

Evaluasi Sistem Proteksi Penangkap Petir pada Gedung Rektorat dan Gedung KH AR Fachruddin di Lingkungan Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Winarso¹, Zyon Ridho²

^{1,2}Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains,
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v6i.859](https://doi.org/10.30595/pspfs.v6i.859)

Submitted:

August 05, 2023

Accepted:

September 29, 2023

Published:

October 13, 2023

Keywords:

Sistem Penangkap Petir, SNI 03-7015-2004, PUIPP

ABSTRACT

Universitas Muhammadiyah Purwokerto has numerous buildings, including the rectorate and the 55.27-meter-tall K.H. A.R. Fachruddin building, that could be struck by lightning and as a result, it requires an efficient lightning arrester system (SPP). This study aims to evaluate the building's lightning safety level in compliance with SNI 03-7015-2004, the General Regulations for Lightning Protection Installation (PUIPP), and the building's lightning arrester system's state. Direct measurements of building structures, lightning arrester system components, lightning arrester conditions, and soil resistance are employed to collect research data using the observational approach. The study calculates the degree of protection in structures in accordance with the General Regulations for Lightning Protection Installation (PUIPP) standards and determines the value of the protection range using SNI 03-7015-2004. Both the KH AR Fachruddin building and the rectorate building have an R index of 14, which means that they both desperately need an efficient lightning arrester. The Rector building's system is only 75% effective, compared to 91% in the KH AR Fachruddin building.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Winarso

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. KH Ahmad Dahlan, Kembaran 53182, Indonesia

Email: ewinarso@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu negara di dunia Indonesia memiliki iklim tropis dan terletak di garis khatulistiwa. Kondisi geografi tersebut mengakibatkan Indonesia memiliki musim kemarau dan musim hujan, dikarenakan tingginya curah hujan di Indonesia, wilayah Indonesia sering terjadinya sambaran petir. Banyak pembangunan infrastruktur di Indonesia salah satunya gedung – gedung bertingkat menjulang tinggi yang berpotensi memiliki tingkat bahaya sambaran petir, maka dari itu membutuhkan pengamanan yang baik untuk menangkal petir demi kepentingan keselamatan. Petir merupakan fenomena alam berwujud cahaya yang dihasilkan oleh tenaga listrik alam terjadi di dalam awan itu sendiri maupun awan ke bumi. Terjadi di saat menjelang turun hujan, badai atau awan mendung. Petir merupakan peristiwa alami dengan proses melepas muatan listrik yang terjadi didalam atmosfer. Karena terbentuknya konsentrasi antara muatan positif dan negatif yang terjadi di awan, peristiwa itulah yang disebut pelepasan muatan. [1] [2]

Terjadinya sambaran petir adalah bukti dari sejenis fenomena fisik pengosongan elektrostatis implus yang disebabkan oleh badai. Sambaran petir yang muncul secara tiba-tiba ke permukaan tanah bumi memiliki arus listrik yang sangat tinggi dan dapat menyebabkan kerusakan parah dengan waktu yang sangat cepat. Termasuk kerusakan pada bangunan sekitar bahkan manusia sekaligus. Kilat dari sambaran petir bisa mengakibatkan potensi bahaya dan kerusakan pada benda yang tersambar. Bagian ini berupa muatan petir ke area bumi atau tanah. Sekitar antara 2.000 A sampai 200kA adalah kemungkinan nilai arus mengalir pada kilatan petir. [3][1]

Arus listrik dapat dengan mudah mengalir pada tubuh manusia yang akan merusak sistem saraf manusia sekaligus dapat menyerang jantung yang akan menyebabkan kematian pada korban. Sehingga untuk memproteksi bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh listrik, maka dibuatlah sistem proteksi arus bocor, yang juga harus didukung sistem pentanahan yang baik, demi melindungi manusia, dan peralatan dari kerusakan akibat gangguan arus bocor. Untuk itu, setiap bangunan perkantoran, pusat komputer, dan gedung-gedung yang mempunyai penggunaan listrik yang besar, sebisa mungkin untuk menggunakan sistem pentanahan yang baik dan sistem proteksi arus bocor. Sistem tenaga listrik yang terkena sambaran petir akan mengalami gangguan. Semakin tinggi dari bangunan maka semakin besar juga gangguan petir yang terjadi pada gedung tersebut, gangguan bisa terjadi karena petir menyambar bangunan paling tinggi. Sistem proteksi penangkap petir merupakan struktur untuk menyalurkan dan menghantarkan arus sambaran petir menuju grounding atau sistem pentanahan. Dan berfungsi sebagai penangkap utama sambaran petir di bangunan tinggi. [4] [5]

sistem proteksi petir yang sempurna terdiri dari 3 bagian. Yang pertama adalah Proteksi Eksternal, yaitu instalasi dan alat-alat di luar sebuah struktur untuk menangkap dan menghantar arus petir ke sistem pentanahan atau berfungsi sebagai ujung tombak penangkap muatan listrik atau arus petir di tempat tertinggi. Proteksi Eksternal yang baik terdiri atas air terminal atau interceptor, down conductor, dan ekuiopotensialisasi yang ke 2 adalah Proteksi Pentanahan, merupakan bagian terpenting dalam instalasi sistem proteksi. Metode roda bergulir sangat cocok digunakan untuk bangunan rumit / yang berbentuk abstrak. Metode yang menggunakan gambar seolah-olah bola yang bergulir dengan radius R, penerapat bola bergulir yang diterapkan kesegala arah sampai mengenai atau bertemu permukaan tanah itulah yang berfungsi sebagai penghantar. Pada ilustrasi tersebut semua titik yang menyentuh bola bergulir merupakan area yang bisa terkena sambaran petir dan dapat dilindungi dengan terminasi. [6] [7]

Konduktor penyalur merupakan kabel khusus yang menyalurkan arus petir yang diterima oleh terminasi udara baik itu vertikal maupun horizontal untuk kemudian disalurkan menuju bumi. Konduktor penyalur yang disediakan sebaiknya lebih dari satu agar arus petir tersebut dapat terbagi-bagi. Mengingat arus petir sangat besar. Konduktor penyalur (down conductor) adalah bagian dari sistem proteksi eksternal yang dimaksudkan untuk melewatkan arus petir dari sistem terminasi udara ke sistem pembumian. Konduktor penyalur perlu merancang agar tidak menimbulkan induksi terhadap peralatan-peralatan listrik yang terdapat di dalam ataupun di sekitar bangunan/BTS yang di proteksi. Menurut Arif Karta, lokasi Gedung Graha Muria yang belum memiliki sistem penangkal petir sebagai tempat penelitian, menggunakan metode kuantitatif dan teknik pengumpulan data observasi dengan menghitung/mengukur secara langsung tinggi serta luas bangunan. Data yang di dapat kemudian dibandingkan dengan standar – standar yang telah ditentukan Standar Nasional Indonesia, Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir untuk menentukan kebutuhan sistem proteksi pada gedung tersebut. [8] [9][10]

Menurut Rohani, Pada Evaluasi menggunakan metode sudut dalam menganalisa sistem sambaran petir eksternal dari beberapa variasi ketinggian gedung rektorat. Pada penelitiannya jenis penangkal petir yang digunakan adalah jenis elektrostatis. Metode penelitian yang dipakai yaitu sangkar faraday. Menurut Prasetyo, Pada penelitiannya membahas kebutuhan proteksi penangkal petir berdasarkan indeks-indeks yang menyatakan faktor-faktor dengan ditentukan empiris sesuai dengan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP), indeks-indeks tersebut seperti Bahaya berdasarkan konstruksi bangunan, situasi bangunan, situasi bangunan, tinggi bangunan, dan hari.guruh. Hasil yang diperoleh merupakan suatu perkiraan bahaya petir pada bangunan tersebut dan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan. [11] [12]

(grounding system) adalah suatu perangkat instalasi yang berfungsi untuk melepaskan arus petir ke dalam bumi, salah satu kegunaannya untuk melepas muatan arus petir. Tingkat kehandalan sebuah grounding ada di nilai konduktivitas logam terhadap tanah yang ditancapinya. Semakin konduktif tanah terhadap benda logam, maka semakin baik. grounding harus bisa mendapatkan nilai tahanan sebaran maksimal 5 ohm PUIL 2000 : 68 dengan menggunakan earth ground tester. Pada dasarnya sistem pentanahan adalah peralatan yang terdiri dari elektroda pentanahan yang dibutuhkan bersama hantaran pentanahan. Elektroda pentanahan dapat berupa batang yang ditanam tegak lurus atau ditanam sejajar permukaan tanah, dan berupa lempeng atau plat, yang kesemuanya ini dirancang untuk memperkecil tahanan pentanahan. Untuk hal tersebut terlebih dahulu harus ditentukan bahan maupun sifat elektrodanya, yang terutama harus mempunyai konduktivitas yang tinggi serta resistivitas yang

rendah, agar arus yang mengalir cepat ke dalam tanah. Perlu diperhatikan bahwa elektroda harus tahan terhadap korosi.[13] [14]

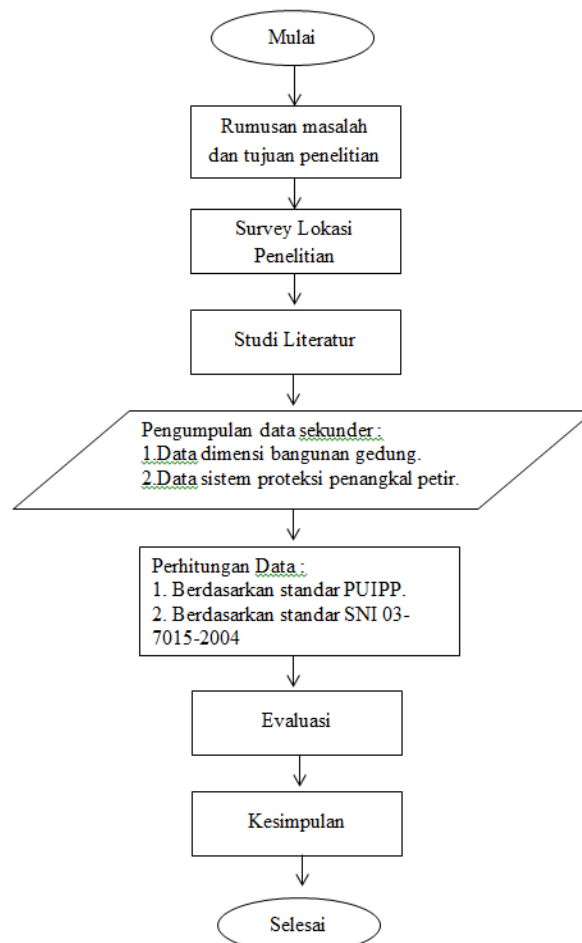
Salah satu hal yang cukup menentukan nilai tahanan tanah adalah Sifat Geologi tanah. Ini merupakan faktor utama yang menentukan tahanan jenis tanah. Bahan dasar dari pada tanah relatif bersifat bukan penghantar. Tanah liat umumnya mempunyai tahanan jenis terendah, sedang batu-batuan dan quartz bersifat sebagai insulator. Tahanan pentanahan merupakan hal yang tidak boleh diabaikan dalam pemasangan jaringan instalasi listrik . Pentanahan yang kurang baik tidak hanya membuang-buang waktu saja, tetapi pentanahan yang baik juga berbahaya dan meningkatkan resiko kerusakan peralatan. [15]

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat proteksi penangkap petir pada Gedung KH AR Fachruddin dan Gedung Rektorat dengan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) dan SNI-03-7015-2004. Sehingga dapat mengetahui kelayakan sistem penangkap petir gedung tersebut dan mengukur nilai resistansi tahanan tanah yang dilakukan dalam waktu 5 hari untuk mengetahui nilai rata – rata pada pengukuran resistansi tahanan tanah yang akurat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir

Kegiatan penelitian dapat berjalan lancar, maka perlu dilakukan secara teratur dalam bentuk tahapan tahapan yang sistematis, baik sebelum kegiatan penelitian tersebut dilaksanakan. kegiatan penyusunan laporan ini adalah suatu bentuk penelitian yang menggunakan metode perencanaan. Tahapan-tahapan penelitian dijelaskan pada bagan alir dibawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Tingkat Proteksi Pada Bangunan

- a. Menentukan Indeks kebutuhan bahaya akibat sambaran petir menurut Standat Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)

$$\mathbf{R} = \mathbf{A+B+C+D+E} \dots\dots\dots(1)$$

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

- b. kerapatan sambaran dengan standar SNI-03-7015-2004.

$$\mathbf{Ng} = \mathbf{4.10^{-2} \cdot Td^{1.25}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

Ng = Kerapatan sambaran petir.

Td = Hari guruh daerah per tahun.

- c. Rata-rata frekuensi sambaran petir.

$$\mathbf{Nd} = \mathbf{Ng \cdot Ae} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

Nd = Rata-rata frekuensi sambaran petir.

Ng = Kerapatan sambaran petir.

Ae = Area Proteksi gedung.

- d. Area Proteksi

$$\mathbf{Ae} = \mathbf{ab + 6h(a+b) + 9 \Pi h^2} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

A= panjang dari gedung

b = lebar dari gedung

h = tinggi dari gedung

Ae = Area proteksi gedung

- e. Efisiensi

$$\mathbf{E} \geq \mathbf{1 - \frac{Nc}{Nd}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

E = Efisiensi (%)

Nd = frekuensi rata-rata sambaran petir.

Nc = Frekuensi sambaran petir tahaun setempat (%)

2.3 Nilai Jarak Jangkauan Proteksi

- a. Jarak Radius Proteksi Sambaran Petir

$$\mathbf{Rs} = \mathbf{10 \times I^{0.65}} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

Rs = jarak radius proteksi sambaran petir

I = Arus puncak

- b. Sudut Perlindungan Gedung

$$\mathbf{\varphi} = \mathbf{\sin^{-1} \{1 - (\frac{h}{r_s})\}} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

h = Tinggi tombak penangkal petir dari permukaan tanah (m)

r_s = Jarak sambar (m)

φ = Sudut perlindungan (°)

- c. Radius Perlindungan

$$\mathbf{r} = \mathbf{\sqrt{2r_s h - h^2}} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

r = Radius daerah perlindungan (m)

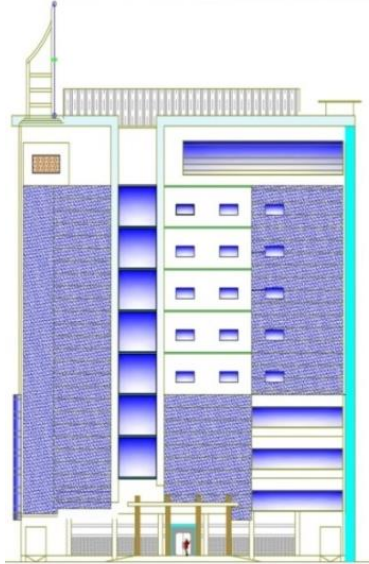
r_s = Jarak sambar (m)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Gedung

a. KH AR Fahrudin

Gedung KH AR Fahrudin adalah Gedung bertingkat 10 lantai yang berfungsi sebagai kegiatan aktifitas perkuliahan mahasiswa Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Gambar Gedung KH AR Fahrudin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Gambar tampak depan Gedung Fachruddin UMP Tower
Sumber : (Dokumen pribadi milik UMP)

Data dimensi bangunan Gedung Fachruddin UMP Tower :

Penajang Gedung	: 43,5 m
Lebar Gedung	: 22 m
Tinggi Gedung	: 44,6 m
Tinggi Tower	: 10,67 m
Tinggi Total	: 55,27 m
Luas Gedung	: 957 m ²
Jenis Bangunan	: Beton

b. Rektorat UMP

Gedung Rektorat Memiliki berbentuk bangunan L dan memiliki 3 lantai, berfungsi sebagai Gedung pusat Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Gambar Gedung rektorat dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3. Tampak depan Gedung Rektorat UMP
Sumber : (Dokumen pribadi milik UMP)

Data dimensi bangunan gedung UMP Tower :

Penajang Gedung	: 47,2m
Lebar Gedung	: 32m
Tinggi Gedung	: 21,45 m
Tinggi air terminal	: 6 m
Tinggi Total	: 27,45 m
Luas Gedung	: 1.105,6 m ²
Jenis Bangunan	: Beton

3.2 Tingkat Proteksi Bangunan Gedung KH AR Fachruddin

a. Indeks Kebutuhan Bahaya

Indek kebutuhan bahaya gedung KH AF Fachruddin berdasarkan (PUIPP), dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil kebutuhan indeks gedung KH AR Fachruddin

Kategori Indeks	Indeks
A	3
B	1
C	7
D	0
E	5
R	15

Klasifikasi Indeks yang telah dilakukan mendapat nilai indeks R sebesar 15, yang artinya menurut Standar PUIPP bahwa nilai perkiraan bahaya sambaran petir pada Gedung KH AR Fahrudin UMP sangat berpotensi terkena sambaran petir dan membahayakan isi dan aera gedung, maka diperlukanya sistem penangkap petir yang baik.

b. Kerapatan Sambaran Petir

$$Ng = 4.10^{-2} \cdot Td^{1,25}$$

$$Ng = 0,04 \times 91^{1,25}$$

$$Ng = 11,242 \text{ Km}^2/\text{Tahun}$$

c. Area Proteksi Bangunan

$$Ae = ab + 6h(a+b) + 9 \Pi h^2$$

$$Ae = (43,5 \times 22) + (6 \times 55,27) \times (43,5 + 22) + 9 \times 3,14 \times 55,27^2$$

$$= 957 + 21.721,11 + 86.371,6689$$

$$= 109.049,7789 \text{ m}^2$$

$$= 0,1090 \text{ Km}^2.$$

d. Rata – rata frekuensi sambaran petir.

$$Nd = Ng \cdot Ae$$

$$Nd = 11,2253 \times 0,1090$$

$$Nd = 1,2253 \text{ Sambaran / tahun.}$$

e. Efisiensi Proteksi Sambaran petir

Untuk menentukan Tingkatan proteksi dari suatu gedung perhitungan ber dasarkan Nd dan Nc 10⁻¹ sebagai berikut :

a) Jika nilai dari Nd ≤ Nc maka tidak diperlukan pemasangan sistem proteksi sambaran petir.

b) Jika nilai dari Nd ≥ Nc maka diperlukan pemasangan sistem proteksi sambaran petir.

$$E \geq 1 - \frac{Nc}{Nd}$$

$$E \geq 1 - \frac{0,1}{1,2253}$$

$$E \geq 0,91838$$

$$E = 91\%$$

Setelah nilai efisiensi didapat, maka dapat diketahui tingkat proteksi gedung KH AF Fachruddin pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Proteksi Petir

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

Dari hasil perhitungan efisiensi proteksi sambaran petir yang didapat adalah 0,91. Maka Efisiensi termasuk dalam kategori tingkat kebutuhan proteksi III (tiga).

3.3 Nilai Derah Proteksi Sambaran Petir Gedung Fachruddin

Tingkat Proteksi gedung KH AF Fachruddin termasuk dalam kategori III (tiga), maka paramete sambaran petir dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Sambaran Petir

Parameter Petir		Tingkat Proteksi		
		I	II	III
Nilai arus puncak	I (kA)	200	150	100
Muatan Total	Qtotal (C)	300	255	150
Muatan implus	Qtotal (C)	100	75	50
Energi spesifik	W/R (kJ/Ω)	10.000	5.600	2.500
Rata-rata kecuraman	Di/dt30/90% (Ka/μs)	200	150	100

- a. Jarak Radius Sambaran Petir

$$R_s = 10 \times I^{0,65}$$

$$R_s = 10 \times 100^{0,65}$$

$$R_s = 199,5262 \text{ m}$$

- b. Sudut Perlindungan

$$\varphi = \sin^{-1} \left\{ 1 - \left(\frac{h}{r_s} \right) \right\}$$

$$\varphi = \sin^{-1} \left\{ 1 - \left(\frac{55,27}{199,5262} \right) \right\}$$

$$\varphi = 46,30^\circ$$

- c. Radius Derah Perlindungan

$$r = \sqrt{2r_s h - h^2}$$

$$r = \sqrt{2 \times 199,5262 \times 55,27 - 55,27^2}$$

$$r = 137,843 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan nilai R_s yang didapat yaitu senilai 199,5262 m maka didapat juga hasil hitungan radius daerah perlindungan sambaran petir di gedung KH AR Fahrudin ump yaitu 137,843 m.

3.4 Nilai Tahanan Pentanahan Gedung KH AR Fachruddin.

Sistem grounding penangkal petir yang dipasang di sebelah timur gedung KH AR Fahrudin menggunakan grounding rod berbahan tembaga yang terdiri dari 4 buah grounding rod, berdiameter 20 mm. setiap grounding rod memiliki panjang 4 meter yang ditanamkan sedalam 16 meter dibawah permukaan tanah. Hasil pengukuran grounding Gedung KH AR Fachruddin dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Grounding Gedung KH AR Fachruddin UMP

NO	KH AR Fachruddin	Earth Voltage	20Ω	200Ω
1	Pengukuran Hari ke 1	00,1	0,32Ω	0,3Ω
2	Pengukuran Hari ke 2	00,1	0,20Ω	0,2Ω
3	Pengukuran Hari ke 3	00,1	0,25 Ω	0,2 Ω
4	Pengukuran Hari ke 4	00,0	0,21 Ω	0,1 Ω
5	Pengukuran Hari ke 5	00,1	0,25 Ω	0,1 Ω
Rata-rata		0,08	0,25 Ω	0,18 Ω

Dari hasil pengukuran grounding yang didapat setelah dilakukan pada hari ke 1 sampai dengan hari ke 5 sistem grounding di gedung KH AR Fahrudin didapat rata – rata range 20 ohm adalah 0,25 ohm. Ini menunjukkan bahwa sistem gronding sudah sesuai dengan standar PUIPP dan SNI yaitu kurang dari 5 ohm.

3.5 Tingkat Proteksi Pada Bangunan Gedung Rektorat

a. Indeks Kebutuhan Bahaya

Indek kebutuhan bahaya gedung Rektorat UMP berdasarkan (PUIPP), dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. hasil kebutuhan indeks Gedung Rektorat

Kategori Indeks	Indeks
A	3
B	2
C	4
D	0
E	5
R	14

Berdasarkan Klasifikasi Indeks yang telah dilakukan mendapat nilai indeks R sebesar 14, yang artinya menurut Standar PUIPP bahwa nilai perkiraan bahaya sambaran petir pada Gedung KH AR Fahrudin UMP sangat berpotensi terkena sambaran petir dan membahayakan isi dan aera gedung, maka diperlukanya sistem penangkap petir yang baik.

b. Kerapatan Sambaran Petir

$$Ng = 4.10^{-2}. Td^{1.25}$$

$$Ng = 0,04 \times 91^{1.25}$$

$$Ng = 11,242 \text{ Km}^2/\text{Tahun}$$

c. Area Proteksi Bangunan

$$Ae = ab + 6h(a+b) + 9 \Pi h^2$$

$$Ae = (47,2 \times 32) + (6 \times 27,45) \times (47,2 + 32) + 9 \times 3,14 \times 27,45^2$$

$$= 1.510 + 13.044,24 + 21.293,98065$$

$$= 35.848,22065 \text{ m}^2$$

$$= 0,035848 \text{ Km}^2$$

d. Rata – rata frekuensi sambaran petir.

$$Nd = Ng . Ae$$

$$Nd = 11,2253 \times 0,035848$$

$$Nd = 0,4024 \text{ Sambaran / tahun.}$$

- e. Efisiensi Proteksi Sambaran petir

$$E \geq 1 - \frac{Nc}{Nd}$$

$$E \geq 1 - \frac{0,1}{0,4024}$$

$$E \geq 0,7514$$

$$E = 75\%$$

Setelah nilai efisiensi didapat, maka dapat diketahui tingkat proteksi Gedung Rektorat UMP pada Tabel 6.

Tabel 4. Tingkat Proteksi petir

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

Dari hasil perhitungan efisiensi proteksi sambaran petir yang didapat adalah 0,75. Maka Efisiensi termasuk dalam kategori tingkat kebutuhan proteksi IV (empat).

3.6 Menentukan Nilai Daerah Proteksi Sambaran Petir.

Didapat dari perhitungan efisiensi tingkat proteksi Gedung Rektorat masuk dalam kategori ke IV, Maka parameter petir juga masuk dalam tingkat proteksi ke IV, Puncak arus senilai 100kA. Tingkat Proteksi gedung KH AF Fachruddin termasuk dalam kategori IV (empat), maka parameter sambaran petir dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Parameter Sambaran Petir

Parameter Petir		Tingkat Proteksi		
		I	II	III
Nilai arus puncak	I (kA)	200	150	100
Muatan Total	Qtotal (C)	300	255	150
Muatan implus	Qtotal (C)	100	75	50
Energi spesifik	W/R (kJ/Ω)	10.000	5.600	2.500
Rata-rata kecuraman	Di/dt30/90%(Ka/μs)	200	150	100

- a. Jarak Radius Sambaran Petir

$$R_s = 10 \times I^{0,65}$$

$$R_s = 10 \times 100^{0,65}$$

$$R_s = 199,5262 \text{ m}$$

- b. Sudut Perlindungan

$$\varphi = \sin^{-1} \left\{ 1 - \left(\frac{h}{r_s} \right) \right\}$$

$$\varphi = \sin^{-1} \left\{ 1 - \left(\frac{27,45}{199,5262} \right) \right\}$$

$$\varphi = 59,83^\circ$$

- c. Radius Daerah Perlindungan

$$r = \sqrt{2r_s h - h^2}$$

$$r = \sqrt{2 \times 199,5262 \times 27,45 - 27,45^2}$$

$$r = 100,99 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan nilai R_s yang didapat yaitu senilai 199,5262 m maka didapat juga hasil hitungan radius daerah perlindungan sambaran petir di gedung Rektorat ump yaitu 100,99 m.

3.7 Nilai Tahanan Pentanahan Gedung Rektorat

Pengukuran grounding Gedung Rektorat dilakukan pada dua jenis penangkap petir, yaitu *konvensional* dan *electrostatic field*. Maka hasil pengukuran grounding Gedung Rektorat UMP dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Grounding *konvensional* Gedung Rektorat UMP

NO	Rektorat UMP	Earth Voltage	20Ω	200Ω
1	Pengukuran hari ke 1	00,1	0,50Ω	0,5Ω
2	Pengukuran hari ke 2	00,1	0,26 Ω	0,2 Ω
3	Pengukuran hari ke 3	00,1	0,25 Ω	0,2 Ω
4	Pengukuran hari ke 4	00,1	0,21 Ω	0,2 Ω
5	Pengukuran hari ke 5	00,1	0,29 Ω	0,2 Ω
Rata-rata		0,1	0,30 Ω	0,26 Ω

Tabel 9. Hasil Pengukuran Grounding *electrostatic field* Gedung Rektorat UMP

NO	Rektorat UMP	Earth Voltage	20Ω	200Ω
1	Pengukuran hari ke 1	00,1	0,24Ω	0,2Ω
2	Pengukuran hari ke 2	00,1	0,21 Ω	0,2 Ω
3	Pengukuran hari ke 3	00,1	0,24 Ω	0,2 Ω
4	Pengukuran hari ke 4	00,1	0,19 Ω	0,1 Ω
5	Pengukuran hari ke 5	00,1	0,25Ω	0,2 Ω
Rata-rata		0,1	0,22 Ω	0,18 Ω

Dari hasil pengukuran grounding yang didapat setelah pengukuran selama lima hari sistem *grounding* di Gedung Rektorat UMP didapat rata – rata range 20 ohm adalah 0,30 ohm, dan pada pengukuran *grounding electrostatic field* didapat rata-rata range 20 ohm adalah 0,22 ohm. Ini menunjukkan bahwa sistem gronding sudah sesuai dengan standar PUIPP dan SNI yaitu kurang dari 5 ohm.

3.8 Data Evaluasi.

Evaluasi sistem penangkap petir yang dilakuakn pada Gedung KH AR Fachruddin dan Gedung Rektorat UMP meliputi spesifikasi pada sistem penangkap petir yang ada pada kedua gedung tersebut. Hasil Evaluasi dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Evaluasi sistem penangkap petir Gedung Rektorat

No	Spesifikasi	Data aktual	Analisa	Keterangan	Standar
Terminasi udara konvensional					
1	Panjang terminasi	160cm	160cm	-	Sesuai
	Bahan air terminasi	tembaga	Tembaga	Tembaga/besi/ aluminium	Sesuai
	Diameter air terminal (split)	3cm	3cm	-	Sesuai
	Lampu indikator	-	-	-	Tidak sesuai
	Tingkat korosi	tinggi	tinggi	-	Tidak sesuai
	Kondisi air terminal	Runcing	2 dari 5 split rusak /patah	-	Tidak sesuai

Terminasi udara <i>Electrostatic field</i>						
2	Tinggi Tiang penyangga	6 m	Segitiga	-	Sesuai	
	Pondasi tiang penyangga	50cm x 50cm	persegi	-	Sesuai	
	Air terminal	ada	aktif	-	Sesuai	
	Lampu indikator	ada	mati	menyala	Tidak sesuai	
	Tingkat korosi	tinggi	-	-	Tidak sesuai	
Konduktor Terminasi udara <i>Electrostatic Field</i>						
3	Diameter Konduktor (Overall)	26 mm	29mm	-	Sesuai	
	Diameter Konduktor (Cable)	-	9,9mm	-	Sesuai	
	Merk	Supreme	-	-	Sesuai	
	Jenis	N2XSY 1x70 <i>mm</i> ²	-	-	Sesuai	
	Bahan konduktor	Tembaga	-	Tembaga/besi/ aluminium	Sesuai	
	Tingkat Korosi	-	-	-	Tidak sesuai	
	Kondisi	Terisolasi	Terisolasi	-	Sesuai	
Konduktor Terminasi udara konvensional						
4	Diameter konduktor	63,58 <i>mm</i> ²	70 <i>mm</i> ²	>16 <i>mm</i> ²	Tidak sesuai	
	Merk	-	-	-	-	
	Bahan konduktor	tembaga	-	Tembaga/besi/ aluminium	sesuai	
	Jenis konstruksi	BC silinder	BC -	- -	Sesuai -	
	Tingkat korosi	tinggi	Korosi pada klem	-	Tidak sesuai	
	Kondisi	Klem terlepas pada tembok bangunan	Kabel BC renggang	Terususun rapih	Tidak sesuai	
	Elektroda pentanahan					
	5	Ukuran bak kontrol	45cm x 35 cm	45cm x 35cm	-	Sesuai
Konstruksi bak kontrol		beton	beton	Melindungi dari cuaca	Sesuai	
Bahan elektroda		Tembaga	Gounding rod	Tembaga /besi /aluminium	Sesuai	
Bahan konduktor		Tembaga (kabel BC)	Tembaga (Kabel BC)	Tembaga /besi /aluminium	Sesuai	
Panjang elektroda		-	4 x 4 = 16 m	≥ 3 <i>m</i>	Sesuai	
Diameter elektroda		-	20 <i>mm</i>	16 <i>mm</i> ²	Sesuai	
Rata-rata Resistansi		-	0,30Ω	< 5 <i>ohm</i>	<i>Konvensional</i>	
Rata-rata Resistansi		-	0,22Ω	< 5 <i>ohm</i>	<i>Electrostatic field</i>	

Tabel 11. Evaluasi sistem penangkap petir Gedung KH AR Fachruddin.

No	Spesifikasi	Data aktual	analisa	Keterangan	Standar
Terminasi udara Electrostatic field					
1	Tinggi Tower	10 m		-	Sesuai
	Tinggi penangkal	$\pm 1m$	Tegak lurus	-	Sesuai
	Air terminal	ada	aktif	-	Sesuai
	Lampu indikator merk	ada Viking	menyala Viking	menyala	Sesuai
	Radius korosi	-	137,843 m	130 m	Sesuai
		-	-	-	-
Konduktor					
2	Merk	supreme	-	-	Sesuai
	Bahan konduktor	tembaga	-	Tembaga/besi/ aluminium	Sesuai
	Jenis	NYY	NYY 1x 120mm ² & NYY 1x70mm ²		Sesuai
	kontruksi	silinder	-	-	-
	Tingkat korosi	sambungan kabel	sambungan kabel	-	Tidak sesuai
	Kondisi	Terisolasi	Terisolasi		Sesuai
Elektroda pentanahan					
3	Ruangan bak kontrol	1m x 1m	Didalam gedung	-	Sesuai
	Bahan elektroda	-	Tembaga	Tembaga /besi /aluminium	Sesuai
	Jenis elektroda	-	Batang / ground rod	-	Sesuai
	Panjang elektroda	-	4 x 4 = 16 m	$\geq 3m$	Tidak dilakukan pengecekan (diluar jangkauan)
	Diameter elektroda	-	20mm	16mm ²	Tidak dilakuakn pengecekan(diluar jangkauan)
	Rata –rata Resistansi	0,25 Ω	0,25 Ω	< 5 ohm	Sesuai (Diukur pada sambungan kabel konduktor)

4. SIMPULAN

Dari hasil evaluasi yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan

1. Pada evaluasi yang dilakukan menggunakan indeks kebutuhan gedung Rektorat memiliki tingkat kebutuhan yang tinggi dari segi kegunaan gedung dan isi dari gedung tersebut, nilai yang didapat yaitu R 14, Evisiensi dari sistem penangkap petir gedung rektorat sebesar 0,75 atau 75% .untuk nilai tahanan gedung sudah sesuai SNI yaitu senilai 0,30 Ω (Ohm) pada sistem penangkap petir konvensional dan senilai 0,22 Ω (Ohm) pada sistem penangkap petir Electrostatic.
2. Gedung rektorat memiliki sistem penangkap petir aktif *electrostatic*. Pada sistem penangkap petir tersebut terdapat indikator lampu yang tidak berfungsi semestinya, dan kondisi sistem penangkap petir pasif konvensional sudah tidak memenuhi standar SNI, karena ada beberapa konduktor renggang, korosi tinggi, jalur konduktor berantakan, dan sebagian ujung terminasi patah.

3. Tingkat kebutuhan gedung KH AR Fachruddin sebesar R 15, dilihat dari tinggi gedung tersebut yang mencapai 55,27 m maka tingkat kebutuhan sangat besar. Gedung KH AR Fachruddin memiliki efisiensi senilai 91% sehingga tingkat kebutuhan proteksinya termasuk dalam kategori level II, sedangkan untuk nilai tahanan gedung rektorat sudah sesuai standar PUIPP dan peraturan SNI yaitu senilai 0,25 Ω (ohm).
4. Bak kontrol yang berada di dalam gedung sehingga pengukuran tahanan grounding gedung KH AR Fahrudin dilakukan pengeboran pada dinding agar dapat membentangkan kabel alat ukur earth tester, pengukuran tahanan juga dilakukan pada sambungan kabel konduktor NYY hal ini dikarenakan tidak terjangkaunya ground rod di dalam tanah dan terdapat saluran tegangan tinggi di area tersebut.
5. Dari perhitungan jarak sambar petir masing masing gedung 199,5262 m dan radius perlindungan gedung rektorat 100,99 m gedung KH AR Fahrudin 137,843 m. Dari hasil perhitungan yang diperoleh bahwa sistem penangkal petir kedua gedung tersebut sudah mampu melindungi gedung dari sambaran petir.

DAFTAR PUSTAKA

- Saragih, B., Siburian, J. M., & Purba, J. L. (2020). Sistem Penangkal Petir Pada Gedung Kemang Gallery Medan. *Jurnal Teknologi Energi Uda: Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 44-61.
- Murdiya, F. (2017). Sistem Proteksi Petir Eksternal Pada Gedung Baru Fakultas Teknik Universitas Riau. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 4(2), 1-12..
- Chen, Y. H. A., Lin, K. J., & Li, Y. C. M. (2017). Assessment To Effectiveness Of The New Early Streamer Emission Lightning Protection System. *International Journal On Smart Sensing And Intelligent Systems*, 10(1), 1-26. [4] S. dan I. K. T. I Wayan and I. K. TA, "Analisis Penggunaan Saklar Arus Bocor (ELCB) Sebagai Proteksi Tegangan Sentuh Terhadap Manusia," *Logic*, vol. 14, no. 1, pp. 33–39, 2014.
- 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). [6] S. Bandri, "Sistem Proteksi Petir Internal Dan Eksternal," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 3, no. 1, p. 6, 2014.
- Rani, D. (2019). Pemrograman Desain Sistem Penangkal Petir Eksternal Pada Gedung Bertingkat Berbasis Java.
- Lubis, Z., Aryza, S., & Annisa, S. (2019). Metode Terbaru Perancangan Proteksi Petir Eksternal Pada Pembangkit Listrik. *Jet (Journal Of Electrical Technology)*, 4(1), 26-34.
- Karta, A., Agung, A. I., & Widyartono, M. (2020). Analisis Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir Pada Gedung Bertingkat. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(3), 773-780.
- M. Fauzi, M. Raudhi Azmi, T. Multazam, and P. Teknik Elektro, "Ajeetech 23," vol. 1, pp. 23–28.
- Rohani, R. (2017). Evaluasi sistem penangkal petir eksternal di gedung rektorat universitas negeri yogyakarta. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(2)..
- Prasetyo, R. (2017). Penentuan Kebutuhan Proteksi Petir Pada Gedung Bertingkat Kantor Bpjs Ketenagakerjaan Cabang Blitar. *Jurnal Qua Teknika*, 7(2), 27-42.
- Budiman, I. Evaluasi sistem proteksi petir ayani megamal kota pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- Saini, M., Yunus, A. S., & Pangkung, A. (2016). Pengembangan Sistem Penangkal Petir dan Pentanahan Elektroda Rod dan Plat. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 3(2), 66-71..
- Lasut, G. F. (2015). Perencanaan Sistem Penangkal Petir Pada Laboratoriumsistem Tenaga Dan Bengkel Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Manado (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Manado).