

ANALISIS SISTEM PENTANAHAN PADA GEDUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Muhammad Arif Zakaria

Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
Integrated Campus of UMY, Lingkar Selatan Street, Kasihan, Bantul, Special
Region of Yogyakarta, Portal Code: 55183.

Email: arifzakaria99.az@gmail.com

INTISARI

Petir merupakan fenomena alam yang terjadi karena adanya proses ionisasi sehingga terjadi fenomena loncatan muatan elektron dari awan ke permukaan bumi atau sebaliknya. Oleh karena itu, untuk memproteksi gangguan dari sambaran petir, maka tiap-tiap bangunan tinggi di pasang sistem perlindungan guna untuk perlindungan pada gedung-gedung tinggi ketika terjadi sambaran petir. Untuk tingkat kebutuhan sistem perlindungan terhadap sambaran petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dianjurkan, karena memiliki hari guruh yang berarti cukup tinggi. Metode sistem perlindungan yang digunakan adalah dengan metode konvensional dan non-konvensional. Hasil dari metode konvensional yang diperoleh pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah sebesar 45^0 dan diameter 34 meter. Kemudian hasil dari metode non-konvensional diperoleh radius sebesar 50 meter dan luas radius perlindungannya sebesar 7850 m^2 .

Kata kunci: Sistem perlindungan, Tingkat kebutuhan sistem perlindungan, Metode konvensional, Metode non-konvensional.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak pada garis astronomis $6^0 \text{ LU} - 11^0 \text{ LS}$ serta $95^0 \text{ BT} - 141^0 \text{ BT}$. Karena itulah Indonesia beriklim tropis yang

memiliki tingkat hujan yang cukup tinggi dan diikuti dengan potensi tingkat sambaran petir yang cukup tinggi juga.

Menurut Uman (2001), petir adalah fenomena kelistrikan dari alam

yang bermula dari terbentuknya muatan listrik positif (proton) dan negatif (elektron) di dalam awan. Akibat yang dapat terjadi dari sambaran petir adalah dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan-peralatan yang ada di dalam gedung bertingkat, dan pada manusia itu sendiri.

Berdasarkan hasil dari pengolahan yang dilakukan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) stasiun Daerah Istimewa Yogyakarta dari bulan Januari 2018 sampai bulan Desember 2018, menyebutkan bahwa Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki hari guruh atau *Iso Keraunic Level (IKL)* cukup tinggi, yaitu sebesar 46 per tahun.

Salah satu cara meminimalisir terjadinya kerusakan akibat sambaran petir terhadap gedung-gedung tinggi maka perlu proteksi atau perlindungan pada gedung-gedung tinggi, yaitu dengan memasang penangkal petir atau bisa disebut penyalur petir.

Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah bangunan yang cukup berumur, dan

termasuk gedung tinggi, maka dari itu perlu mendapat perhatian, dikarenakan bangunan tersebut memiliki 5 lantai dan digunakan sebagai mencari buku dan referensi oleh mahasiswa/i. Oleh karena itu, perlu adanya sistem pentanahan atau sistem perlindungan yang efektif untuk mengamankan apa pun yang ada di dalam gedung mau pun gedung tersebut dari bahaya sambaran petir.

1.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis tingkat kebutuhan sistem pentanahan pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- b. Menganalisis daerah perlindungan penangkal petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta terhadap sambaran petir
- c. Menganalisis persentase kegagalan sistem penangkal petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

- d. Menganalisis sistem pentanahan pada elektroda pentanahan penangkal petir
- e. Menganalisis sistem pentanahan elektrik
- f. Memahami sistem pentanahan yang sesuai dengan standar

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta” yaitu sebagai berikut:

- a. Denah arsitektur pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- b. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL)
- c. Standar Nasional Indonesia (SNI) 02-7015-2004
- d. Permenaker tahun 1989
- e. IEEE Std. 80 dan 142
- f. Standar NF C 17 – 102
- g. IEC 1024-1-1

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan untuk membantu dalam penelitian tentang “Analisis Sistem Pentanahan pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta” yaitu sebagai berikut:

- a. Satu Unit Laptop Toshiba tipe Satellite L645
- b. Pengukur Pentanahan Digital atau *Digital Earth Tester*
- c. Satu Unit *Smartphone* Xiaomi
- d. Microsoft Office 2010
- e. Autocad 2016
- f. Flashdisk Toshiba 8 GB
- g. Kalkulator Casio

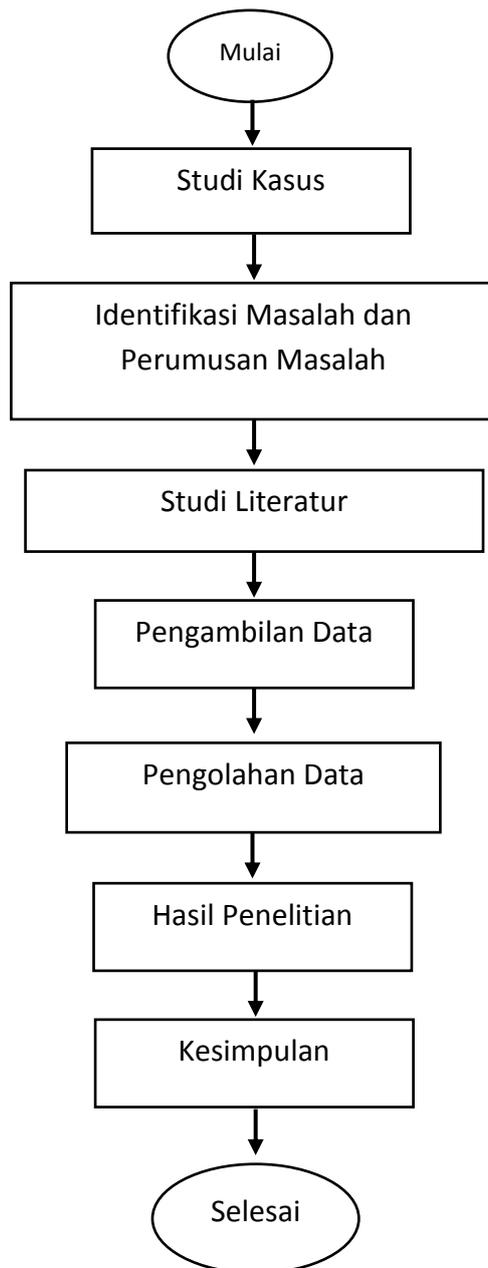
2.2 Bahan

Adapun bahan yang diperlukan untuk membantu dalam penelitian tentang “Analisis Sistem Pentanahan pada Gedung Perpustakaan

2.3 Langkah – langkah Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, akan disajikan diagram alur atau *flowchart* yang digunakan peneliti dalam melakukan proses penelitian dan penyusunan penelitian ini, agar penelitian ini dapat tersusun secara teratur setiap langkah-langkahnya. Langkah awal yang dilakukan adalah studi pustaka dengan cara mempelajari referensi-referensi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dibuat sehingga dapat mengidentifikasi masalah yang ada dan membuat perumusan masalah setelah itu maka dapat melakukan pengambilan dan pengolahan data

yang selanjutnya akan dilakukan verifikasi data. Berikut adalah langkah-langkah peneliti dalam melakukan proses penelitian dan penyusunan penelitian:



Gambar 2.1 Flowchart

3. ANALISIS

3.1 Data Analisis

Berikut adalah tabel data Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY) dan hari guruh untuk wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Data Perpustakaan UMY

Keterangan	Spesifikasi
Tinggi gedung	14,5 meter
Lebar gedung	39,6 meter
Panjang gudang	46,8 meter
Jumlah lantai	5 lantai
Panjang penangkal petir	2,5 meter
Jumlah bak kontrol	1 buah
Tipe elektroda	Elektroda batang (rod) panjang 0,15 meter, tembaga dengan diameter 1 inchi atau 0,025 meter yang dihubungkan dengan BCC 50 mm ²

(Sumber: Biro Sumberdaya Aset UMY)

Tabel 3.2 Data hari guruh tahun 2018 Daerah Istimewa Yogyakarta

BULAN	HARI GURUH
JANUARI	7
FEBRUARI	8
MARET	11
APRIL	7
MEI	2
JUNI	0
JULI	0
AGUSTUS	0

Tabel 3.2 Data hari guruh tahun 2018 Daerah Istimewa Yogyakarta

(lanjutan)

BULAN	HARI GURUH
SEPTEMBER	0
OKTOBER	0
NOVEMBER	7
DESEMBER	4
TOTAL HARI GURUH	46

(Sumber: BMKG wilayah D.I.Y.)

3.2 Tingkat Kebutuhan Sistem Pentanahan

Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) bahwa tingkat kebutuhan sistem pentanahan ditentukan berdasarkan penjumlahan indeks-indeks tertentu yang mewakili keadaan bangunan di suatu lokasi dan dirumuskan sebagai berikut:

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

Dimana:

R = Perkiraan bahaya petir

A = Penggunaan dan isi bangunan

B = Konstruksi bangunan

C = Tinggi bangunan

D = Situasi bangunan

E = Hari guruh

Tabel 3.3 Indeks A Penggunaan dan isi bangunan

Penggunaan dan Isi	Indeks A
Bangunan biasa yang tidak perlu diamankan baik bangunan maupun isinya	-10
Bangunan dan isinya jarang dipergunakan seperti danau ditengah sawah, gudang, dll.	0
Bangunan yang berisi peralatan sehari-hari atau tempat tinggal orang (rumah, pabrik, toko, pabrik kecil, tenda, atau stasiun kereta api, dll.	1
Bangunan yang isinya cukup penting (pabrik, kantor, menara air, toko barang-barang berharga, gedung pemerintah, tiang, atau menara non-metal.	2
Bangunan berisi banyak sekali orang, seperti supermarket, bioskop, masjid, gereja, sekolah, apartemen, monumen bersejarah, dll.	3
Instalasi gas, minyak, SPBU, rumah sakit, dsb.	5
Bangunan yang mudah meledak, gudang bahan kimia, gudang bahan peledak, gudang bahan penyimpanan, dll.	15

(Sumber: PUIPP tahun 1983)

Tabel 3.4 Indeks B
Konstruksi bangunan

Konstruksi Bangunan	Indeks B
Seluruh bangunan terbuat dari logam (mudah menyalurkan arus listrik).	0
Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau kerangka besi dengan atap logam.	1
Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau kerangka besi dan atap bukan logam.	2
Bangunan kayu dengan bukan logam.	5

(Sumber: PUIPP tahun 1983)

Tabel 3.5 Indeks C
Tinggi bangunan

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

(Sumber: PUIPP tahun 1983)

Tabel 3.6 Indeks D
Situasi bangunan

Situasi Bangunan	Indeks D
Di tanah datar pada semua ketinggian.	0
Di kaki bukit sampai tiga perempat sampai 1000 meter.	1

Tabel 3.6 Indeks D (lanjutan)
Situasi bangunan

Situasi Bangunan	Indeks D
Di puncak gunung atau pegunungan lebih tinggi dari 1000 meter.	2

(Sumber: PUIPP tahun 1983)

Tabel 3.7 Indeks E
Hari guruh

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

Dari tabel-tabel indeks di atas, maka diperoleh nilai dari penjumlahan R (Perkiraan resiko bahaya) pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, yaitu sebesar:

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

$$R = 3 + 2 + 3 + 0 + 5$$

$$R = 13$$

Tabel 3.8 Indeks R
Perkiraan bahaya sambaran petir

Indeks R	Perkiraan Bahaya	Pengaman
< 11	Diabaikan	Tidak perlu
= 11	Kecil	Tidak perlu

Tabel 3.8 Indeks R (lanjutan)
Perkiraan bahaya sambaran petir

Indeks R	Perkiraan Bahaya	Pengaman
12	Tidak begitu kecil	Cukup dianjurkan
13	Cukup besar	Dianjurkan
14	Besar	Sangat dianjurkan
> 14	Sangat Besar	Sangat perlu

(Sumber: PUIPP tahun 1983)

Berdasarkan tabel 2.5 di atas, bahwa nilai indeks R tingkat kebutuhan sistem pentanahan pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta diperoleh nilai sebesar 13, yang berarti memiliki perkiraan bahaya yang cukup besar dan dianjurkan memasang pengaman.

3.3 Daerah Perlindungan Penangkal Petir

Berdasarkan SNI 03-7015-2004 dan IEC 1024-1-1 bahwa daerah perlindungan petir (A_e) pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan panjang (p) sebesar 46,8 meter, lebar (l) sebesar 39,6 meter, dan tinggi (h) sebesar 14,5 meter. Maka daerah perlindungannya adalah:

$$A_e = [\{2 (p+l) \times 3 h\} + \{3,14 \times 9 h^2\}]$$

$$A_e = [\{2 (46,8 \times 39,6) \times 3 \times 14,5\} + \{3,14 \times 9 \times 14,5^2\}]$$

$$A_e = [161235,36 + 5941,66]$$

$$A_e = 167177,02 \text{ m}^2$$

$$A_e = 0,17 \text{ km}^2$$

Kemudian untuk menghitung kerapatan petir (N_g) adalah sebagai berikut:

$$N_g = 4.10^{-2} \times T^{1,26}$$

$$N_g = 4.10^{-2} \times 461,26$$

$$N_g = 4,98 \text{ sambaran/km}^2/\text{tahun}$$

Kemudian adalah menghitung frekuensi sambaran petir setempat yang diperkirakan mengenai struktur bangunan yang dilindungi penangkal petir (N_d) diperoleh dari sebagai berikut:

$$N_d = N_g \times A_e$$

$$N_d = 4,98 \times 0,17$$

$$N_d = 0,85 \text{ sambaran/tahun}$$

Menurut, IEC 1024-1-1 adalah jika:

- $N_d \leq N_c$ tidak perlu proteksi petir
- $N_d \geq N_c$ diperlukan proteksi petir

Dan diperoleh (N_c diketahui 46 dibagi 365 hari = 0,126), maka berarti $N_d \geq N_c$ nilai frekuensi:

$$E \geq 1 - \frac{Nc}{Nd} = \frac{0,126}{0,85}$$

$$E \geq 1 - 0,148$$

$$E \geq 0,852$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka dapat dilihat tabel 3.9 di bawah ini:

Tabel 3.9 Efisiensi SPP

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

(Sumber: SNI 03-7015-2004: 3)

Tabel 3.10 Terminasi udara sesuai tingkat proteksi

Tingkat Proteksi	h (m)	20	30	45	60	Lebar Mata Jala (m)
	r (m)	α°	α°	α°	α°	
I	20	25	-	-	-	5 – 9
II	30	35	25	-	-	10 – 14
III	45	45	35	25	-	15 – 19
IV	55	55	45	35	25	20

(Sumber: PUIPP tahun 2004)

Setelah diperoleh nilai efisiensi, maka sesuai tabel 3.9, bahwa Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta memiliki tingkat proteksi III. Dengan demikian, sesuai tabel 3.10 diperoleh sudut perlindungan sebesar 45°

dikarenakan pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta memiliki tinggi gedung termasuk ke dalam golongan 20 meter.

Setelah mengetahui sudut perlindungan gedung, selanjutnya dapat menghitung jari-jari perlindungan pada gedung, pertama dengan menjumlahkan tinggi gedung dan panjang penangkal petir, diperoleh tinggi gedung sebesar 17 meter. Kemudian dirumuskan seperti di bawah ini:

$$\tan \alpha = r/h$$

$$\tan 45^\circ = r/17 \text{ m}$$

$$r = \tan 45^\circ \times 17 \text{ m}$$

$$r = 1 \times 17 \text{ m}$$

$$r = 17 \text{ meter}$$

Dan diperoleh jari-jari perlindungan penangkal petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sebesar 17 meter. Sehingga dapat dihitung diameternya, dengan:

$$d = 2 \times r$$

$$d = 2 \times 17 \text{ m}$$

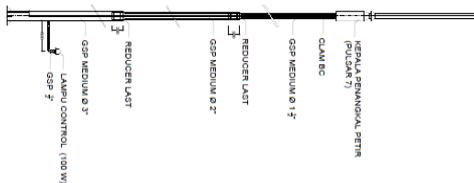
$$d = 34 \text{ meter}$$

Jadi, diameter perindungannya sebesar 34 meter.



Gambar 3.1 Sudut Perlindungan Gedung Perpustakaan UMY

Pada perhitungan sebelumnya dengan menggunakan metode konvensional. Dilihat dari tipe penangkal petir yang ada pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah tipe elektrostatik, maka bisa menggunakan metode non-konvensional.



Gambar 3.2 Penangkal Petir

Maka berdasarkan standar NF C 17 – 102, bahwa besarnya D, pada tingkat proteksi penangkal petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah

Yogyakarta memiliki tingkat proteksi I yaitu sebesar 20, dan ΔT ketika *front time* 30 μs , sehingga berdasarkan spesifikasi pada *manual book* pulsar 30 nilai ΔL adalah sebesar 30, dan tinggi total gedung (h) sebesar 17 meter, maka diperoleh:

$$R_p = \sqrt{2Dh - h^2 + \Delta L (2D + \Delta L)}$$

Dimana:

R_p = Radius dari proteksi dalam area horizontal dalam jarak vertikal h dari ujung.

h = Tinggi dari ujung atas terminal elemen yang diproteksi

D = 20 m pada tingkat proteksi I

45 m pada tingkat proteksi II

60 m pada tingkat proteksi III

ΔL = Tambahan jarak (meter)

Dari persamaan di atas, maka dapat diperoleh:

$$R_p = \sqrt{2 \times 20 \times 17 - 17^2 + 30 (2 \times 20 + 30)}$$

$$R_p = \sqrt{680 - 289 + 30 (70)}$$

$$R_p = \sqrt{391 + 2100}$$

$$R_p = \sqrt{2491}$$

$$R_p = 49,9 = 50 \text{ meter}$$

Sehingga dapat dicari radius proteksi pada gedung (Ax) dengan persamaan:

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

$$Ax = 3,14 \times 50^2$$

$$Ax = 3,14 \times 2500$$

$$Ax = 7850 \text{ m}^2$$

Jadi, dengan metode non-konvensional yaitu dengan radius daerah perlindungan penangkal petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta diperoleh radius proteksi sebesar 50 meter, dan luas radius sebesar 7850 m².

3.4 Persentase Kegagalan Perlindungan Penangkal Petir

Dari hasil perhitungan diameter perlindungan Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta maka selanjutnya menghitung berapa besarnya persentase kegagalan perlindungan penangkal petir Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Menghitung luas daerah yang dilindungi penangkal petir (A) dengan persamaan:

$$A = [(\pi r^2) \times (S \times d)]/3$$

Dimana:

r = Jari-jari perlindungan

S = Tinggi total gedung

d = Diameter perlindungan

Dari persamaan (A) di atas, maka diperoleh:

$$A = [(3,14 \times 172) \times (17 \times 34)]/3$$

$$A = (3,14 \times 289) \times (17 \times 34)/3$$

$$A = (907,46) \times (578)/3$$

$$A = 524511,88/3$$

$$A = 174837,29 \text{ m}^2 = 0,17 \text{ km}^2$$

Kemudian menghitung harga kerapatan sambaran petir (D), yaitu dengan persamaan:

$$D = 9,875 \times 10^{-8} \times \text{IKL}$$

Dimana:

IKL = Jumlah hari guruh per tahun

Dari persamaan (D) di atas, maka diperoleh:

$$D = 9,875 \times 10^{-8} \times 46$$

$$D = 454,25 \times 10^{-8}$$

$$D = 4,54 \times 10^{-6} \text{ sambaran/m}^2/\text{tahun}$$

Kemudian menghitung jumlah sambaran petir yang terjadi pada penangkal petir (L) dengan persamaan:

$$L = 100/(A \times D)$$

Dimana:

A = Luas daerah perlindungan

D = Kerapatan sambaran petir

Dari persamaan di atas, maka dapat diperoleh:

$$L = 100/(174837,29 \times 4,54 \times 10^{-6})$$

$$L = 100/(793761,3 \times 10^{-6})$$

$$L = 100/(0,79)$$

$$L = 126,58 \text{ sambaran}/100\text{km}^2/\text{tahun}$$

Setelah menghitung jumlah sambaran petir yang terjadi pada penangkal petir, maka selanjutnya menghitung kemungkinan kegagalan penangkal petir ($P\theta$) dengan persamaan:

$$\text{Log } P\theta = 0,06 \times (\theta - 2,2)$$

Dari persamaan di atas, maka dapat diperoleh:

$$\text{Log } P\theta = 0,06 \times (45 - 2,2)$$

$$\text{Log } P\theta = 0,06 \times (42,8)$$

$$P\theta = \text{Log } 2,57$$

$$P\theta = 0,4099$$

$$P\theta = 0,41\%$$

Selanjutnya, yaitu menghitung jumlah gangguan akibat kegagalan perlindungan penangkal petir (SFO) sesuai dengan persamaan:

$$\text{SFO} = P\theta \times L$$

$$\text{SFO} = 0,41 \times 126,58$$

$$\text{SFO} = 51,89 \text{ gangguan}/100\text{km}^2/\text{tahun}$$

$$\text{SFO} = 51,89 \times 10^{-8} \text{ gangguan}/\text{m}^2/\text{tahun}$$

Sehingga dapat dicari area perlindungan penangkal petir Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta terdapat gangguan akibat kegagalan penangkal petir yang terjadi sebesar:

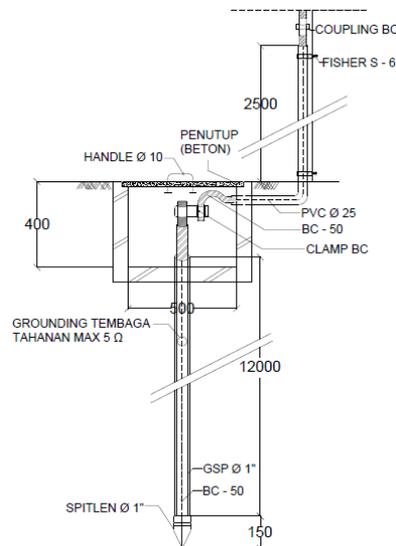
$$\text{Total gangguan} = A \times \text{SFO}$$

$$\text{Total gangguan} = 174837,29 \times 51,89 \times 10^{-8}$$

$$\text{Total gangguan} = 0,90 \text{ gangguan}/\text{tahun}$$

Jadi, total gangguan per tahun pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sebesar 0,90 gangguan/tahun.

3.5 Perhitungan Elektroda Penangkal Petir terhadap Sambaran Petir



Gambar 3.3 Elektroda penangkal petir batang (*rod*)

Berdasarkan pada Peraturan Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP 1983) disebutkan bahwa tahanan pentanahan yang diizinkan tidak boleh lebih dari 5 Ω. Dan juga berdasarkan IEEE Std. 142-2007 menyebutkan tahanan elektroda batang (*rod*) dapat diperkirakan dengan perhitungan dengan persamaan:

$$RG = RR = \frac{\rho}{2\pi LR} \left[\ln \left(\frac{4LR}{AR} \right) - 1 \right]$$

Dimana:

RG = Resistansi pentanahan (Ω)

RR = Resistansi pentanahan berbentuk batang (*rod*)(Ω)

ρ = Resistan jenis tanah

LR = Panjang elektroda (m)

AR = Diameter elektroda (m)

Total panjang elektroda pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sebesar 12,15 meter. Tipe tahanan jenis tanah dari Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah kategori bekas tanah garapan sehingga menurut tabel di bawah ini:

Tabel 3.11 Tahanan jenis tanah

Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (Ohm-m)
Tanah Rawa	30
Tanah Liat, Ladang dan Tanah Garapan	100
Pasir Basah	200
Kerikil Basah	500
Pasir dan Kerikil Kering	1000
Tanah Berbatu	3000

(Sumber: PUIPP tahun 2000)

Berdasarkan tabel 3.11 bahwa jenis tanah Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah jenis tanah garapan sehingga diperoleh nilai tahanan sebesar 100 Ω.

$$RG = RR = \frac{100}{2 \times 3,14 \times 12,15} [\ln\left(\frac{4 \times 12,15}{0,025}\right) - 1]$$

$$RG = RR = 1,31 [\ln(1944 - 1)]$$

$$RG = RR = 1,31 [\ln(1943)]$$

$$RG = RR = 1,31 \times 7,57 = 9,92 \Omega$$

Dalam ketentuan rujukan IEEE Std. 80-2000, untuk sistem penangkal petir, nilai tahanan pentanahannya harus $R \geq 25 \Omega$. Maka nilai perencanaan besar tahanan di atas sudah sesuai standar IEEE, namun apabila mengacu pada aturan PUIPP (1993) maka tidak dapat menggunakan elektroda tunggal, oleh sebab itu dapat menggunakan konfigurasi elektroda yang terdiri dari 2 atau lebih elektroda yang dirangkai. Penerapan pemasangan elektroda pentanahan di lapangan ada 2 dengan konfigurasi yang sama, sehingga perencanaan tahanan tanah total, yaitu:

$$\frac{1}{REt} = \frac{1}{RE1} + \frac{1}{RE2}$$

$$\frac{1}{REtotal} = \frac{1}{9,92} + \frac{1}{9,92}$$

$$\frac{1}{REtotal} = \frac{2}{9,92}$$

$$REtotal = \frac{9,92}{2}$$

$$REtotal = 4,96 \Omega$$

Keterangan:

REtotal = Total tahanan

perencanaan pentanahan

RE1 = Tahanan perencanaan

pentanahan penangkal petir

RE2 = Tahanan perencanaan

pentanahan panel elektrikal

Data pengukuran pentanahan untuk sistem pentanahan penangkal petir didapat sebesar $4,96 \Omega$. Jika tahanan yang dimiliki suatu sistem pentanahan terlalu besar maka akan ada arus lebih yang mengakibatkan munculnya panas pada kabel, dan mengakibatkan kerusakan pada peralatan instalasi listrik, terutama komponen elektronik yang sangat peka terhadap arus.

Tabel 3.12 Tahanan pada penangkal petir

Tabel Perbandingan Nilai Pentanahan			
Standar PUIPP	Perhitungan perencanaan tahanan tanah	Standar IEEE	Data hasil pengukuran
5 Ω	4,96 Ω	25 Ω	2,79 Ω

Berdasarkan tabel 3.12 perbandingan hasil analisis tahanan pentanahan penangkal petir di atas, maka dapat disimpulkan bahwa tahanan tanah

untuk penangkal petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sudah memenuhi standar yang telah ada.

3.6 Sistem Pentanahan Elektrikal Instalasi Listrik terhadap Sambaran Petir

Berdasarkan data hasil pengukuran di lapangan, yang mana pada sistem pentanahan elektrikal telah didapat nilai sebesar 2,04 Ω . Disebutkan dalam standar IEEE Std. 80-2000 bahwa sistem kelistrikan dan elektronik tahanan pentanahan maksimal adalah 5 Ω .

Tabel 3.13 Pentanahan Elektrikal

Tabel Perbandingan Nilai Pentanahan			
Standar PUIPP	Perhitungan perencanaan tahanan tanah	Standar IEEE	Data hasil pengukuran
5 Ω	4,96 Ω	25 Ω	2,04 Ω

Berdasarkan tabel 3.13 perbandingan nilai tahanan di atas, dapat disimpulkan bahwa tahanan tanah pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sudah memenuhi standar yang ada.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Sesuai dengan hasil penelitian, bahwa tingkat kebutuhan sistem pentanahan Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah memiliki nilai ($R=13$) yang berarti dianjurkan, dikarenakan tingkat sambaran petir yang cukup besar.
- Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan maka perlindungan petir pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta mempunyai kemungkinan kegagalan sebesar 0,41% dengan total gangguan sambaran petir sebesar 0,90 gangguan/tahun.
- Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, dari metode konvensional bahwa didapat daerah perlindungan penangkal petir dengan sudut 45^0 dan didapat diameter perlindungannya sebesar 34 meter, sedangkan dari metode non-konvensional didapat radius perlindungan penangkal petir sebesar 50 m dengan luas radius proteksi sebesar 7850 m^2 .
- Hasil dari analisis nilai tahanan

pentanahan pada Gedung Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang memiliki nilai perencanaan besar tahanan tanah yaitu sebesar 4,92 Ω dan juga data hasil pengukuran di lapangan, yaitu tahanan tanah penangkal petir sebesar 2,79 Ω dan nilai elektrikal sebesar 2,04 Ω , berarti telah memenuhi standar Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) yang masih dibawah nilai 5 Ω .

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. 2018. *Analisis Sistem Pentanahan Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Tugas Akhir: Yogyakarta.
- Anonim 1. 1983. *Peraturan Umum Penangkal Petir (PUPP) untuk Bangunan Indonesia*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan: Jakarta.
- Hasanulaini. 2015. *Evaluasi Pentanahan pada Gedung Kuliah 1 Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya*. Laporan Akhir: Palembang.

Standar NF C 17 – 102.

IEC 1024-1-1. 1993. *Protection des Structures Contre la Foudre*.

Jenewa.

IEEE. 2000. *IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding*.

Syaku, Abdul dan Yuningtyastuti. 2006. *Sistem Proteksi Penangkal Petir pada Gedung Widya Puraya*. Makalah: Semarang.

Sinaga, H Herman dkk. 2008. *Respon Impuls pada Elektroda Pentanahan Batang Tunggal untuk Menentukan Nilai Impedensi Pentanahan*. Jurnal: Lampung.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja (Permenaker) pasal 14 ayat 1-3 tahun 1983.

Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir 1983 (PUIPP 1983).

SNI. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. Badan Standarisasi Nasional.

SNI. 2002. *Tata Cara Perencanaan Proteksi Bangunan dan Peralatan terhadap Sambaran Petir*. Badan Standarisasi Nasional.

SNI. 2004. *Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.