

STUDI PERENCANAAN INSTALASI PROTEKSI TEGANGAN LEBIH PETIR PADA GEDUNG KANTOR BUPATI BENGKAYANG

Septino Adrian ¹⁾, M. Iqbal Arsyad ²⁾, Danial ³⁾

Program Studi Sarjana Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro ^{1,2,3)}

Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

ABSTRAK

Gedung Kantor Bupati Bengkayang merupakan pusat Pemerintahan Kabupaten Bengkayang yang mempunyai fungsi penting dalam jalannya Pemerintahan. Bangunan ini mempunyai dimensi bangunan dengan tinggi 27 meter, lebar 49 meter dan panjang 88,5 meter. Perencanaan instalasi proteksi tegangan lebih petir dilakukan untuk melindungi bangunan dari sambaran petir langsung maupun sambaran petir tidak langsung dengan mengacu pada standar Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) dan SNI 03-7015-2004. Dengan menggunakan metode elektrogeometri akan dilakukan perhitungan jarak sambar petir dan radius perlindungan penangkal petir yang dipasang pada bangunan. Berdasarkan PUIPP, Gedung Kantor Bupati Bengkayang mempunyai nilai indeks perkiraan bahaya sambaran petir (R) = 15, yaitu perkiraan bahaya sambaran petir sangat besar sehingga sangat perlu untuk memiliki sistem proteksi petir. Penentuan tingkat proteksi berdasarkan SNI 03-7015-2004, dengan rata-rata jumlah hari guruh 136 hari/tahun dapat ditentukan nilai kepadatan sambaran petir (N_g) 18,5773 sambaran/km²/tahun, nilai area cakupan ekivalen bangunan yang menarik sambaran petir (A_e) 33.172,5 m², nilai frekuensi sambaran petir (N_d) 0,6162 sambaran/ tahun, dan nilai efisiensi sistem panangkal petir (E) 0,83 sehingga Gedung Kantor Bupati Bengkayang mempunyai tingkat proteksi tingkat IV. Setelah melakukan perhitungan menggunakan metode elektrogeometri, untuk melindungi Gedung Kantor Bupati Bengkayang dari sambaran petir dengan nilai arus maksimum 5 kA, diperlukan 5 penangkal petir dengan sudut perlindungan sebesar 45°, jarak sambar tiap penangkal petir 22,77 meter dan radius perlindungan tiap penangkal petir sebesar 22,37 meter sebagai sistem proteksi eksternal. Untuk proteksi internal Gedung Kantor Bupati Bengkayang pada arus dibawah 5 kA dilakukan dengan pemasangan *arrester* pada panel utama/ *Main Distribution Panel* (MDP) tipe 1 dengan nilai arus discharge maksimum sebesar 50 kA, pada panel pembagi/ *Sub Distribution Panel* (SDP) dengan *arrester* tipe 2 dengan nilai arus discharge maksimum sebesar 20 kA dan pada peralatan listrik dengan *arrester* tipe 3 dengan nilai arus discharge maksimum sebesar 7 kA.

Kata Kunci : PUIPP, SNI 03-7015-2004, elektrogeometri, arrester

ABSTRACT

The Bengkayang Regent's Office Building is the center of the Bengkayang Regency Government which has an important function in the course of the Government. This building has building dimensions with a height of 27 meters, a width of 49 meters and a length of 88.5 meters. Lightning overvoltage protection installation planning is carried out to protect buildings from direct lightning strikes and indirect lightning strikes by referring to the standards of General Regulations for Lightning Protection Installations (PUIPP) and SNI 03-7015-2004. By using the electrogeometric method, the calculation of the lightning strike distance and the radius of protection of the lightning rod installed on the building will be carried out. Based on PUIPP, the Bengkayang Regent's Office Building has a lightning strike hazard index value (R) = 15, which means the estimated lightning strike hazard is very large so it is necessary to have a lightning protection system. Determination of the level of protection based on SNI 03-7015-2004, with an average number of thunder days 136 days/year can be determined the value of lightning strike density (N_g) 18.5773 strikes/km²/year, the value of the equivalent coverage area of buildings that attract lightning strikes (A_e) 33,172.5 m², the value of the frequency of lightning strikes (N_d) is 0.6162 strikes/year, and the efficiency value of the lightning rod system (E) is 0.83 so that the Bengkayang Regent's Office Building has a level IV protection level. After performing calculations using the electrogeometric method, to protect the Bengkayang Regent's Office Building from lightning strikes with a maximum current value of 5 kA, 5 lightning rods are needed with a protection angle of 45°, the striking distance of each lightning rod is 22.77 meters and the protection radius of each lightning rod is 22.37 meters as an external protection system. For internal protection of the Bengkayang Regent's Office Building at currents below 5 kA, it is carried out by installing an arrester on the main panel / Main Distribution Panel (MDP) type 1 with a maximum discharge current value of 50 kA, on the divider panel / Sub Distribution Panel (SDP) with an arrester type 2 with a maximum discharge current value of 20 kA and on electrical equipment with a type 3 arrester with a maximum discharge current value of 7 kA.

Keywords: PUIPP, SNI 03-7015-2004, electrogeometry, arrester

1. Pendahuluan

Gedung Kantor Bupati Bengkayang merupakan pusat pemerintahan Kabupaten Bengkayang, mempunyai fungsi vital dalam pemerintahan karena segala aktivitas pemerintahan dilakukan hampir setiap hari ditempat ini yang melibatkan banyak orang. Agar dapat menjalankan aktivitas pemerintahan dengan aman dan nyaman terlepas dari gangguan sambaran petir, diperlukan suatu sistem proteksi yang digunakan untuk melindungi bangunan dari gangguan sambaran petir yang terjadi.

Petir merupakan fenomena alam yang sering terjadi pada musim penghujan. Pada saat terjadi sambaran petir ke bumi terjadi peristiwa pelepasan muatan listrik dengan arus dan tegangan yang sangat besar dalam waktu yang singkat. Dampak bahaya yang ditimbulkan dari sambaran petir ini sangat besar, terutama pada bangunan-bangunan tinggi yang rentan tersambar oleh petir yang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan maupun kerusakan pada peralatan elektronik yang digunakan pada bangunan sebagai penunjang aktivitas.

Sistem proteksi petir terbagi dalam dua bagian, yaitu sistem proteksi eksternal untuk sambaran petir langsung dan sistem proteksi internal untuk sambaran petir tidak langsung. Sistem proteksi eksternal yang dilakukan berupa pemasangan penangkal petir yang berfungsi menerima sambaran petir serta menghantarkan arus petir ke dalam tanah. Sistem proteksi internal yang dilakukan dengan pemasangan *arrester* agar dapat menghilangkan atau membatasi tegangan lebih yang timbul akibat sambaran petir.

Penelitian yang akan dilakukan adalah “Studi Perencanaan Instalasi Proteksi Tegangan Lebih Petir Pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang”. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perencanaan instalasi proteksi petir pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang tersebut, guna memproteksi bangunan tersebut dari bahaya sambaran petir. Perencanaan instalasi proteksi petir pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang ini dilakukan dengan memperhatikan kondisi eksisting bangunan. Adapun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah, dengan melakukan pengumpulan data hari guruh yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), mengukur luas bangunan Gedung Kantor Bupati Bengkayang, menentukan perkiraan bahaya sambaran petir, menentukan tingkat proteksi petir dan melakukan perancangan

instalasi sistem proteksi petir dengan menggunakan metode elektrogeometri.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Petir dan Bahaya Sambaran Petir

Petir merupakan fenomena alam yang sering terjadi pada musim penghujan dimana proses pelepasan muatan listrik (*electrical discharge*) yang terjadi di atmosfer. Pada saat terjadi sambaran petir, terjadi peristiwa pelepasan muatan energi listrik berupa arus dan tegangan yang sangat besar dalam waktu yang sangat singkat dengan bahaya yang besar.

Sambaran petir berbahaya terhadap bangunan, manusia, peralatan elektronik dan objek sambaran lainnya melalui sambaran langsung maupun sambaran tidak langsung. Apabila sambaran petir yang langsung mengenai bangunan, dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan serta dapat menyebabkan kebakaran. Sambaran petir tidak langsung menghasilkan gelombang elektromagnetik atau gelombang berjalan yang merambat melalui konduktor penghantar pada jaringan listrik maupun telekomunikasi yang terhubung langsung pada bangunan yang dapat merusak sistem kelistrikan termasuk peralatan elektronik yang digunakan pada bangunan.

2.2 Parameter Petir

Parameter petir menyatakan karakteristik atau penggambaran petir itu sendiri, diantaranya, bentuk gelombang arus petir, kerapatan sambaran, arus puncak, dan kecuraman gelombang.

- Bentuk gelombang arus petir menggambarkan besar arus, kecuraman (kenaikan arus), serta lamanya kejadian (durasi gelombang) yang dinyatakan oleh waktu ekor. Bentuk gelombang petir tidak sama antara satu dengan yang lainnya.
- Kerapatan sambaran petir menyatakan banyaknya aktivitas petir atau sambaran petir ke bumi dalam rentang satu tahun pada suatu wilayah yang dinyatakan dalam satuan sambaran petir per km² per tahun. Jumlah sambaran ini sebanding dengan jumlah hari guruh per tahun.
- Arus puncak menentukan jatuh tegangan resistif pada tahanan pentanahan dan tahanan peralatan yang terkena sambaran petir, serta menentukan kenaikan temperatur pada peralatan yang di sambar.
- Kecuraman gelombang merupakan salah satu parameter yang menyatakan kecepatan kenaikan arus petir dalam satuan waktu. Semakin besar nilai arus dalam setiap satuan waktu, maka semakin curam bentuk gelombang arus dan

semakin pendek durasi muka gelombang (*front duration*).

2.3 Hari Guruh

Hari guruh merupakan banyaknya hari dimana terdengar gemuruh paling sedikit satu kali dalam jarak kira-kira 15 km dari stasiun pengamatan. Hari guruh disebut juga hari badai guntur (*Thunderstorm Days*). Petir yang terjadi memiliki intensitas sambaran yang harus selalu diamati setiap periode untuk dapat memperkirakan faktor resiko sambaran pada suatu wilayah agar dapat memperkirakan kebutuhan akan sistem proteksi petir pada bangunan.

3. Proteksi Terhadap Sambaran Petir

Suatu instalasi proteksi terhadap petir harus dapat melindungi seluruh bagian bangunan dari sambaran petir yang terjadi. Perencanaan instalasi proteksi petir mencakup beberapa bagian, yaitu sistem proteksi eksternal yang berguna untuk melindungi bangunan dari sambaran petir langsung dan sistem proteksi internal yang berguna untuk melindungi jaringan instalasi listrik bangunan dari sambaran petir tidak langsung.

3.1 Sistem Proteksi Eksternal

Pemasangan proteksi eksternal berupa penangkal petir yang dipasang pada sisi luar bangunan Gedung bertujuan untuk melindungi bangunan dari sambaran langsung petir yang mempunyai resiko merusak bangunan. Penangkal petir yang digunakan sebagai sistem proteksi eksternal bekerja dengan menangkap sambaran petir dan menghantarkan arus dari sambaran petir ke sistem pembumian dengan baik tanpa menimbulkan kerusakan pada bangunan. Bagian instalasi penangkal petir eksternal pada umumnya terdiri dari:

a) Terminasi Udara (*Air Terminal*)

Terminasi Udara atau *Air Terminal* merupakan bagian dari sistem proteksi petir eksternal yang berfungsi sebagai penerima sambaran petir. Terminasi Udara harus dipasang pada titik tertinggi dan berada pada titik sentral bangunan ataupun sesuai dengan lokasi penempatan yang sesuai pada bangunan yang akan dilindungi dari sambaran petir.

b) Konduktor Penyalur (*Down Conductor*)

Konduktor penyalur atau *down conductor* adalah bagian dari sistem proteksi petri eksternal yang berfungsi untuk menghantarkan arus sambaran petir dari terminasi udara ke sistem pentanahan. Adapun beberapa bahan pada umumnya yang digunakan sebagai konduktor penyalur arus petir berdasarkan SNI 03-7015-2004 dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Dimensi Minimum Konduktor Penyalur Petir

Tingkat Proteksi	Bahan	Luas Penampang (mm ²)
I sampai IV	Cu	16
	Al	25
	Fe	50

Sumber : SNI 03-7015-2004

c) Sistem Pentanahan (*Grounding*)

Sistem pentanahan atau *grounding* adalah bagian dari sistem proteksi petir eksternal yang berfungsi untuk mengalirkan arus dari petir ke tanah. *Grounding* yang digunakan ini berupa elektroda yang dihubungkan ke tahanan pentanahan dengan besar tahanan yang dibolehkan adalah $\leq 5 \Omega$. ada beberapa bahan yang digunakan dalam sistem pentanahan berdasarkan SNI 03-7015-2004 dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Dimensi Umum Terminasi Bumi

Tingkat Proteksi	Bahan	Terminasi Bumi (mm ²)
I sampai IV	Cu	50
	Al	-
	Fe	80

Sumber : SNI 03-7015-2004

3.2 Sistem Proteksi Internal

Proteksi internal yang dilakukan bertujuan untuk memproteksi sambaran tidak langsung yang dapat menimbulkan gelombang berjalan terutama dalam jaringan listrik maupun jaringan telekomunikasi yang tersambung pada bangunan, sehingga mempunyai resiko merusak berbagai peralatan elektronik yang terhubung langsung dalam instalasi listrik bangunan.

Karena bahaya yang disebabkan oleh sambaran tidak langsung ini, maka dilakukan pemasangan arrester sebagai alat proteksi internal. Arrester yang digunakan berfungsi melindungi peralatan sistem tenaga listrik dengan cara membatasi surja tegangan lebih yang masuk dalam jaringan instalasi listrik dan mengalirkannya ke dalam tanah. Oleh karena itu, arrester yang digunakan harus menahan tegangan untuk waktu yang tak terbatas dan harus dapat melewatkan arus surja petir ke dalam tanah tanpa mengalami kerusakan.

3.3 Penentuan Tingkat Proteksi Petir

Menentukan tingkat perkiraan bahaya sambaran petir berdasarkan Peraturan Umum

Instalasi Penangkal Petir (PUIPP), dapat dilakukan dengan memperhatikan indeks-indeks tertentu. Untuk menentukan tingkat perkiraan bahaya sambaran petir (R), dapat menggunakan persamaan:

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

Dimana :

R = Perkiraan Bahaya Sambaran Petir

A = Indeks A, Penggunaan dan Isi Bangunan

B = Indeks B, Konstruksi Bangunan

C = Indeks C, Tinggi Bangunan

D = Indeks D, Situasi Bangunan

E = Indeks E, Pengaruh Hari Guruh

Tabel 2.8 Indeks R : Perkiraan Bahaya Sambaran Petir

R = A+B+C+D+E	Perkiraan Bahaya	Pengamanan
Dibawah 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	Sangan Besar	Sangat Perlu

Sumber : PUIPP-Departemen Pekerjaan Umum RI, 18-20

Apabila nilai perkiraan bahaya sambaran petir (R) lebih besar dari 14, maka pemasangan penangkal petir sangat dianjurkan.

Penentuan Tingkat Proteksi Berdasarkan SNI 01-7015-2004

1. Menentukan kepadatan sambaran petir

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

Dimana :

T_d = Jumlah hari guruh yang didapat dari BMKG

2. Menentukan area cakupan ekivalen bangunan yang menarik sambaran petir

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

Dimana :

a = Panjang bangunan (m)

b = Lebar bangunan (m)

h = Tinggi bangunan (m)

3. Menghitung frekuensi sambaran petir

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

Dimana :

N_g = Kepadatan sambaran petir

A_e = Area cakupan ekivalen bangunan

4. Menentukan efesiensi sistem proteksi petir

$$E = 1 - N_c/N_d$$

Dimana :

N_c = Frekuensi sambaran petir tahunan yang diperbolehkan (10^{-1})

N_d = Frekuensi sambaran petir

5. Menentukan tingkat proteksi

Tabel 2.9 Penentuan Tingkat Proteksi

Tingkat Proteksi	Efesiensi SPP
I	0.98
II	0.95
III	0.90
IV	0.80

Sumber : SNI 03-7015-2004

Dalam perancangan sistem proteksi eksternal, penempatan penangkal petir pada suatu bangunan yang disesuaikan dengan tingkat proteksi memperhatikan tabel berikut :

Tabel 2.10. Penempatan terminasi udara sesuai dengan tingkat Proteksi

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

Sumber : SNI 03-7015-2004

3.4 Metode Elektromeometri

Teori elektromeometri merupakan teori yang mengaitkan hubungan antara sifat-sifat listrik sambaran petir dengan geometri sistem perlindungan terhadap petir agar diperoleh perilaku petir pada saluran yang baik. Metode elektromeometri didasarkan pada hipotesa :

1. Jika suatu kepala lidah petir yang dalam pergerakannya mendekati objek sambaran bumi telah mencapai suatu titik sambaran utama, maka petir akan mengenai objek sambaran melalui sambaran terpendek.
2. Jarak sambaran petir ditentukan oleh tinggi arus puncak sambaran pertama.

Hubungan antara besarnya arus petir dengan jarak sambar petir adalah apabila arus petir yang terjadi bernilai kecil, artinya mengandung jumlah muatan kecil, maka energi yang diperlukan untuk memicu lidah petir juga kecil, sehingga jangkauan sambaran berjarak pendek dan sebaliknya. Besar arus puncak petir ditunjukkan dengan persamaan :

$$I = 0,65 \sqrt{\frac{R}{8}}$$

Dimana :

I = Arus puncak petir (kA)

R = Jari-jari jarak sambar petir (m)

Perhitungan jarak sambar petir, dapat menggunakan persamaan :

$$r_s = 8 \times I^{0,65}$$

Dimana :

r_s = Jarak sambaran (m)

I = Arus puncak petir (kA)

Perhitungan radius perlindungan (r) dari suatu penangkal petir dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

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

4. Analisa dan Perhitungan

Data yang digunakan dalam perhitungan :

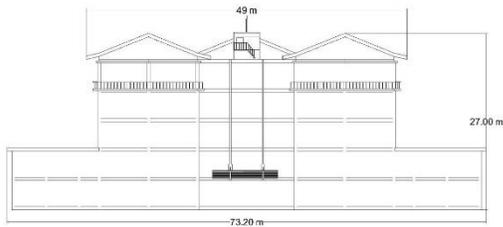
1. Dimensi bangunan Gedung Kantor Bupati Bengkayang

Bengkayang :

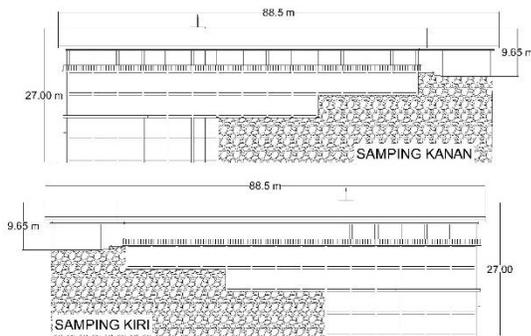
a = 88,5 meter

b = 49 meter

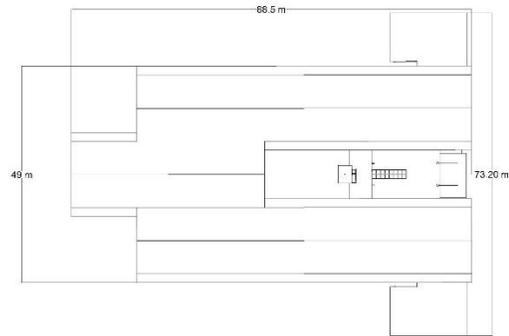
h = 27 meter



Gambar 3.3 Gedung Kantor Bupati Bengkayang Tampak Depan



Gambar 3.4 Gedung Kantor Bupati Bengkayang Tampak Samping



Gambar 3.6 Gedung Kantor Bupati Bengkayang Tampak Atas

2. Data Hari Guruh :

No	Bulan	Tahun		
		2018	2019	2020
1	Januari	7	16	10
2	Februari	6	8	3
3	Maret	11	7	4
4	April	15	6	13
5	Mei	19	19	16
6	Juni	10	7	12
7	Juli	8	13	13
8	Agustus	11	8	12
9	September	16	9	10
10	Oktober	22	19	7
11	November	11	22	11
12	Desember	11	14	2
Jumlah		147	148	113

Sumber : Stasiun Meteorologi Kelas III Paloh, Sambas

4.1 Analisa Bahaya Sambaran Petir Pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang

Nilai-nilai Indeks Gedung Kantor Bupati Bengkayang berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Nilai Indeks Gedung Kantor Bupati Bengkayang

Indeks	Uraian		Nilai
A	Jenis Bangunan	Bangunan dengan konstruksi beton bertulang. kerangka besi dan atap bukan logam.	2

B	Konstruksi Bangunan	Bangunan dengan konstruksi beton bertulang, kerangka besi dan atap bukan logam.	2
C	Tinggi Bangunan	27 Meter	4
D	Situasi Bangunan	Di kaki bukit sampai tinggi bukit atau di pegunungan sampai 1000 meter	1
E	Hari Guruh	136	6
R = A+B+C+D+E= 15			

Sumber : Hasil Olahan data dan Perhitungan 2021

Berdasarkan hasil dari penentuan perkiraan terhadap bahaya sambaran petir, diperoleh nilai indeks $R = 15$, maka sesuai Tabel 4.2 menunjukkan bahwa Gedung Kantor Bupati Bengkayang memiliki perkiraan bahaya sambaran petir sangat besar sehingga sangat perlu untuk memiliki sistem proteksi petir.

Penentuan Tingkat Proteksi Pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang Berdasarkan SNI 03-7015-2004

Gedung Kantor Bupati Bengkayang mempunyai dimensi bangunan dengan tinggi 27 meter, lebar 49 meter, dan panjang 88,5 meter. Berdasarkan data BMKG, rata-rata hari guruh dari tahun 2018-2020 adalah 136.

- Menentukan kepadatan sambaran petir (N_g) pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang dapat menggunakan persamaan (2.2), yaitu :

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

$$N_g = 0,04 \cdot 136^{1,25}$$

$$N_g = 18,5773 \text{ sambaran/km}^2/\text{tahun}$$
- Menentukan area cakupan ekivalen bangunan yang menarik sambaran petir (A_e) dapat menggunakan persamaan (2.3), yaitu :

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

$$A_e = (88,5 \times 49) + (6 \times 27) \times (88,5 + 49) + (9(27)^2)$$

$$A_e = 4336,5 + 162 \times 137,5 + 6561$$

$$A_e = 33172,5 \text{ m}^2$$
- Menentukan frekuensi sambaran petir (N_d) yang terjadi pada wilayah Gedung Kantor Bupati Bengkayang, dapat menggunakan persamaan (2.4), yaitu :

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

$$N_d = 18,5773 \times 33172,5 \times 10^{-6}$$

$$N_d = 0,6162 \text{ sambaran per tahun}$$

- Menentukan efisiensi Sistem Proteksi Petir (SPP) (E), dapat menggunakan persamaan (2.5), yaitu :

$$E = 1 - N_c/N_d$$

$$E = 1 - 10^{-1}/0,6162$$

$$E = 0,83$$
- Menentukan tingkat proteksi pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Tingkat Proteksi Gedung Kantor Bupati Bengkayang

Tingkat Proteksi	Efisiensi SPP
I	0.98
II	0.95
III	0.90
IV	0.80

Sumber : SNI 03-7015-2004

Dari hasil perhitungan efisiensi sistem proteksi petir didapat hasil $E = 0,83$, sehingga dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa Gedung Kantor Bupati Bengkayang mempunyai Tingkat Proteksi IV.

Dengan menggunakan persamaan *Whitehead*, maka dapat dihitung nilai dari besar arus yang dapat ditangkap oleh penangkal petir menggunakan persamaan (2.7) yaitu :

$$R = 8 \times I^{0,65}$$

$$I = 0,65 \sqrt{\frac{R}{8}}$$

$$I = 0,65 \sqrt{\frac{60}{8}}$$

$$I = 0,65 \sqrt{7,5}$$

$$I = 22,19 \text{ kA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, diketahui bahwa besarnya arus yang dapat diterima penangkal petir adalah sebesar 22,19 kA.

4.2 Perhitungan Sistem Proteksi Gedung Kantor Bupati Bengkayang

Dalam perhitungan sistem proteksi tegangan lebih petir yang sebelumnya sudah terpasang pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang ini dilakukan dengan menggunakan metode elektrogeometri.

4.2.1 Perhitungan Sistem Proteksi Dengan Arus Maksimum Petir (22,19 kA)

Perhitungan jarak sambar petir menggunakan persamaan (2.8) sebagai berikut :

$$r_s = 8 \times I^{0,65}$$

$$r_s = 8 \times (22,19)^{0,65}$$

$$r_s = 8 \times 7,4989$$

$$r_s = 59,99 \text{ m} = 60 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh jarak sambar petir sebesar 60 m.

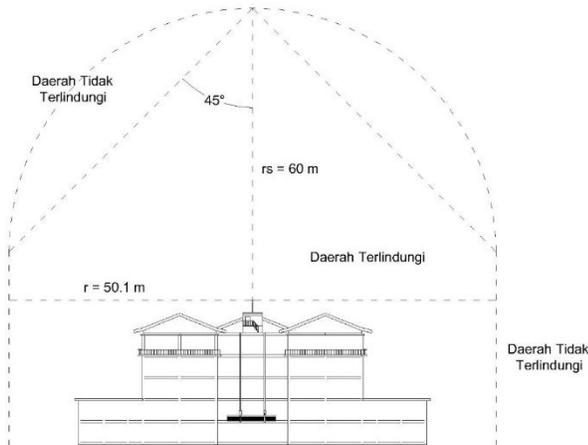
Perhitungan radius perlindungan (r) dari suatu penangkal petir dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.10), yaitu :

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

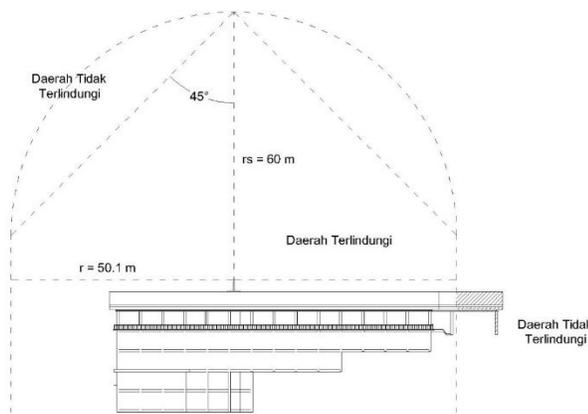
$$r = \sqrt{(2 \times 60 \times 27 - 27^2)}$$

$$r = 50,1 \text{ m}$$

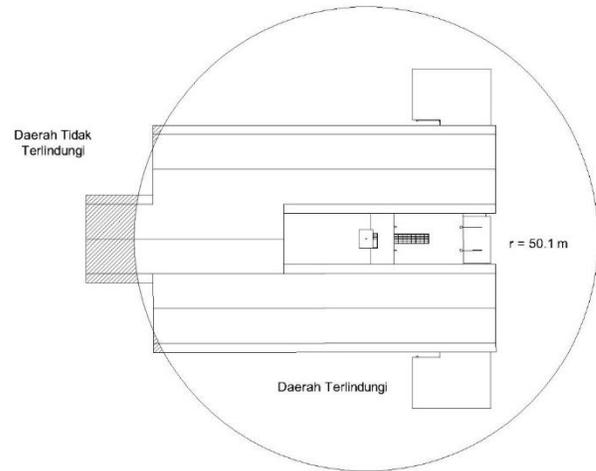
Dari hasil perhitungan evaluasi yang telah dilakukan terhadap penangkal petir yang terpasang pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang dengan menggunakan metode elektrogeometri dapat diketahui nilai jarak sambar petir pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang sebesar 60 meter dan radius perlindungan dari penangkal petir yang digunakan pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang ini sebesar 50,1 meter dengan sudut perlindungan berdasarkan Tabel 4.4 sebesar 45° .



Gambar 4.2 Tampak Depan Radius Perlindungan Penangkal Petir ($r = 50,1 \text{ m}$) Dengan Jarak Sambar Petir ($r_s = 60 \text{ m}$) Pada Arus Puncak 22,19 kA



Gambar 4.3 Tampak Samping Radius Perlindungan Penangkal Petir ($r = 50,1 \text{ m}$) Dengan Jarak Sambar Petir ($r_s = 60 \text{ m}$) Pada Arus Puncak 22,19 kA



Gambar 4.4 Tampak Atas Radius Perlindungan Penangkal Petir ($r = 50,1 \text{ m}$) Dengan Jarak Sambar Petir ($r_s = 60 \text{ m}$) Pada Arus Puncak 22,19 kA

Dari hasil perhitungan evaluasi yang telah dilakukan serta dilakukan penggambaran terhadap jarak sambar petir, sudut perlindungan dan radius perlindungan dari penangkal petir yang terpasang pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang dengan menggunakan metode elektrogeometri, dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 bahwa dari penangkal petir yang telah terpasang sebelumnya tidak dapat melindungi Gedung Kantor Bupati Bengkayang secara menyeluruh.

Untuk nilai arus puncak sebesar 22,19 kA yang diperoleh dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa penangkal petir yang digunakan sebagai sistem proteksi eksternal dapat menerima sambaran langsung petir dengan nilai arus minimal 22,19 kA, berarti untuk nilai arus dibawah 22,19 kA tidak dapat diterima oleh penangkal petir.

Dalam perencanaan instalasi proteksi petir yang dilakukan, tentunya harus memperhatikan kondisi dan fungsi dari bangunan. Gedung Kantor Bupati Bengkayang dinilai sangat perlu untuk memiliki sistem proteksi yang mempunyai efektivitas yang mampu melindungi bangunan dari sambaran langsung petir dengan nilai arus yang dapat diterima penangkal petir sekecil mungkin. Instalasi proteksi petir pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang dilakukan agar dapat melindungi bangunan dengan nilai arus puncak 5 kA, yang artinya penangkal petir yang digunakan dapat menerima arus sambaran petir dengan arus minimal 5 kA, dan untuk nilai arus dibawah 5 kA akan dikerjakan oleh sistem proteksi internal.

4.2.2 Perhitungan Sistem Proteksi Dengan Arus Maksimum Petir (5 kA)

Perhitungan jarak sambar petir (r_s) menggunakan persamaan (2.8) adalah sebagai berikut :

$$r_s = 8 \times I^{0,65}$$

$$r_s = 8 \times (5)^{0,65}$$

$$r_s = 8 \times 2,8466$$

$$r_s = 22,77 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh hasil jarak sambar petir sebesar 22,77 m.

Perhitungan radius perlindungan (r) dari suatu penangkal petir dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.10), yaitu :

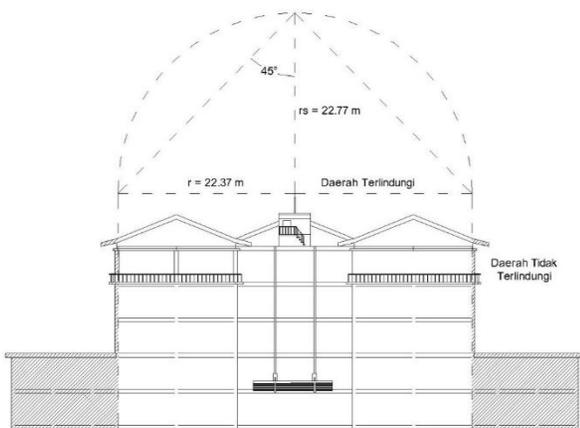
$$r = \sqrt{(2 \times r_s \times h - h^2)}$$

$$r = \sqrt{(2 \times 22,77 \times 27 - 27^2)}$$

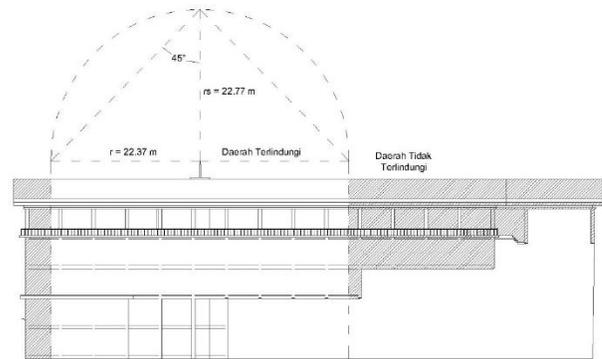
$$r = 22,37 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh radius perlindungan dari penangkal petir sebesar 22,37 m.

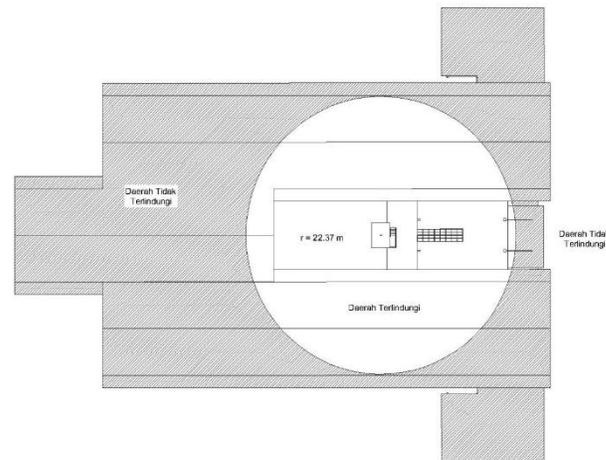
Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan terhadap penangkal petir dengan menggunakan nilai arus puncak petir sebesar 5 kA, dapat diketahui nilai jarak sambar petir pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang sebesar 22,77 meter dan radius perlindungan dari penangkal petir yang digunakan pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang ini sebesar 22,37 meter. Dengan mengacu pada Tabel 4.4, maka dapat ditentukan nilai sudut perlindungannya (α) = 45° .



Gambar 4.5 Tampak Depan Radius Perlindungan Penangkal Petir ($r = 22,37 \text{ m}$) Dengan Jarak Sambar Petir ($r_s = 22,77 \text{ m}$) Pada Arus Puncak 5 kA



Gambar 4.6 Tampak Samping Radius Perlindungan Penangkal Petir ($r = 22,37 \text{ m}$) Dengan Jarak Sambar Petir ($r_s = 22,77 \text{ m}$) Pada Arus Puncak 5 kA



Gambar 4.7 Tampak Atas Radius Perlindungan Penangkal Petir ($r = 22,37 \text{ m}$) Dengan Jarak Sambar Petir ($r_s = 22,77 \text{ m}$) Pada Arus Puncak 5 kA

Berdasarkan dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa untuk melindungi bangunan Gedung Kantor Bupati Bengkayang dengan nilai arus puncak 5 kA melalui penangkal petir yang telah terpasang hanya 1 (satu) tidak dapat melindungi bangunan secara keseluruhan. Oleh karena itu diperlukan penambahan penangkal petir sebagai sistem proteksi eksternal pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang.

4.3 Perancangan Sistem Proteksi Pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang

Pada perencanaan instalasi proteksi tegangan lebih petir yang dilakukan pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang ini dirancang agar sistem proteksi yang terpasang dapat melindungi keseluruhan bagian Gedung Kantor Bupati Bengkayang dari sambaran petir dengan menggunakan metode elektrogeometri. Adapun kriteria dalam perancangan proteksi tegangan lebih

petir pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang yang akan dilakukan adalah :

- Dapat melindungi bangunan secara keseluruhan dari sambaran petir.
- Proteksi eksternal yang dilakukan untuk nilai arus sambaran petir sebesar 5 kA, yang artinya penangkal petir dapat menerima arus sambaran sebesar 5 kA dan untuk nilai dibawah 5 kA tersebut akan diatasi oleh proteksi internal.

4.3.1 Perancangan Sistem Proteksi Eksternal

Dalam melakukan perancangan proteksi eksternal dengan menggunakan metode elektrogeometri, perlu dilakukan perhitungan untuk menentukan jarak sambar petir dan radius perlindungan. Untuk menghitung jarak sambar petir, dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.6), dengan menggunakan persamaan *Whitehead* adalah sebagai berikut :

$$r_s = 8 \times I^{0,65}$$

$$r_s = 8 \times 5^{0,65}$$

$$r_s = 8 \times 2,8466$$

$$r_s = 22,77 \text{ m}$$

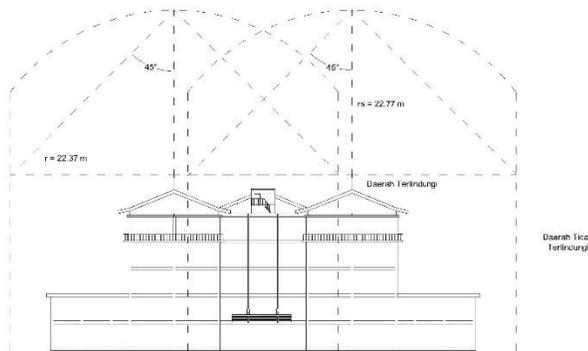
Perhitungan radius perlindungan (r) dari suatu penangkal petir dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

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

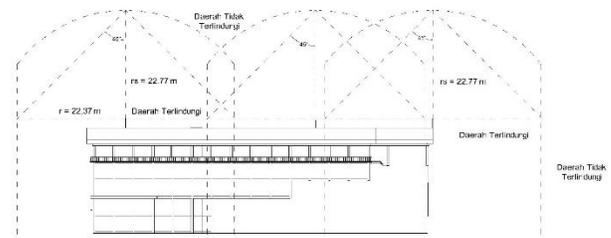
$$r = \sqrt{(2 \times 27,77 \times 27 - 27^2)}$$

$$r = 22,37 \text{ m}$$

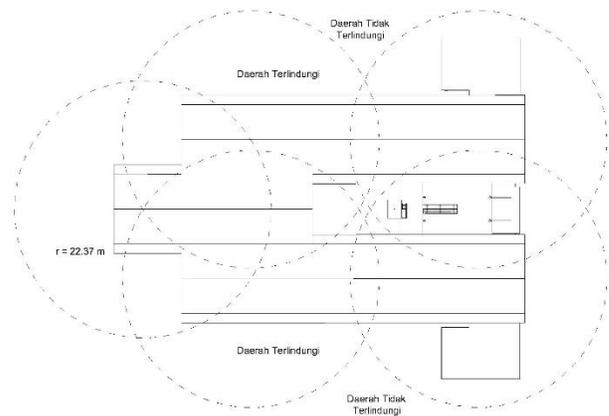
Dari perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan nilai arus puncak sebesar 5 kA pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang, maka diperoleh hasil untuk nilai jarak sambar petir sebesar 22,77 meter dengan sudut pelindungan 45° dan radius perlindungan sebesar 22,37 meter.



Gambar 4.8 Perancangan Tampak Depan Radius Perlindungan Penangkal Petir (r = 22,37 m) Dengan Jarak Sambar Petir (r_s = 22,7 m) Pada Arus Puncak 5 kA



Gambar 4.9 Perancangan Tampak Samping Radius Perlindungan Penangkal Petir (r = 22,37 m) Dengan Jarak Sambar Petir (r_s = 22,7 m) Pada Arus Puncak 5 kA



Gambar 4.10 Perancangan Tampak Atas Radius Perlindungan Penangkal Petir (r = 22,37 m) Dengan Jarak Sambar Petir (r_s = 22,7 m) Pada Arus Puncak 5 kA

Dari hasil perencanaan pemasangan 5 penangkal petir sebagai sistem proteksi eksternal pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang sudah dapat melindungi bangunan secara keseluruhan dan sesuai dengan kriteria perencanaan.

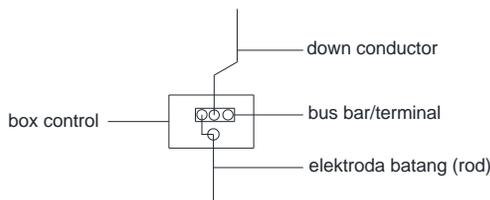
Untuk pemasangan *down conductor* sebagai penghantar arus petir dari penangkal petir ke sistem grounding dipasang secara vertical tegak lurus mengikuti bentuk bangunan. Dimensi umum untuk konduktor yang menyalurkan arus sambaran petir apabila mengikuti standar SNI 03-7015-2004 pada Tabel 2.1, dimensi konduktor dengan bahan Tembaga (Cu) paling tidak memiliki ukuran minimum 16 mm², namun apabila semakin besar ukuran penampangnya maka akan semakin bagus dan mudah arus petir tersalurkan.

Pemasangan konduktor ini apabila dihitung mengikuti bentuk bangunan dari titik penempatan penangkal petir menuju tanah adalah sebagai berikut:

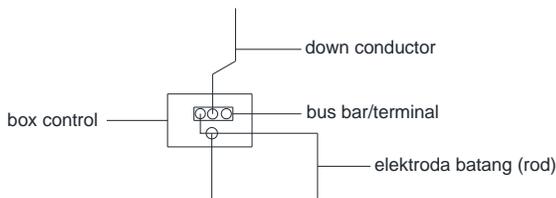
- Penangkal petir 1 dan 2 bagian depan Gedung Kantor Bupati Bengkayang memerlukan konduktor sepanjang 30,5 meter.

- Penangkal petir 3 dan 4 bagian belakang Gedung Kantor Bupati Bengkayang memerlukan konduktor sepanjang 25 meter.
- Penangkal petir 3 bagian belakang Gedung Kantor Bupati Bengkayang memerlukan konduktor sepanjang 20,5 meter.

Untuk sistem grounding (*grounding system*) atau sistem pentanahan pada instalasi proteksi tegangan lebih petir Gedung Kantor Bupati Bengkayang ini dilakukan dengan memperhatikan kondisi tanah yang mempengaruhi nilai resistansi, karena pada sistem grounding yang terpasang nilai resistansi tidak boleh lebih dari 5 ohm (5Ω). Untuk itu, ada beberapa cara yang dapat dilakukan dalam teknis pembuatan grounding, yaitu dengan menggunakan metode batang pentanahan tunggal (*single rod*) atau batang pentanahan ganda (*multiple rod*) yang dipasang secara paralel.



Gambar 4.11 Sistem Grounding Batang Elektroda Tunggal (*Single Rod*)



Gambar 4.12 Sistem Grounding Batang Elektroda Ganda (*Multiple Rod*)

4.3.2 Perancangan Sistem Proteksi Internal

Sistem proteksi internal pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang ini bertujuan untuk melindungi peralatan elektronik yang berada pada bangunan dengan menurunkan ataupun menghilangkan pengaruh gelombang elektromagnetik yang terjadi akibat arus sambaran petir atau membatasi nilai tegangan lebih pada nilai tegangan yang masih dapat diterima pada peralatan. Pada sistem proteksi internal ini menggunakan *arrester* yang dipasang sedekat mungkin dengan titik masuk instalasi listrik, yaitu :

a) Pada panel utama atau *Main Distribution Panel* (MDP)

Panel utama atau *Main Distribution Panel* (MDP) merupakan panel utama pada jaringan instalasi listrik yang masuk pada sebuah Gedung. Pemasangan

arrester pada MDP menjadi penting bertujuan untuk mencegah masuknya tegangan lebih yang terjadi akibat sambaran petir. Adapun *arrester* yang dipasang pada MDP pada umumnya adalah *arrester* tipe 1 atau tipe 1+2.

b) Pemasangan *Arrester* Pada Panel Pembagi/ *Sub Distribution Panel* (SDP)

Panel pembagi atau *Sub Distribution Panel* (SDP) merupakan panel pembagi beban. Pemasangan *arrester* pada SDP dilakukan apabila jarak dari MDP ke SDP lebih dari 10 meter. Adapun *arrester* yang dipasang pada SDP pada umumnya adalah *arrester* tipe 2 atau tipe 2+3.

c) Pemasangan *Arrester* Pada Peralatan Elektronik

Agar dapat melindungi peralatan elektronik dari arus sambaran petir tidak langsung, dilakukan pemasangan *arrester* pada peralatan. *Arrester* yang digunakan pada umumnya menggunakan *arrester* tipe 3.

4.4 Analisa Dan Hasil Perhitungan

4.4.1 Sistem Proteksi Eksternal Pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang

Kebutuhan sistem proteksi eksternal pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) memperoleh nilai perkiraan bahaya sambaran petir (R) = 15, maka sesuai dengan perkiraan bahaya sambaran petir pada Tabel 2.8 bahwa Gedung Kantor Bupati Bengkayang mempunyai perkiraan bahaya yang sangat besar sehingga sangat perlu untuk memiliki sistem proteksi terhadap sambaran petir.

Berdasarkan hasil dari penentuan tingkat proteksi dari SNI 03-7015-2004, Gedung Kantor Bupati Bengkayang sesuai dengan Tabel 2.9 mempunyai Tingkat Proteksi IV, dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Penentuan Tingkat Proteksi Berdasarkan SNI 03-7015-2004

(Td)	(Ng)	(Ae)	(Nd)	(E)
136	18,5773 sambaran/km ² /tahun	33172,5 m ²	0,6162 sambaran /tahun	0,83

Sumber : Hasil Perhitungan, (2021)

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap sistem proteksi petir yang terpasang pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang dengan menggunakan metode elektromeometri dengan nilai arus puncak 22,19 kA dan 5 kA adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil Evaluasi Sistem Proteksi Petir Pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang

Arus Puncak (kA)	Sistem Proteksi Petir	Tinggi Gedung (m)	Jarak Sambar Petir (m)	Radius Perlindungan (m)
22,19	SPP 1	27	60	50,1
5	SPP 1	27	22,77	22,37

Sumber : Hasil Perhitungan, (2021)

Berdasarkan hasil perhitungan evaluasi sistem proteksi petir pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang, pada nilai arus puncak 22,19 kA maupun pada nilai arus puncak 5 kA ternyata belum mampu untuk melindungi Gedung Kantor Bupati Bengkayang secara keseluruhan.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan metode elektromeometri, maka dalam perancangan sistem proteksi petir pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang dengan nilai arus maksimum sebesar 5 kA dimana sebelumnya hanya terdapat 1 (satu) penangkal petir, dilakukan penambahan menjadi 5 penangkal petir dengan radius perlindungan masing-masing 22,37 meter sehingga sudah dapat melindungi Gedung Kantor Bupati Bengkayang secara keseluruhan.

4.4.2 Sistem Proteksi Internal Pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang

Sistem proteksi internal pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang dilakukan dengan pemasangan *arrester* sebagai alat yang dapat melindungi jaringan listrik dari tegangan lebih yang merambat melalui jaringan listrik pada bangunan yang terjadi akibat dari sambaran petir. Pemasangan *arrester* dipasang pada panel utama atau *Main Distribution Panel* (MDP) dan pada panel pembagi atau *Sub Distribution Panel* (SDP).

Tabel 4.7 Arrester Yang Dianjurkan Pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang

Panel	Tipe	Maximum Discharge Current (Imax)
MDP	1+2	50 kA
SDP	2+3	20 kA
Peralatan Elektronik	3	7 kA

Sumber : Hasil Olahan, (2021)

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa maka dibuatlah beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan hasil penentuan tingkat proteksi berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Proteksi Petir (PUIPP) pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang mempunyai indeks perkiraan kebutuhan proteksi dengan nilai $R=15$, sehingga sangat perlu untuk memiliki sistem proteksi petir.
- Berdasarkan hasil perhitungan penentuan tingkat proteksi berdasarkan SNI 03-7015-2014 pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang mempunyai nilai kepadatan sambaran petir (N_g) sebesar 18,5773 sambaran/km²/tahun, area cakupan ekivalen bangunan yang menarik sambaran petir (A_e) sebesar 33172,5 m², frekuensi sambaran petir (N_d) sebesar 0,6162 sambaran/tahun, efisiensi sistem proteksi petir sebesar 0,83, dan tingkat proteksi tingkat IV.
- Berdasarkan hasil perhitungan nilai arus yang dapat diterima penangkal petir menggunakan persamaan *Whitehead* adalah sebesar 22,19 kA yang berarti penangkal petir dapat menerima sambaran petir dengan arus minimal 22,19 kA.
- Berdasarkan hasil evaluasi sistem proteksi eksternal yang telah terpasang pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang menggunakan metode elektromeometri, dengan menggunakan nilai arus puncak 22,19 kA diperoleh nilai jarak sambar petir sebesar 60 m dengan nilai sudut perlindungan 45° berdasar SNI 03-7015-2004 dan nilai radius perlindungan sebesar 50,1 m, penangkal petir yang terpasang belum mampu melindungi bangunan Gedung Kantor Bupati Bengkayang secara keseluruhan.
- Berdasarkan hasil evaluasi sistem proteksi eksternal yang telah terpasang pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang menggunakan metode elektromeometri, dengan menggunakan nilai arus puncak sebesar 5 kA diperoleh nilai jarak sambar petir sebesar 22,77 m dengan nilai sudut perlindungan 45° sesuai dengan SNI 03-7015-2004 dan nilai radius perlindungan sebesar 22,37 m, penangkal petir yang terpasang belum mampu melindungi bangunan Gedung Kantor Bupati Bengkayang secara keseluruhan.
- Agar dapat merencanakan sistem proteksi petir pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang sesuai dengan kriteria perancangan, maka untuk melindungi seluruh bagian bangunan dari sambaran langsung petir dengan nilai arus 5 kA,

- dapat menggunakan 5 penangkal petir yang posisi peletakkannya dapat dilihat pada gambar.
- g. Sistem proteksi internal pada Gedung Kantor Bupati Bengkayang dilakukan dengan pemasangan *arrester* pada panel utama atau *Main Distribution Panel* (MDP) tipe 1+2 dengan nilai arus *discharge* sebesar 50 kA, pada panel pembagi atau *Sub Distribution Panel* (SDP) tipe 2+3 dengan nilai arus *discharge* sebesar 20 kA dan pada peralatan elektronik tipe 3 dengan nilai arus *discharge* sebesar 7 kA.

Daftar Pustaka

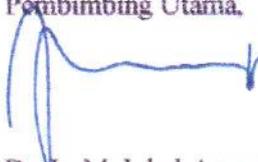
1. Sepannur Bandri, 2012 : Tugas akhir : Perancangan Instalasi Penangkal Petir Eksternal Gedung bertingkat (Aplikasi Balai Kota Pariaman) : Institut Teknologi Padang.
2. Abdul Syakur, Yuningtyastuti, 2006 : Tugas Akhir : Sistem Proteksi Penangkal Petir Pada Gedung Widya Puraya : Universitas Diponegoro.
3. Aris Suryadi, 2017 : Tugas Akhir : Perancangan Instalasi Penangkal Petir Eksternal Metoda Franklin Pada Politeknik Enjineri Indorama : Politeknik Enjineri Indorama.
4. Hotdin Peterson A, Fri Murdiya , 2017 : Sistem Proteksi Petir Eksternal Pada Gedung Baru Fakultas Teknik Universitas Riau : Universitas Riau.
5. Rohani, Nurhening Yuniarti, 2017 : Tugas Akhir : Evaluasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Di Gedung Rektorat Universitas Negeri Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
6. Iman Budiman, 2017 : Tugas Akhir : Evaluasi Sistem Proteksi Petir Ayani Megamal Kota Pontianak : Universitas Tanjungpura.
7. Gilbert Fernando Lasut, 2015 : Tugas Akhir : Perencanaan Sistem Penangkal Petir Pada Laboratorium Sistem Tenaga Dan Bengkel Jurusan Teknik Elektro Politeknik Manado : Politeknik Negeri Manado.
8. Zainal Hakim, 2015 : Tugas Akhir : Perencanaan Sistem Proteksi Petir Masjid Raya Mujahidin Dengan Menggunakan Metode Bola Bergulir : Universitas Tanjungpura.
9. Peter Hasse, 2008 : IET Power and Energy Series 33 : Overvoltage Protection of Low Voltage System : The Institution of Engineering and Technology.

10. Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) Untuk Bangunan di Indonesia.
11. SNI 03-7015-2004 : Sistem Proteksi Petir Pada Bangunan Gedung.

Biografi

Septino Adrian, lahir di Bengkayang pada tanggal 18 September tahun 1998. Menempuh Pendidikan Strata 1 (S1) Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sejak tahun 2016. Memperoleh gelar sarjana pada tahun 2021.

Menyetujui :
Pembimbing Utama,



Dr. Ir. M. Iqbal Arsyad, MT, IPM
NIP. 196609071992031002

Pembimbing Kedua,



Ir. Daniah, MT, IPM
NIP. 196202121992031002