi petir dapat melindungi area gedung Mal Mangga Dua dari sambaran petir.



Gambar 5. Radius Proteksi Petir Konvensional Pada Gedung Mal Mangga Dua

Berdasarkan hasil diatas untuk mendapatkan proteksi yang lebih optimal sehingga diputuskan untuk merencanakan sistem proteksi petir tipe elektrostatis karena dengan tipe elektrostatis sistem proteksi petir memiliki radius proteksi yang lebih luas. Untuk sistem proteksi petir tipe elektrostatis gedung Mal Mangga Dua dipilih terminal udara elektrostatis dengan tipe Evo Franklin (EF-100) memiliki radius perlindungan 100 meter. Untuk radius perlindungan sistem proteksi petir tipe elektrostatis gedung Mal Mangga Dua dari tampak atas dapat dilihat pada Gambar 6.

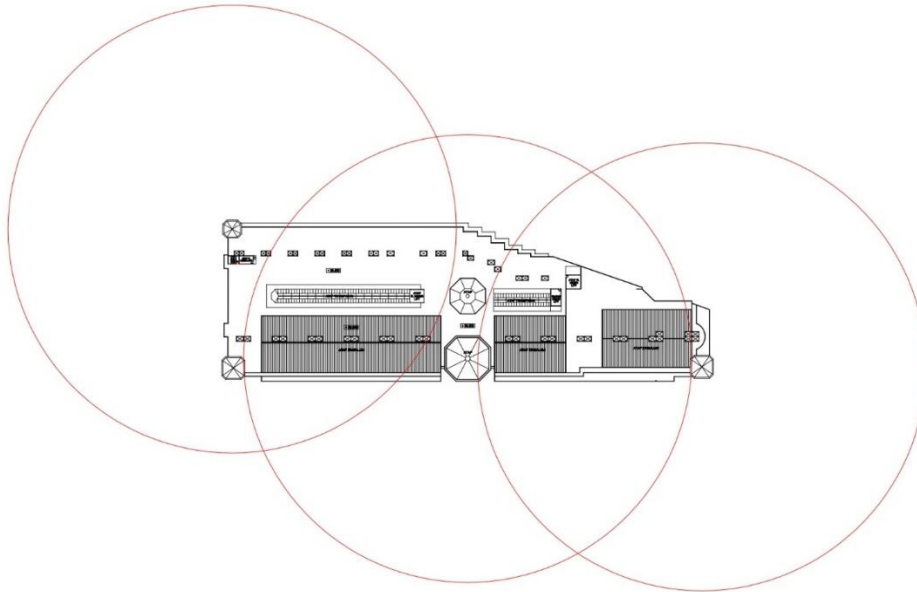
Merujuk spesifikasi terminal udara yang digunakan yaitu memiliki radius perlindungan 100 meter sehingga luas radius proteksi untuk 1 buah terminal udara dapat dihitung sebagai berikut:

$$Ax = \pi \times Rp^2$$

$$Ax = 3,14 \times 100^2$$

$$Ax = 31.400 \text{ m}^2$$

Sesuai dengan perhitungan diatas 1 buah terminal udara dapat memberikan luas proteksi 31.400 m^2 dan untuk gedung Mal Mangga Dua dipasang sebanyak 3 buah terminal udara elektrostatis sehingga mampu memberikan area proteksi untuk seluruh kawasan gedung Mal Mangga Dua yang dari denah tampak atas dapat dilihat seperti Gambar 6.



Gambar 6. Radius Proteksi Petir Elektrostatik Pada Gedung Mal Mangga Dua

Beberapa perbedaan proteksi petir jenis konvensional dengan elektrostatik sebagai berikut:

- Untuk radius area proteksi proteksi petir konvensional relatif memiliki radius area proteksi yang lebih kecil sesuai dengan perhitungan di atas didapatkan radius sebesar 40 m. Sedangkan untuk proteksi petir elektrostatik sesuai dengan spesifikasinya memiliki radius area proteksi sebesar 100 m.
- Dari segi sifat sambaran petirnya untuk proteksi petir konvensional bersifat pasif terhadap sambaran petir dan cenderung menunggu petir menyambar terminal udaranya. Sedangkan proteksi petir elektrostatik bersifat aktif terhadap sambaran petir, terminal udaranya cenderung menarik ion negatif dari awan dan memungkinkan petir akan menyambar tepat pada ujung bagian terminal udaranya.

Dilihat dari tabel 12 konduktor penyalur (*down conductor*) yang terpasang pada sistem proteksi petir gedung Mal Mangga Dua menggunakan kabel Coaxial dengan diameter 50 mm² untuk masing-masing ketiga konduktor penyalur yang terpasang. Untuk minimum konduktor penyalur yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7015-2004 yang dapat dilihat pada tabel 2 untuk sistem proteksi I sampai IV untuk ukuran konduktor penyalur sudah sesuai dengan standar.

Dilihat dari tabel 11 untuk hasil pengukuran pentanahan bak kontrol 1 memiliki rata-rata sebesar 0,58 Ω ; hasil pengukuran pentanahan bak kontrol 2 memiliki rata-rata sebesar 1,53 Ω ; dan hasil pengukuran pentanahan bak kontrol 3 memiliki rata-rata sebesar 1,33 Ω . Sesuai dengan ketentuan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 dan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor PER 02/MEN/1989 nilai untuk pentanahan adalah $\leq 5 \Omega$. Sehingga untuk nilai pentanahan ketiga bak kontrol yang ada pada Gedung Mal Mangga Dua masih sesuai dengan standar karena nilainya masih dibawah 5 Ω .

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap sistem proteksi petir Gedung Mal Mangga Dua, dapat disimpulkan bahwa kondisi fisik sistem pentanahan dan proteksi petir gedung masih tergolong layak, karena nilai pentanahan, ukuran diameter konduktor penyalur, serta radius cakupan area proteksi sudah sesuai standar dan mencakup luasan gedung. Namun, perhitungan menunjukkan bahwa penangkal petir konvensional belum mampu melindungi seluruh area gedung, sehingga

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FTS UIKA-BOGOR

diterapkan sistem proteksi petir elektrostatik yang dapat menjamin perlindungan penuh terhadap seluruh area Gedung Mal Mangga Dua [SNI 03-7015-2004].

V. REFERENSI

- [1] BSN, Jakarta Menteri Tenaga Kerja RI (1989), “Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. Per.02/MEN/1989 Tentang Pengawasan Instalasi Penyalur Petir”
- [2] Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP) untuk bangunan di Indonesia. (1983). Hal.17. Cetakan Pertama.
- [3] Naibaho, N., & Sofiyani, A. I. (2021). Analisa Sistem Proteksi Petir Eksternal Tipe Elektrostatik di PT. Pamapersada Nusantara Distrik CCOS Cileungsi–Bogor. *Jurnal Elektro*, 9(2), 112-125.
- [4] Hosea, E., Iskanto, E., & Luden, H. M. (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*, 4(1).
- [5] Indonesia, B. S. N. (2004). SNI 03-7015-2004. *Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan Gedung. Standard Nasional Indonesia*.
- [6] Christian, D. M. (2017). Evaluasi Sistem Proteksi Petir Eksternal Pada Pabrik PT. Pupuk Sriwijaya, 68.
- [7] Putra, R. S. (2023). *Analisa Perbandingan Sistem Proteksi Petir Tipe Konvensional Dengan Elektrostatik Di RSI Sultan Agung Semarang* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).
- [8] Dinas Penanaman Modal Dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Kota Administrasi Jakarta Pusat. (2023). *Sertifikat Keselamatan Kebakaran*. No. 7/E.1a.1/2/TM 33.09/e/2023. Gedung Mal Mangga Dua.
- [9] Mondrizal & Insannul Kamil (2025). Evaluation of the External Lightning Protection System, *Journal of Technology and Vocational Studies*.
- [10] Hendra Firnando, Dasrinal Tessel & Abdul Manab (2025). Perancangan Sistem Proteksi Petir Eksternal di Gedung B Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi, *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*.