

## SISTEM PENANGKAL PETIR DI GEDUNG TELEKOMUNIKASI DAN GEDUNG PAI MATSC

**Teguh Imam Suharto, Ade Irfansyah, Yuyun Suprpto**

Teknik Navigasi Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya

*Correspondence author: Teguhimamsuharto, teguhimamsuharto@poltekbangsby.ac.id, Surabaya, Indonesia*

### Abstrak

Pada hari jumat, tanggal 11 Nopember 2022 terjadi kerusakan peralatan radio link pada sistem komunikasi pemancar radio HF dan MSSR akibat sambaran petir yang sedang beroperasi di kantor Makassar Aitr Traffic Service Centre (MATSC). Sambaran petir ini menjadi suatu fenomena yang menjadi ancaman bagi operasional pelayanan navigasi penerbangan yang dilakukan oleh Perum LPPNPI cabang MATSC. Tujuan kajian ini adalah untuk mengevaluasi sistem penangkal petir eksternal yang telah terpasang dan juga untuk mengetahui efektifitas sistem penangkal petir konvensional pada tower antena di samping gedung radio PAI milik MATSC. Kajian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Pengambilan data menggunakan metode observasi dan pengukuran. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil bahwa Gedung PAI termasuk dalam kategori IV, yang artinya adalah tingkat bahaya sambaran petir sebesar 80%. Sedangkan tower antenna memiliki kategori tingkat proteksi III yang artinya memiliki tingkat bahaya sebesar 90%. Namun dari hasil pengamatan hanya tower antenna yang diberikan penangkal petir jenis konvensional, sedangkan Gedung PAI tidak ada system pengangkal petirnya. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa sudut proteksi penangkal petir konvensional yang ada adalah sekitar  $35^\circ$  dengan radius perlindungan sebesar 16,58 m. Sehingga dengan radius tersebut tidak sepenuhnya Gedung PAI mendapatkan perlindungan dari bahaya sambaran petir.

Keywords: Sistem Penangkal Petir, Tower Antena, Gedung PAI MATSC

### Abstract

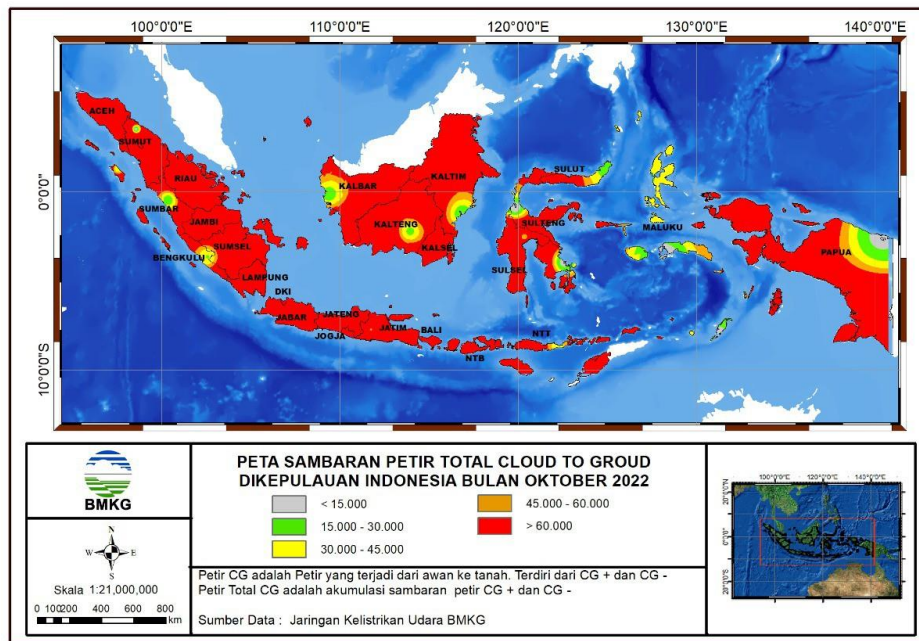
*On Friday, 11 November 2022, there was damage to the radio link equipment in the HF and MSSR radio transmitter communication systems due to a lightning strike operating at the Makassar Air Traffic Service Center (MATSC) office. This lightning strike is a phenomenon that poses a threat to the operation of flight navigation services carried out by the MATSC branch of Perum LPPNPI. The purpose of this study is to evaluate the external lightning protection system that has been installed and also to determine the effectiveness of the conventional lightning protection system on the antenna tower next to the MATSC radio PAI building. This study uses quantitative research methods. Retrieval of data using the method of observation and measurement. The calculation results found that the PAI Building was included in category IV, meaning that the lightning strike hazard level is 80%. While the antenna tower has a protection level category III, which means it has a danger level of*

90%. However, from the observations, only the tower antenna is provided with a conventional type of lightning rod, while the PAI Building does not have a lightning rod system. The calculation results show that the existing conventional lightning rod protection angle is around 35o with a protection radius of 16.58 m. So that with this radius, the PAI building does not fully get protection from the dangers of lightning strikes.

Keywords: Lightning Protection System, Antenna Tower, PAI MATSC Building

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada di garis katulistiwa yang memiliki 70% perairan. Hal ini menyebabkan terjadinya penguapan yang sangat tinggi, sehingga banyak membentuk awan yang berpotensi menghasilkan badai petir. Indonesia adalah suatu negara dengan intensitas terjadinya petir yang sangat tinggi di dunia (Supartono & Haryono, 2015). Provinsi Sulawesi Selatan termasuk daerah di Indonesia yang memiliki peta sambaran petir yang tinggi dengan nilai diatas 60.000 kali selama bulan oktober tahun 2022, seperti ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Peta sambaran petir kepulauan Indonesia bulan Oktober 2022  
 Sumber: <https://www.bmkg.go.id>, diakses tanggal 15 November 2022

Beberapa hal yang menyebabkan terjadinya sambaran petir pada suatu peralatan elektronik yang sedang digunakan, adalah ketidak harmonisan desain antara sistem proteksi petir eksternal dengan system proteksi petir internal dan

sistem grounding (Negara et al., 2021). Hal ini tentu saja menjadi suatu ancaman serius bagi sistem pengoperasian peralatan elektronik, seperti menyebabkan peralatan tersebut rusak dan tidak dapat digunakan secara permanen. Peralatan yang tidak dapat beroperasi normal berdampak pada besarnya kerugian secara ekonomi.

Fenomena ini tentu saja menjadi ancaman bagi operasional pelayanan navigasi penerbangan yang dilakukan oleh Perum LPPNPI cabang Makassar. Terbukti pada hari jumat, tanggal 11 Nopember 2022 terjadi kejadian sambaran petir pada peralatan radar dan radio link yang sedang beroperasi di kantor Makassar Aitr Traffic Service Centre (MATSC). Antena radio link ditempatkan pada suatu ketinggian 30 meter diatas tanah pada sebuah tower antena. Posisi ini memungkinkan terjadinya propagasi gelombang elektromagnetik antara stasiun pemancar (Tx) dengan stasiun penerima (Rx). Namun demikian posisi ketinggian membuat antena radio link memerlukan keamanan dari kemungkinan gangguan akibat sambaran petir. Untuk menghindari sambaran petir maka sangat diperlukan sistem penangkal petir yang berkualitas baik.

Tujuan kajian ini adalah untuk mengevaluasi sistem penangkal petir eksternal yang telah terpasang dan juga untuk mengetahui efektifitas system penangkal petir konvensional pada tower antena di samping gedung radio PAI milik MATSC. Manfaat bagi penulis dan Politeknik Penerbangan Suarabaya adalah sebagai referensi pembelajaran proteksi peralatan elektronika dari sambaran petir jenis Ground to Cloud (GC). Sementara manfaat bagi MATSC adalah sebagai bahan pertimbangan didalam perbaikan system penangkal petir yang ada di lokasi tersebut.

Pada penelitian ini, dilakukan pencarian dan merujuk pada beberapa penelitian terdahulu yang relevan. Rujukan ini dimaksudkan untuk melihat apakah penelitian ini bersifat menguatkan, atau menambah keterbaruannya. Penelitian terdahulu yang relevan yaitu penelitian yang dilakukan oleh Rohani (2017) dengan judul Evaluasi Sistem Penangkal Petir Eksternal di Gedung Rektorat Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini menemukan bahwa 1) Berdasarkan gedung tertinggi gedung Rektorat UNY sangat memerlukan adanya sistem penangkal petir dengan tingkat proteksi petir level III, 2) Penggunaan penangkal petir konvensional dengan metode sudut proteksi masih membutuhkan peningkatan proteksi berupa penambahan batang penangkal petir sebanyak 27 batang.

Sejalan dengan hasil penelitian Rohani (2017) tersebut diatas, Supartono (2020) melalui penelitiannya dengan judul Application of Cone Protection and Rolling Sphere Methods in External Lightning Protection Analysis on 214 Radar Tower, menemukan bahwa metode perlindungan kerucut menyimpulkan bahwa penambahan ketinggian terminasi udara menjadi 35 m untuk melindungi menara bangunan dan antena radar. Penerapan metode rolling sphere sejauh

radius 110 m diperoleh sehingga dapat melindungi menara dan antena radar dari bahaya petir.

Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Nadeak pada tahun 2022 dengan judul Analisis Penangkal Petir Pada Peralatan Antena Radar Di Kantor Airnav Indonesia Cabang Pembantu Pangkalan Bun. Penelitian ini menemukan bahwa dengan menggunakan metode bola bergulir sistem penangkal petir yang terpasang di antena Radar Pangkalan Bun dapat melindungi peralatan hingga jarak 122,86 m dengan radius  $47.403m^2$  yang artinya gedung dan antena Radar sudah berada dalam proteksi penangkal petir dan sesuai SNI 03-7015-2004 point 3.48 gedung Radar sudah termasuk jarak aman karena didalam ruang terproteksi karena diantaranya laju berbahaya tidak dapat terjadi.

## **METODE PELAKSANAAN**

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah metode kuantitatif deskriptif. Pengambilan data dilakukan dengan cara observasi, pengukuran, wawancara dan studi pustaka. Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap objek yang sedang di kaji. Hasil observasi berupa foto-foto instalasi penangkal petir. Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan data panjang terminasi penangkal petir konvensional dan tahanan tanah tempat ditanamnya terminasi bumi. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan data-data yang berhubungan dengan objek kajian seperti tahun pembuatan, dan frekuensi sambaran yang mengakibatkan kerusakan peralatan disekitarnya. Studi pustaka dilakukan dalam rangka mempelajari seluruh aspek teoritis dari berbagai referensi untuk memperoleh rumusan dan standar-standar yang digunakan didalam perhitungan kajian. Standar yang digunakan adalah Standar Nasional Indonesia SNI 03-7015-2004, NFC 17-102, PUIL 2000 dan Departemen Pekerjaan Umum RI No 378/KPTS/1987.

Metode penelitian yang digunakan dalam pemecahan permasalahan termasuk metode analisis. Keterangan gambar diletakkan menjadi bagian dari judul gambar (figure caption) bukan menjadi bagian dari gambar. Metode-metode yang digunakan dalam penyelesaian penelitian dituliskan di bagian ini.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penangkal petir yang dipasang Gedung PAI dan Tower Antena dirancang untuk menangkap petir dan mengirimkannya ke tanah. Besarnya kebutuhan suatu bangunan terhadap sistem proteksi petir dapat ditentukan dengan menggunakan indikator yang mencerminkan faktor-faktor tertentu, seperti yang

ditunjukkan pada Tabel 1 sampai Tabel 5 (Departemen Pekerjaan Umum RI, 18-20)

Tabel 1. Indeks A: Bahaya Berdasarkan Jenis Bangunan

Penggunaan dan Isi	Indeks A
Bangunan biasa yang tidak perlu diamankan baik bangunan maupun isinya	-10
Bangunan dan isinya jarang dipergunakan, misalnya di tengah sawah atau ladang, menara atau tiang dari metal.	0
Bangunan yang berisi peralatan sehari-hari atau tempat tinggal, misalnya rumah tinggal, industri kecil atau stasiun kereta api.	1
Bangunan atau isinya cukup penting, misalnya menara air, barang-barang berharga, dan kantor pemerintah.	2
Bangunan yang berisi banyak sekali orang, misalnya bioskop, sarana ibadah, sekolah, dan monument sejarah yang penting.	3
Instalasi gas, minyak atau bensin, dan rumah sakit	5
Bangunan yang mudah meledak dan dapat menimbulkan bahaya yang tidak terkendali bagi sekitarnya, misalnya instalasi nuklir.	15

Bahaya berdasarkan jenis bangunan dapat dikelompokkan dalam beberapa kategori yang dibobotkan dalam suatu indeks tertentu. Bangunan biasa yang tidak perlu diamankan, baik bangunannya maupun isinya memiliki bobot -10, dikarenakan memiliki resiko bahaya yang paling rendah diantara kategori lainnya (Yuniarti, 2017). Sedangkan bangunan yang mudah meledak dan dapat menimbulkan bahaya yang tidak terkendali bagi sekitarnya, misalkan instalasi nuklir memiliki bobot indeks tertinggi dikarenakan memiliki resiko bahaya yang paing tinggi diantara lainnya, untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Indeks B: Bahaya Berdasarkan Kontruksi Bangunan

Kontruksi Bangunan	Indeks B
Seluruh bangunan terbuat dari logam dan mudah menyalurkan listrik.	0
Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap Logam	1

Bangunan dengan konstruksi beton bertulang. kerangka besi dan atap bukan logam.	2
Bangunan kayu dengan atap bukan logam	3

Bahaya berdasarkan konstruksi bangunan dapat dikelompokkan dalam beberapa kategori yang dibobotkan dalam indeks B. Jika seluruh bangunan terbuat dari logam dan mudah menyalurkan listrik maka memiliki indeks  $B = 0$ . Untuk bangunan kayu dengan atap bukan logam memiliki nilai indeks sebesar 3, dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Indeks C: Bahaya Berdasarkan Tinggi Bangunan

Tinggi Bangunan	(m)	Indeks C
Sampai dengan	6	0
	12	2
	17	3
	27	4
	35	5
	50	6
	70	7
	100	8
	140	9
	200	10

Bahaya akibat sambaran petir berdasarkan tinggi bangunan dapat dilihat pada Tabel 3. Tampak pada tabel bahwa tinggi bangunan terendah sampai dengan 6 meter memiliki nilai indeks sebesar 0. Sedangkan bangunan yang memiliki ketinggian hingga 200 meter, memiliki nilai indeks sebesar 10.

Tabel 4. Indeks D: Bahaya Berdasarkan Situasi Bangunan

Situasi Bangunan	Indeks D
Di tanah datar pada semua ketinggian	0
Di kaki bukit sampai % tinggi bukit atau di pegunungan sampai 1000 meter.	1
Di puncak gunung atau pegunungan yang lebih dari 1000 meter.	2

Bahaya akibat sambaran petir berdasarkan situasi bangunan dapat dilihat pada Tabel 4. Untuk bangunan yang berdiri di atas tanah datar pada semua ketinggian memiliki nilai indeks 0. Sedangkan untuk bangunan yang berdiri di

puncak gunung yang berada pada ketinggian diatas 100 mdpl memiliki nilai indeks 2.

Tabel 5. Indeks E: Bahaya Berdasarkan Pengaruh Kilat/ Hari Guruh

Hari guruh per tahun	Indeks E
2	0
4	1
8	2
16	3
32	4
64	5
125	6
256	7

Bahaya akibat sambaran petir berdasarkan pengaruh kilat atau hari guruh memiliki nilai indeks seperti ditunjukkan pada Tabel 5. Jika suatu lokasi memiliki hari guruh pertahun sebesar 2 maka, nilai indeksnya adalah 0. Begitu seterusnya sampai dengan kondisi dimana suatu daerah memiliki jumlah hari guruh per tahun sebesar 256, maka daerah tersebut memiliki nilai indeks 7.

Tabel 6 Indeks R: Perkiraan Bahaya Sambaran Petir

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

Nilai indeks Gedung PAI dan Tower Antena menurut pedoman perencanaan proteksi petir, berdasarkan Tabel 1 tentang bahaya berdasarkan jenis bangunan., maka gedung PAI memiliki indeks a sebesar 2 yakni bangunan atau isinya cukup penting karena merupakan kantor pemerintah. Sedangkan tower antena memiliki indeks a sebesar 2 karena merupakan bangunan dan isinya cukup penting, karena berisikan barang-barang berharga. Selanjutnya berdasarkan Tabel 2 tentang bahaya berdasarkan konstruksi bangunan, maka gedung PAI memiliki indeks b sebesar 1 karena merupakan bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap logam, sedangkan tower antena memiliki indeks b sebesar 0 karena seluruh bangunan terbuat dari logam dan mudah menyalurkan listrik. Berdasarkan Tabel 3 tentang bahaya

berdasarkan tinggi bangunan maka gedung PAI memiliki indeks c sebesar 2 karena merupakan bangunan yang memiliki ketinggian sampai dengan 12 meter, sedangkan tower antenna memiliki indeks c sebesar 5 dikarenakan memiliki ketinggian sampai dengan 35 meter. Berdasarkan Tabel 4 tentang bahaya berdasarkan situasi bangunan, maka gedung PAI memiliki indeks d sebesar 0 karena berada diatas tanah datar pada semua ketinggian, sedangkan tower antenna memiliki indeks d sebesar 0, dikarenakan berdiri diatas tanah datar pada semua ketinggian. Berdasarkan Tabel 5 tentang bahaya berdasarkan pengaruh kilat/ hari guruh, maka gedung PAI dan bangunan tower antenna memiliki indeks e dengan nilai sebesar 6 yakni memiliki hari guruh pertahun sebesar 152 .

Perkiraan bahaya sambaran petir diperoleh berdasarkan pedoman perencanaan penangkal petir yaitu dengan menjumlahkan seluruh nilai dari indeks di atas, menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R &= A + B + C + D + E \\ R &= 2 + 1 + 2 + 0 + 6 \\ R &= 11 \end{aligned}$$

Perkiraan sambaran petir R Gedung PAI = 11.

$$\begin{aligned} R &= A + B + C + D + E \\ R &= 2 + 0 + 5 + 0 + 6 \\ R &= 13 \end{aligned}$$

Perkiraan sambaran petir R tower antenna = 13.

Berikutnya adalah menghitung tentang besarnya sambaran petir ketanah Ng yang dapat dihitung dengan nilai besarnya hari guruh (Td), menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} N_g &= 4 \times 10^{-2} \times Td^{1.25} / \text{km}^2 \text{ per tahun} \\ N_g &= 4 \times 10^{-2} \times 152^{1.25} / \text{km}^2 \text{ per tahun} \\ N_g &= 21,35 / \text{km}^2 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

Selanjutnya area cakupan ekivalen Ae dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$A_e = (a \times b) + (6 \times h) + a + b + (3,14 \times 9h^2)$$

Dimana bangunan PAI memiliki data sebagai berikut: (1) panjang struktur bangunan (a) sebesar 39 m, (2) lebar struktur bangunan (b) sebesar 45 m, dan (3) tinggi struktur bangunan (h) sebesar 12 m. Sedangkan untuk tower antenna memiliki data sebagai berikut: (1) panjang sebesar (a) sebesar 2,5 meter, (2) lebar (b) sebesar 2,5 meter, dan (3) ketinggian tower (h) sebesar 35 meter. Sehingga area cakupan ekivalen Gedung PAI adalah :

$$\begin{aligned} A_e &= (39 \times 45) + (6 \times 12) + 39 + 45 + (3,14 \times 9 \times 12^2) \\ A_e &= 1.755 + 72 + 84 + 4.069,44 \\ A_e &= 5.980,44 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Untuk Area cakupan ekivalen Tower Antena adalah sebagai berikut:

$$A_e = (2,5 \times 2,5) + (6 \times 35) + 4 + 4 + (3,14 \times 9 \times 35^2)$$

$$A_e = 6,25 + 210 + 8 + 34.618,5$$

$$A_e = 34.842,75 \text{ m}^2$$

Jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir ( $N_d$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

Dimana  $N_g$  adalah besarnya sambaran petir ketanah, untuk bangunan PAI dan Tower antena sebesar 21,35 km<sup>2</sup> /tahun dan eqivalen gedung PAI ( $A_e$ ) sebesar 5.980,44 m<sup>2</sup> dan ekivalen tower antena ( $A_e$ ) sebesar 34.842,75 m<sup>2</sup>, sehingga frekuensi sambaran petir untuk Gedung PAI adalah:

$$N_d = 21,35 \times 5.980,44 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 127.661 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 0,13 \text{ sambaran petir per tahun}$$

Sedangkan frekuensi sambaran petir ketanah ( $N_d$ ), untuk tower antena adalah:

$$N_d = 21,35 \times 34.842,72 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 743.892,71 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 0,74 \text{ sambaran petir per tahun}$$

Karena nilai  $N_d$  lebih besar dari nilai  $N_c$ , maka nilai efisiensi masing-masing untuk Gedung PAI ( $E_1$ ) adalah:

$$E_1 \geq 1 - \frac{N_c}{N_d}$$

$$E_1 \geq 1 - \frac{10^{-1}}{0,13}$$

$$E_1 \geq 1 - 0,77$$

$$E_1 \geq 0,23 \text{ (23\%)}$$

Sementara itu nilai efisiensi untuk tower antena ( $E_2$ ) adalah:

$$E_2 \geq 1 - \frac{N_c}{N_d}$$

$$E_2 \geq 1 - \frac{10^{-1}}{0,74}$$

$$E_2 \geq 1 - 0,14$$

$$E_2 \geq 0,86 \text{ (86\%)}$$

Dengan demikian nilai  $E_1$  sebesar 0,23 dan nilai  $E_2$  sebesar 0,86, sehingga nilai efisiensi system proteksi petir berdasarkan tingkat proteksi pada Tabel 7, maka nilai  $E_1 = 0,23$  berada ditingkat proteksi IV. Sedangkan nilai efisiensi system proteksi petir berdasarkan tingkat proteksi untuk  $E_2 = 0,86$  berada pada tingkat proteksi III.

Tabel 7. Efisiensi sistem proteksi petir

Tingkat Proteksi	Efisiensi Sistem Proteksi Petir (E)
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Sumber: BSN, (2004:13)

Keterangan:

$E < 0\%$  tidak diperlukan sistem proteksi petir

$0\% < E \leq 80\%$  berada pada tingkat proteksi IV

$80\% < E \leq 90\%$  berada pada tingkat proteksi III

$90\% < E \leq 95\%$  berada pada tingkat proteksi II

$95\% < E \leq 98\%$  berada pada tingkat proteksi I

$E > 98\%$  berada pada tingkat proteksi I dengan penambahan alat proteksi

Jika dilakukan analisa perhitungan serupa dengan langkah-langkah di atas menggunakan data Hari Guruh sebesar 152,  $N_c$  sebesar 10-1 /tahun dengan panjang dan lebar bangunan yang berbeda serta ketinggian berbeda-beda, diperoleh data yang dirincikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan beberapa Variasi

Gedung	Parameter Gedung			Parameter SNI 2004			Tingkat Proteksi	
	a	b	h	Ae	$N_g$	$N_d$		
	(m)	(m)	(m)	( $m^2$ )	( $km^2/thn$ )	(.th)		
<b>Gedung PAI</b>	39	45	12	5.980,44	21,35	0.13	23%	IV
<b>Tower Antena</b>	2,5	2,5	35	34.842,75	21,35	0.74	86%	III

Berdasarkan gedung tertinggi yaitu Tower Antena memiliki tinggi 32 m dan panjang terminasi udara adalah 3 m, maka berdasarkan sistem pengaman petir yang terpasang dengan tipe penangkal petir konvensional pada ujung tower antena memiliki sudut proteksi sebesar  $35^\circ$  sehingga radius proteksinya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{r}{h} ; r = \alpha \times h = \tan 35^\circ \times 35 = 16,58 \text{ m}$$



Gambar 4. Sketsa radius penangkal petir konvensional

## SIMPULAN

Gedung PAI termasuk dalam kategori IV, yang artinya adalah tingkat bahaya sambaran petir sebesar 80%. Sedangkan tower antenna memiliki kategori tingkat proteksi III yang artinya memiliki tingkat bahaya sebesar 90%. Namun dari hasil pengamatan hanya tower antenna yang diberikan penangkal petir jenis konvensional, sedangkan Gedung PAI tidak ada system penangkal petirnya. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa sudut proteksi penangkal petir konvensional yang ada adalah sekitar 35o dengan radius perlindungan sebesar 16,58 m. Sehingga dengan radius tersebut tidak sepenuhnya Gedung PAI mendapatkan perlindungan dari bahaya sambaran petir.

Berdasarkan hasil observasi dan kajian pustaka, didapatkan hasil analisa bahwa kawat penghantar dari system penangkal petir eksisting tidak menggunakan isolator pelindung kabel. Hal ini menjadikan system penangkal petir yang ada tidak efektif melindungi peralatan disekitarnya. Jika kawat penghantar system penangkal petir tidak menggunakan kawat terisolasi maka arus listrik akibat surge dari petir akan merambat pada batang besi tower antenna, dan hal ini akan menyebabkan induksi listrik pada peraltan disekitarnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Negara, I. M. Y., Ksatria, A. B., Fahmi, D., Asfani, D. A., Hernanda, I. G. N. S., & Pratama, R. B. (2021). Investigation and improvement of standard external lightning protection system: Industrial case study. *Energies*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/en14144118>
- Soepangkat. (1994). *Pengantar Meteorologi*.

- Supartono, E., & Haryono, T. (2015). APPLICATION OF CONE PROTECTION AND ROLLING SPHERE METHODS IN EXTERNAL LIGHTNING PROTECTION ANALYSIS ON 214 RADAR TOWER. In *International Journal of Advances in Engineering & Technology* (Vol. 8).
- Syakur, A. (2006). SISTEM PROTEKSI PENANGKAL PETIR PADA GEDUNG WIDYA PURAYA Determination of Tracking Index View project. <https://www.researchgate.net/publication/279670912>
- T. Gunawan. (2014). Analisis Tingkat Kerawanan Bahaya Sambaran Petir Dengan Metode Simple Additive Weighting di Provinsi Bali. Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar.
- Ugahari, Y. (n.d.). ANALISIS PROTEKSI SAMBARAN PETIR EKSTERNAL MENGGUNAKAN METODE COLLECTION VOLUME STUDI KASUS GEDUNG FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA.
- Yuniarti, N. (2017). EVALUASI SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL DI GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(2). <http://journal.uny.ac.id/index.php/jee/>