

**ANALISA PERLINDUNGAN SISTEM PENANGKAL PETIR  
TERHADAP GANGGUAN PETIR PADA GEDUNG – GEDUNG  
AREA RUMAH SAKIT ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT  
MEMPEROLEH GELAR S1 PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG



**DISUSUN OLEH :**

**AHMAD FAUZAN IHSAN**

**NIM 30601800002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG**

**2025**

**FINAL PROJECT**

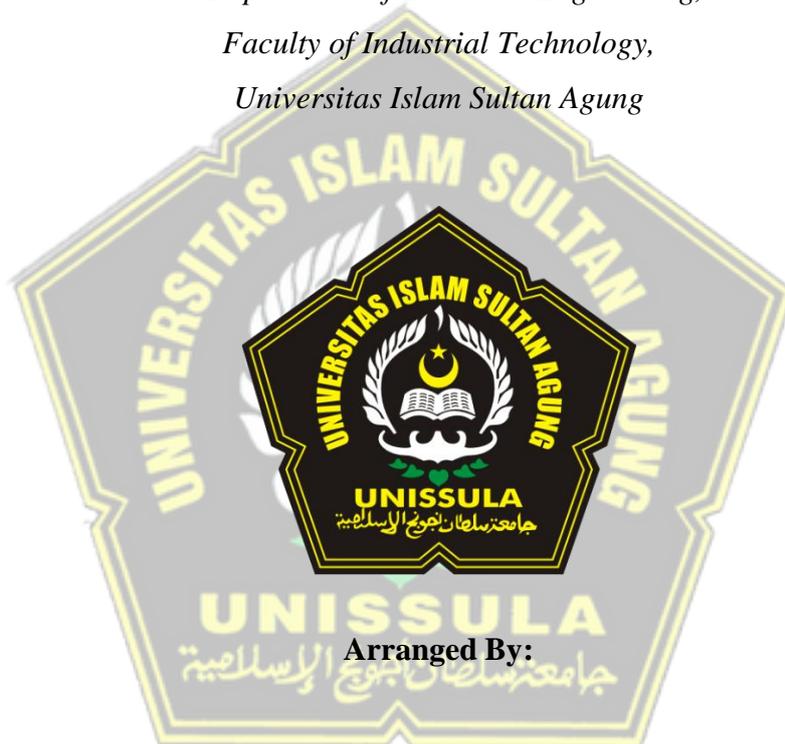
***ANALYSIS OF LIGHTNING PROTECTION SYSTEM AGAINST  
LIGHTNING INTERFERENCE IN BUILDINGS IN THE AREA OF  
SULTAN AGUNG ISLAMIC HOSPITAL SEMARANG***

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (SI)*

*at Department of Electrical Engineering,*

*Faculty of Industrial Technology,*

*Universitas Islam Sultan Agung*



**Arranged By:**

**AHMAD FAUZAN IHSAN**

**NIM 30601800002**

**DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG**

**2025**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ **ANALISA PERLINDUNGAN SISTEM PENANGKAL PETIR TERHADAP GANGGUAN PETIR PADA GEDUNG-GEDUNG AREA RUMAH SAKIT ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**”

ini disusun oleh :

Nama : Ahmad Fauzan Ihsan

NIM : 30601800002

Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 04 Maret 2025

Pembimbing



Ir. Ida Widiastuti, MT.  
NIDN. 0005036501

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



TEKNIK ELEKTRO  
Jenny Putri Hapsari, ST., MT  
NIDN. 0607018501

130325

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

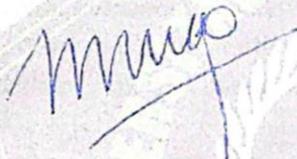
Laporan Tugas Akhir dengan judul “ ANALISA PERLINDUNGAN SISTEM PENANGKAL PETIR TERHADAP GANGGUAN PETIR PADA GEDUNG-GEDUNG AREA RUMAH SAKIT ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG ” ini telah di presentasikan di depan penguji sidang Tugas Akhir pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 04 Maret 2025

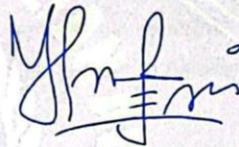
### TIM PENGUJI

Anggota I



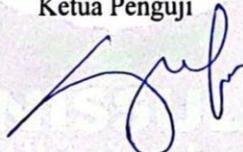
Munaf Ismail, ST., MT.  
NIDN. 06131273

Anggota II



Ir. Ida Widiastuti, MT.  
NIDN. 0005036501

Ketua Penguji



Dr. Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT.  
NIDN. 0619076401

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Fauzan Ihsan

NIM : 30601800002

Fakultas : Teknologi Industri

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang dengan judul "**Analisa Perlindungan Sistem Penangkal Petir Terhadap Gangguan Petir Pada Gedung-gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang**", adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 23 November 2024

Yang Menyatakan

  
METERAI TEMPEL  
0074DAJX547896216

**Ahmad Fauzan Ihsan**

**NIM. 30601800002**

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : AHMAD FAUZAN IHSAN

NIM : 30601800002

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknologi industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas akhir dengan Judul  
**(ANALISA PERLINDUNGAN SISTEM PENANGKAL PETIR TERHADAP  
GANGGUAN PETIR PADA GEDUNG-GEDUNG AREA RUMAH SAKIT  
ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG)**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dan pangkalan data dan dipublikasikan di internet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta / Plagiatisme dalam karya ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan agung.

Semarang, 23 November 2024

Yang Menyatakan

Mahasiswa



AHMAD FAUZAN IHSAN

NIM: 30601800002

## HALAMAN PERSEMBAHAN

### Persembahan :

Alkhamdulillahrabbi'l'alamin puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala nikmat dan rahmat serta kesempatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan segala kekurangannya. Tugas Akhir ini didedikasikan sebagai bukti semangat saya untuk usaha, serta cinta dan kasih sayangku kepada orang-orang yang paling berharga dalam hidup saya. Untuk karya yang sederhana ini, penulis persembahkan untuk :

- Kepada Ibu dan Bapak saya tercinta yang sampai saat ini membesarkan dan mendidik saya dengan kasih sayang dan kesabaran hingga saat ini, serta doadan dukungannya selama ini untuk keberhasilanku bisa dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Semoga mereka bangga dengan apa yang sekarang saya peroleh.
- Untuk Citra Sely Arthalivia sebagai partner special saya, terima kasih telah menjadi partner dalam segala hal baik, yang selalu mensupport saya dalam segala hal, yang selalu menemani dengan meluangkan waktunya, mendukung sayadalam kesedihan, selalu menghibur dan memberikan semangat untuk melangkah maju dan pantang menyerah dalam segala hal untuk meraih apa yang menjadi impian saya saat ini dan kedepannya.
- Untuk seluruh Dosen Fakultas Teknologi Industri Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang selalu memberikan ilmu yang bermanfaat dan motivasi dalam menyelesaikan perkuliahan.

## HALAMAN MOTTO

### Motto :

“Pada akhirnya, ini semua hanyalah permulaan”

~Nadin Amizah : Beranjak dewasa~

“Kita tidak sedang berlomba. Pencapaianmu di usiamu bukan berarti harus menjadi pencapaian di usiaku”

~Fiersa Besari~

“Allah tidak akan pernah membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

~Q.S. AL-Baqarah (2:286)~



## KATA PENGANTAR

**Bismillahirrahmanirrahim**

**Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas ridha dan karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dengan judul “ANALISA PERLINDUNGAN SISTEM PENANGKAL PETIR PADA GEDUNG-GEDUNG AREA RUMAH SAKIT ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG” dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan Program Strata Satu (S1) di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Butuh doa dan usaha yang keras dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sehingga bisa selesai dengan baik dan lancar. Penulis mengucapkan rasa terimakasih atas semua bantuan yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai. Secara khusus rasa terimakasih tersebut penulis sampaikan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rahmat, dan ridho-Nya serta kelapangan hati dan pikiran dalam menimba ilmu.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Novi Marlyana, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Ibu Ir. Ida Widiastuti, M.T.. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan juga ilmunya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munaf Ismail, S.T., M.T. selaku Wali Dosen Elektro angkatan 2018 yang selalu memberikan motivasi dan juga semangat untuk elektro angkatan 2018
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu, bimbingannya, dan motivasinya

sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Kedua orang tua saya, Bapak Honyasmidi dan Ibu Kholifah yang saya cintai, selalu memberikan doa, semangat, dukungan, perhatian, kesabaran, dan kasih sayang tiada hentinya kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Untuk teman-teman elektro angkatan 2018 yang selalu mensupport, dan memberikan kebahagiaan.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu dengan kerendahan hati saya mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak untuk Tugas Akhir ini.

**Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**



Semarang, 26 November 2024

Ahmad Fauzan Ihsan

## DAFTAR ISI

HALAMAN COVER.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
HALAMAN MOTTO .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematik Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Tinjauan pustaka.....	6
2.2. Landasan Teori.....	8
2.2.1. Pengertian Petir.....	8
2.2.2. Konsep Dasar Penangkal Petir Pada Gedung.....	10
2.2.3. Jenis Penangkal Petir.....	12
2.2.4. Teknis Pemasangan Penangkal Petir.....	18
2.2.5. Bagian Yang Dipasang Penangkal Petir .....	20
2.2.6. Standar Pemasangan Grounding Dan Penangkal Petir .....	21
2.2.7. Kerusakan Akibat Sambaran Petir .....	31
2.2.8. Pengertian Pentanahan .....	33
2.2.9. Prinsip Kerja Penangkal Peitr .....	33
2.2.10. Tahanan Jenis Tanah.....	40

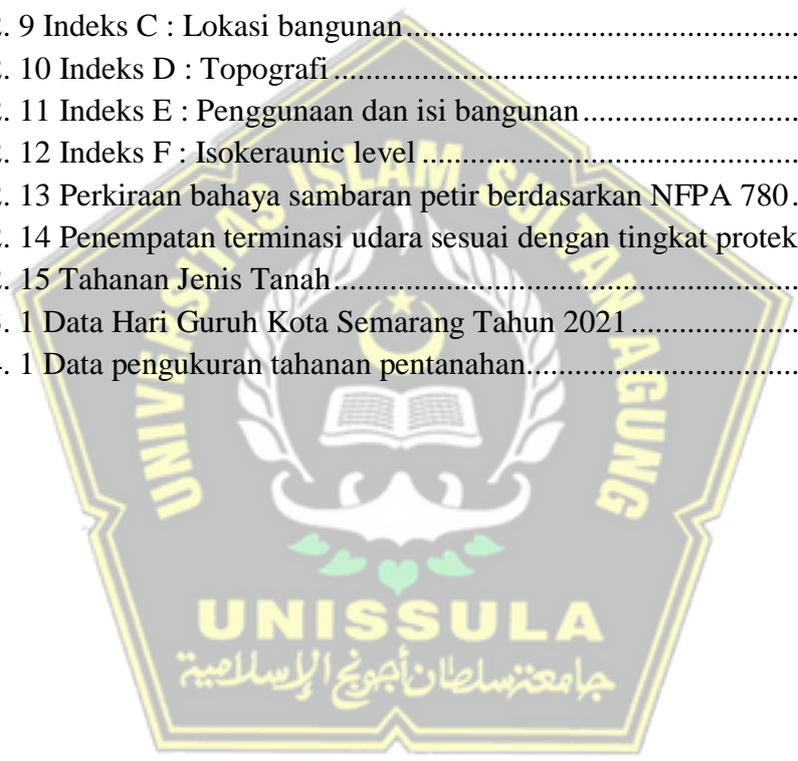
2.2.11. Jenis Elektroda Pentanahan.....	42
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>45</b>
3.1 Model Penelitian.....	45
3.2 Melakukan Pengukuran dari Kabel Instalasi Penangkal Petir.....	46
3.3 Melakukan Pengukuran Resistensi atau Tahanan Grounding .....	46
3.4 Objek Penelitian .....	47
3.5 Alat dan Bahan .....	47
3.6 Flowchart.....	48
3.7 Data Hari Guruh Kota Semarang .....	49
3.8 Langkah Penelitian .....	49
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
4.1. Hasil Pengukuran Pentanahan.....	51
4.2. Kondisi Fisik Sistem Pentanahan Pada Gedung RSI-SA.....	52
4.3. Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) .....	54
4.3.1. Berdasarkan <i>National fire Protection Association</i> (NFPA) 780 .....	55
4.4. Perhitungan Radius Proteksi Konvensional .....	58
4.5. Hasil Analisa Sistem Penangkal Petir Pada Gedung RSI-SA Semarang ..	58
4.6. Jangkauan Pengamanan Penangkal Petir Elektrostatis .....	60
4.7. Hasil Kajian Pembahasan .....	61
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>62</b>
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kabel BC (Bare Consuctor.....	11
Gambar 2. 2 Elektroda Pentanahan.....	12
Gambar 2. 3 Penangkal Petir Konvensional Tipe Franklin Rod.....	13
Gambar 2. 4 Penangkal petir jenis konvensional.....	14
Gambar 2. 5 Penangkal Petir Elektrostatis.....	15
Gambar 2. 6 Splitzer penangkal petir elektrostatis.....	16
Gambar 2. 7 Penangkal petir radioaktif.....	17
Gambar 2. 8 sambaran petir terhadap bangunan.....	33
Gambar 2. 9 prinsip kerja penangkal petir jenis konvensional.....	34
Gambar 2. 10 pemasangan terminasi udara jenis elektrostatis.....	35
Gambar 2. 11 prinsip kerja penangkal petir jenis elektrostatis.....	36
Gambar 2. 12 Bentuk Sudut Proteksi.....	40
Gambar 2. 13 Elektroda Batang.....	43
Gambar 2. 14 Elektroda Pela.....	44
Gambar 2. 15 Elektroda Pita.....	44
Gambar 3. 1 Denah beserta proteksi.....	45
Gambar 3. 2 Instalasi Sistem proteksi petir.....	46
Gambar 3. 3 Denah Lokasi RSI SA.....	47
Gambar 3. 4 Flowchart.....	48
Gambar 3. 5 Earth Tester Merk Kyoritsu-4105A.....	50
Gambar 4. 1 konduktor penyalur kebawah Gedung B.....	52
Gambar 4. 2 Bak Kontrol Pada Gedung B.....	53
Gambar 4. 3 Konduktor Pada Gedung D.....	53
Gambar 4. 4 Konduktor Pada Gedung MCEB.....	54
Gambar 4. 5 Radius Penangkal Petir Konvensional Pada Gedung RSI (Tampak atas).....	59
Gambar 4. 6 Luas Proteksi Petir Setelah Ditambahkan Tipe Elektrostatis.....	60
Gambar 4. 7 Denah Gedung RSI Tipe Elektrostatis Tampak Atas'.....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 perbedaan penangkal petir konvensional dan elektrostatik .....	18
Tabel 2. 2 Indeks A : Bahaya Berdasarkan Jenis Bangunan .....	23
Tabel 2. 3 Indeks B : Bahaya Berdasarkan Konstruksi Bangunan .....	23
Tabel 2. 4 Indeks C : bahaya Berdasarkan tinggi Bangunan .....	24
Tabel 2. 5 Indeks D : Bahaya berdasarkan Situasi Bangunan.....	24
Tabel 2. 6 Indeks E : Bahaya berdasarkan hari Guruh.....	25
Tabel 2. 7 Indeks A : Jenis struktur.....	26
Tabel 2. 8 Indeks B : Jenis konstruksi.....	27
Tabel 2. 9 Indeks C : Lokasi bangunan.....	28
Tabel 2. 10 Indeks D : Topografi .....	28
Tabel 2. 11 Indeks E : Penggunaan dan isi bangunan.....	29
Tabel 2. 12 Indeks F : Isokeraunic level .....	30
Tabel 2. 13 Perkiraan bahaya sambaran petir berdasarkan NFPA 780.....	30
Tabel 2. 14 Penempatan terminasi udara sesuai dengan tingkat proteksi .....	39
Tabel 2. 15 Tahanan Jenis Tanah.....	41
Tabel 3. 1 Data Hari Guruh Kota Semarang Tahun 2021 .....	49
Tabel 4. 1 Data pengukuran tahanan pentanahan.....	51



## ABSTRAK

*Seiring dengan tingginya frekuensi sambaran petir di Indonesia yang disebabkan oleh kondisi geografis dan iklim tropis, penting bagi setiap bangunan, khususnya gedung-gedung tinggi, Standar proteksi penangkal petir pada gedung di Indonesia diatur dalam Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir ( PUIPP ) dan Standar Nasional Indonesia ( SNI 03-7015-2004 ).*

*Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, pengukuran resistansi sistem pembumian, analisis efektivitas penangkal petir konvensional yang telah terpasang, serta evaluasi jangkauan perlindungan penangkal petir terhadap bangunan di area RSI-SA. Pengukuran dilakukan menggunakan alat earth tester untuk memastikan sistem pembumian memenuhi standar resistansi yang diperlukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem penangkal petir elektrostatis lebih efektif dalam melindungi area yang luas dibandingkan dengan sistem konvensional.*

*Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan kondisi dari beberapa penangkal petir sudah tidak layak, baik secara fisik maupun alat-alat pada penangkal petir karena masih menggunakan penangkal petir jenis konvensional dengan tinggi gedung kurang lebih 30 meter, sedangkan radius pertitik paling luas hanya 24,50 meter, maka dari itu harus adanya penambahan penangkal petir jenis elektrostatis yang dapat dipasang pada gedung MCEB dengan tipe KURN R-150 dengan luas radius 150 meter.*

**Kata Kunci :** *Penangkal Petir, Pembumian, Tipe Konvensional, Tipe Elektrostatis, Rumah Sakit Islam Sultan Agung, Semarang.*

## ABSTRACT

*Along with the high frequency of lightning strikes in Indonesia caused by geographical conditions and tropical climate, it is important for every building, especially high-rise buildings, Lightning Protection Standards for buildings in Indonesia are regulated in the General Regulation of Lightning Protection Installations (PUIPP) and the Indonesian National Standard (SNI 03-7015-2004).*

*The methodology used in this study includes, measurement of the resistance of the earth system, analysis of the effectiveness of conventional lightning rods that have been installed, and evaluation of the protection range of lightning rods for buildings in the RSI-SA area. Measurements are taken using an earth tester to ensure the earth system meets the required resistance standards. The results show that electrostatic lightning protection systems are more effective in protecting large areas compared to conventional systems.*

*From the results of this study, it can be concluded that the condition of several lightning rods is no longer feasible, both physically and tools on lightning rods because they still use conventional type lightning rods with a building height of approximately 30 meters, while the widest point radius is only 24.50 meters, therefore there must be an addition of electrostatic type lightning rods that can be installed in the MCEB building with the type KURN R-150 with a radius of 150 meters.*

**Keywords:** *Lightning Rod, Grounding, Conventional Type, Electrostatic Type, Sultan Agung Islamic Hospital, Semarang.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Petir merupakan fenomena alam yang telah lama dikenal sebagai ancaman serius bagi manusia dan bangunan. Saat sambaran petir mengenai bangunan atau area tertentu, dampaknya dapat sangat merusak. Sambaran petir langsung, dengan energi yang luar biasa, dapat menyebabkan kerusakan struktural pada bangunan dan bahkan menyebabkan kebakaran ( Andrew Sahabat, 2016 ). Selain itu, dampak tegangan lebih induksi yang dihasilkan oleh petir tidak langsung dapat memengaruhi peralatan elektronik dan listrik didalam bangunan. Hal ini memicu kebutuhan mendesak akan sistem proteksi penangkal petir pada gedung. Bangunan modern seringkali memilih berbagai peralatan elektronik yang vital untuk operasional sehari – hari. Sambaran petir, baik yang mengenai langsung maupun melalui induksi, dan menyebabkan kerusakan serius pada peralatan ini, merugikan pemilik dan pengguna bangunan. Kerusakan ini dapat mengakibatkan biaya perbaikan yang tinggi dan bahkan berpotensi menyebabkan kecelakaan yang serius. Indonesia terletak dikawasan tropis dengan cuaca yang sering kali ekstrem. Kondisi geografis ini menciptakan kondisi ideal untuk sambaran petir yang sering terjadi. Tingginya curah hujan, lembabnya iklim, dan posisi geografis yang dekat dengan garis katulistiwa semuanya berkontribusi pada peningkatan frekuensi petir. Oleh karena itu, sangat penting bagi bangunan di Indonesia untuk memiliki sistem proteksi penangkal petir yang efektif. Proteksi penangkal petir adalah solusi yang efektif untuk mengatasi bahaya petir ini. Dengan memasang sistem penangkal petir yang tepat, bangunan dan peralatan didalamnya dapat dilindungi dari dampak buruk sambaran petir. Dengan memahami bahaya petir dan mengimplementasikan sistem proteksi yang sesuai, kita dapat mengurangi resiko kerusakan dan menjaga keselamatan.

Dalam konteks proteksi penangkal petir, pemilihan bahan konduktif sangat penting. Konduktor adalah media yang mengalirkan arus petir dari

bangunan ketanah dengan aman. Konduktor yang digunakan harus memiliki sifat konduktif yang baik untuk memastikan arus petir dapat mengalir tanpa hambatan. Selain itu, konduktor juga harus tahan terhadap korosi, mengingat kondisi cuaca di Indonesia. Pemilihan bahan konduktif yang tepat dapat memengaruhi efektivitas sistem proteksi penangkal petir pada gedung. Material konduktor yang buruk dapat menyebabkan arus petir tidak dapat mengalir dengan lancar dan aman ketanah, sehingga meningkatkan resiko kerusakan pada bangunan dan peralatan di dalamnya ( BSN, 2014 ). Standar proteksi penangkal petir pada gedung di Indonesia diatur dalam Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir ( PUIPP ) dan Standar Nasional Indonesia ( SNI 03-7015-2004 ). Standar ini mencakup persyaratan material konduktor yang digunakan dalam sistem proteksi penangkal petir pada gedung.

Permasalahannya adalah ada beberapa kasus yang menjadi problem di gedung RSI-SA adanya sambaran petir yang mengakibatkan alat-alat elektronik pada gedung terdubut terkena efek sambaran petir,dan di gedung RSI-SA itu sendiri hanya terdapat 3 titik penangkal petir yang berjenis konvensional yaitu pada gedung MCEB, gedung B, dan gedung D, untuk gedung RSI-SA bagian depan itu terdiri dari 5 gedung, sedangkan untuk gedung A, dan gedung C ada juga penangkal petirnya tetapi sudah tidak berfungsi lagi karena sudah terpendam lama, kemungkinan besar sudah rusak dan harus diganti. oleh karena itu, tugas akhir yang berfokus pada analisa sistem penangkal petir gedung – gedung area RSI Sultan Agung menurut saya relevan. Penelitian ini akan memberikan wawasan yang berharga tentang cara menempatkan penangkal petir dengan tepat sehingga gedung – gedung area RSI Sultan Agung dapat terlindungi dari sambaran petir. Dengan kondisi gedung rata-rata sebanyak 2 – 4 lantai yang sangat berpotensi untuk tersambar petir, dibangun diatas tanah rawa yang mempunyai tingkat kelembaban tanah yang tinggi dapat membuat hambatan listrik menjadi sangat kecil dan efisien.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini setelah melakukan observasi, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi sistem pembumian penangkal petir di gedung-gedung RSI-SA Semarang ?
2. Bagaimana perbaikan pada sistem pengamanan untuk mengatasi gangguan petir dengan penangkal petir tipe konvensional ?
3. Bagaimana perbaikan pada sistem pengamanan untuk mengatasi gangguan petir dengan penangkal petir tipe elektrostatis?

## 1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, telah ditentukan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Kondisi sistem pembumian penangkal petir di gedung-gedung RSI-SA Semarang.
2. Perbaikan perencanaan jangkauan area pada sistem pengamanan untuk mengatasi gangguan sambaran dengan penangkal petir tipe konvensional.
3. Perbaikan perencanaan jangkauan area pada sistem pengamanan untuk mengatasi gangguan sambaran dengan penangkal petir jenis elektrostatis.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kondisi sistem pembumian penangkal petir di gedung-gedung RSI-SA Semarang.
2. Mengembangkan perbaikan jangkauan area pada sistem keamanan untuk mengatasi gangguan sambaran petir dengan penangkal petir jenis konvensional.
3. Mengembangkan perbaikan perencanaan jangkauan area pada sistem pengamanan untuk mengatasi gangguan sambaran petir dengan penangkal petir jenis elektrostatis.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat, diantaranya sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi pada sistem pentanahan penangkal petir RSI-SA Semarang.
2. Hasil penelitian ini dapat membantu pengelolaan sistem pembumian penangkal petir di gedung-gedung RSI-SA Semarang.
3. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pengembangan solusi untuk mengatasi gangguan petir di area RSI-SA dengan menggunakan penangkal petir jenis konvensional.

### 1.6 Sistematik Penulisan

Untuk mempermudah penyusunan laporan tugas akhir ini, maka mengacu sistematika sebagai berikut :

#### BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

#### BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Berisikan tentang tinjauan pustaka, landasan teori mengenai komponen-komponen apa saja yang digunakan, serta persamaan rumus pada perhitungan.

#### BAB III : METODE PENELITIAN

Berisikan tentang model penelitian, objek penelitian, data penelitian, serta langkah-langkah yang dilakukan untuk penelitian.

#### BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang pembahasan data dan analisa data dari hasil penelitian didapatkan serta pengolahan data penelitian.

**BAB V : PENUTUP**

Berisikan tentang kesimpulan, hasil penelitian, dan saran untuk perbaikan ke depannya.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan pustaka

Penelitian – pemelitan yang terkait sistem proteksi petir dan sistem pentanahan telah dilakukan beberapa peneliti yang terdahulu, di antaranya :

- a) Sebuah penelitian dengan judul “ANALISIS SISTEM GROUNDING DI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI PADANG” “penelitian ini membahas kelayakan sistem pentanahan pada bangunan teknik elektro dan elektronik, teknik otomotif dan mesin serta teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Metode yang digunakan penulis pada penelitian tersebut adalah dengan mengukur menggunakan alat ukur Earth Tester dengan metode tiga titik. Lalu dari pengukuran tersebut mendapatkan nilai rata-rata tahanan pentanahan dibangun Teknik Elektro dan Elektronika sebesar  $48,3\Omega$ . Nilai tahanan pembumian pada bangunan ini jauh diatas standar dikarenakan penanaman elektroda pentanahan yang kurang dalam, untuk mendapatkan nilai pentanahan  $\leq 1$  ohm dibutuhkan kedalaman 12 m untuk jenis tanah rawa.
- b) Lukman Aditya, dengan judul “ANALISA SISTEM PENTANAHAN PADA GEDUNG DIRJEN PAJAK”. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana cara penanaman elektroda pentanahan jenis batang dengan benar dan untuk mengetahui pengaruh kedalam penanaman batang elektroda terhadap nilai tahanan pentanahan dengan konfigurasi vertical dan segitiga sama sisi pada elektroda jenis batang. Dikarenakan permasalahannya adalah pada tahun 2011 telah terjadi kebakaran pada Gedung Direktorat Jenderal Pajak yang dikarenakan kurang baiknya sistem pentanahan pada area gedung dan komponen listrik yang terpasang, oleh karena itu sistem pentanahan sangat mempunyai peranan yang sangat penting dalam sistem proteksi.
- c) Adhitio Ekatama Putro dalam penelitiannya yang berjudul “EVALUASI UTILITAS BANGUNAN PADA GKB UNISSULA” menjelaskan tentang pembangunan gedung bertingkat harus mempunyai 4 aspek yaitu

keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan. Bangunan GKB memiliki potensi tersambar petir karena memiliki tinggi diatas rata-rata. Metode yang digunakan dalam melaksanakan penelitian tersebut adalah skoring yang di dasari dari pemeriksaan visual serta metode pengukuran dan perhitungan. Pada penelitian tersebut penulis emberikan skor pada bangunan GKB dengan nilai 92 atau kurang layak. Oleh karena itu gedung bertingkat sangat beresiko untuk terkena sambaran petir.

Penelitian pertama fokus kelayakan sistem pentanahan pada bangunan teknik elektro dan elektronik, teknik otomotif dan mesin serta teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Metode yang digunakan penulis pada penelitian tersebut adalag dengan mengukur menggunakan alat ukur Earth Tester dengan metode tiga titik. Selanjutnya penelitian yang kedua ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana cara penanaman elektroda pentanahan jenis batang dengan benar dan untuk mengetahui pengaruh kedalam penanaman batang elektroda terhadap nilai tahanan pentanahan dengan konfigurasi vertical dan segitiga sama sisi pada elektroda jenis batang. Penelitian ketiga berfokus pada penjelasan tentang pembangunan gedung bertingkat harus mempunyai 4 aspek yaitu keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan. Bangunan GKB memiliki potensi tersambar petir karena memiliki tinggi diatas rata-rata. Metode yang digunakan dalam melaksanakan penelitian tersebut adalah skoring yang di dasari dari pemeriksaan visual serta metode pengukuran dan perhitungan. Sedangkan penelitian ini berfokus pada perbaikan sistem pembumian, peralatan penangkal petir, dan perubahan pemasangan jenis penangkal petir yang ada digedung RSI-SA agar dapat terlindungi dari bahaya sambaran petir.

## 2.2. Landasan Teori

### 2.2.1. Pengertian Petir

Petir merupakan peristiwa alam yaitu proses pelepasan muatan listrik (Electrical Discharge) yang terjadi di atmosfer, hal ini disebabkan berkumpulnya ion bebas bermuatan negatif dan positif di awan, partikel listrik dihasilkan oleh gesekan antar awan dan juga kejadian ionisasi ini disebabkan oleh perubahan bentuk mulai dari cair menjadi gas atau sebaliknya, bahkan padat (es) menjadi cair. Pelepasan muatan ini dapat terjadi dalam 2 (dua) kemungkinan, yaitu :

1. Lightning **Streak** yaitu pelepasan muatan diantara awan-awan ataupun antara pusat-pusat muatan di dalam awan tersebut.
2. Lightning Strike yaitu pelepasan muatan antara awan bermuatan dengan tanah. Macam – macam Penangkal Petir :
  - a) Penangkal Petir Konvensional / Faraday / Franklin.
  - b) Penangkal Petir Radio Aktif.
  - c) Penangkal Petir Elektrostatis.

Suatu instalasi penangkal petir harus dapat melindungi semua bagian dari struktur bangunan dan arealnya termasuk manusia serta peralatan yang ada didalamnya terhadap ancaman bahaya dan kerusakan akibat sambaran petir.

### 3. Spesifikasi Penangkal Petir

Penangkal petir terbagi menjadi dua jenis, konvensional dan elektrostatis, masing-masing dengan keunggulan dan kelemahan tersendiri. Memahami perbandingan keduanya penting dalam memilih sistem yang sesuai dengan kebutuhan proyek. Analisis instalasi merupakan faktor krusial dalam menentukan efisiensi dan efektivitas sistem penangkal petir yang dipilih.

Terdapat beberapa jenis penangkal petir konvensional yang beredar di pasaran, berikut adalah spesifikasi pada instalasi penangkal petir yang sering digunakan dan tentunya dapat berubah sesuai dengan kondisi bangunan tersebut :

- a. Penangkal petir 2 AIP
  - 1 buah Split (Tombak) Atas “KERUCUT”
  - 1 buah Split (Tombak) Bawah
  - 15 Meter Kabel BC.25
  - Grounding System (Pembumian) Max 8 Meter
  - 3 buah Pipa PVC ½”
- b. Penangkal petir 3 AIP
  - 2 buah Split (Tombak) Atas “KERUCUT”
  - 1 buah Split (Tombak) Bawah
  - 15 Meter Kabel BC.25
  - Grounding System (Pembumian) Max 8 Meter
  - 3 buah Pipa PVC ½”
- c. Penangkal petir 4 AIP
  - 3 buah Split (Tombak) Atas “KERUCUT”
  - 1 buah Split (Tombak) Bawah
  - 15 Meter Kabel BC.25
  - Grounding System (Pembumian) Max 8 Meter
  - 3 buah Pipa PVC ½”
4. Sistem penangkal petir elektrostatik.
  - a. Penangkal petir KURN R-35
    - Head Terminal Radius 35 Meter “KURN”
    - Connecting Sleeve
    - As Grounding 5/8 1 Meter
    - Kabel BC-50mm 15 Meter
    - Grounding (Pembumian) Max 8 Meter
    - Tiang Penyangga Galvanis 3 Meter
    - 3 batang Pipa PVC ½”

Terdapat beberapa jenis penangkal petir konvensional yang beredar di pasaran, berikut adalah spesifikasi pada instalasi penangkal petir yang sering digunakan dan tentunya dapat berubah sesuai dengan kondisi bangunan tersebut :

b. Penangkal petir KURN R-85

- Head Terminal Radius 85 Meter “KURN”
- Connecting Sleeve
- As Grounding 5/8 1 Meter
- Kabel BC-50mm 15 Meter
- Grounding (Pembumian) Max 8 Meter
- Tiang Penyangga Galvanis 3 Meter
- 3 batang Pipa PVC ½”
- Box Control 15x20 mm

c. Penangkal petir KURN R-150

- Head Terminal Radius 150 Meter “KURN”
- Connecting Sleeve
- As Grounding 5/8 1 Meter
- Kabel BC-50mm 15 Meter
- Grounding (Pembumian) Max 8 Meter
- Tiang Penyangga Galvanis 3 Meter
- 3 batang Pipa PVC ½”
- Box Control 15x20 mm

### 2.2.2. Konsep Dasar Penangkal Petir Pada Gedung

Konsep dasar penangkal petir pada gedung adalah prinsip-prinsip yang mendasari perlindungan gedung dan peralatan di dalamnya dari bahaya sambaran petir. Petir adalah fenomena alam yang bisa sangat merusak, dan oleh karena itu, sistem penangkal petir menjadi esensial dalam mendesain bangunan modern. Sistem ini bertujuan untuk mengalihkan arus petir dari bangunan dan menjalankannya ke tanah dengan aman, menghindari kerusakan pada struktur dan peralatan. Prinsip kerja sistem penangkal petir melibatkan penggunaan konduktor sebagai jalur pengalihan arus petir dan elektroda pentanahan untuk mengalirkan arus tersebut ke dalam tanah.

Konduktor adalah elemen utama dalam sistem penangkal petir.

Mereka berperan sebagai jalur untuk mengarahkan arus petir menuju elektroda pentanahan dan kemudian ke tanah. Konduktor yang digunakan harus memiliki konduktivitas listrik yang sangat baik untuk memastikan bahwa arus petir dapat mengalir dengan lancar, menghindari lonjakan tegangan yang dapat merusak peralatan elektronik di dalam gedung. Pemilihan material konduktor seperti tembaga, aluminium, atau baja tahan karat sangat penting dalam memastikan sistem penangkal petir berfungsi dengan efektif seperti pada Gambar 2.1.



**Gambar 2. 1 Kabel BC (Bare Conductor)**

Material konduktor yang digunakan dalam sistem penangkal petir berpengaruh besar terhadap efektivitasnya. Tembaga adalah salah satu material yang paling umum digunakan karena memiliki konduktivitas listrik yang sangat baik. Hal ini memungkinkan arus petir untuk mengalir dengan lancar dan mengurangi risiko kerusakan. Selain itu, material konduktor juga harus tahan terhadap korosi dan perubahan cuaca ekstrem, mengingat sistem penangkal petir sering terpapar elemen-elemen ini. Oleh karena itu, pemilihan material konduktor yang tepat adalah faktor penting dalam menjaga keselamatan gedung dan peralatan di dalamnya.

Elektroda pentanahan adalah konduktor yang ditanam di dalam tanah dan berperan penting dalam mengalirkan arus petir ke dalam bumi. Elektroda ini harus memiliki resistansi yang rendah, sehingga arus petir

dapat mengalir dengan lancar ke tanah tanpa menghasilkan panas berlebihan yang dapat merusak tanah atau komponen elektroda. Keberadaan elektroda pentanahan yang baik sangat penting dalam menghindari kerusakan pada gedung, yang dapat mencakup kerusakan struktural dan kebakaran akibat sambaran petir.



**Gambar 2. 2 Elektroda Pentanahan.**

Efektivitas sistem penangkal petir juga sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan dan cuaca. Kondisi cuaca seperti curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan frekuensi sambaran petir, sehingga sistem harus dirancang untuk menghadapi situasi ini. Lingkungan sekitar, seperti pohon, bangunan lain, atau struktur tinggi, juga dapat memengaruhi perilaku arus petir. Oleh karena itu, sistem penangkal petir harus merespons variabel-variabel ini dengan baik untuk melindungi gedung dan peralatan di dalamnya dari bahaya sambaran petir. Dalam rangka menjaga sistem yang efektif, faktor-faktor ini harus dipertimbangkan dalam perancangan dan perawatan sistem penangkal petir pada gedung.

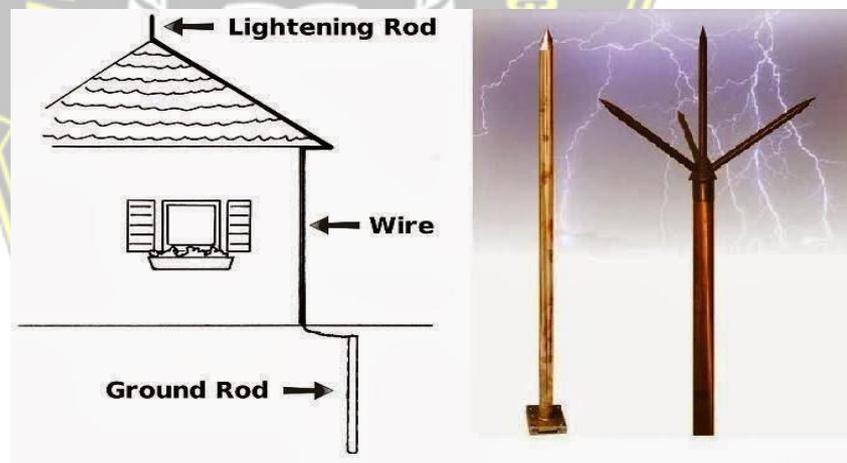
### **2.2.3. Jenis Penangkal Petir**

#### **1. Penangkal Petir Konvensional**

Teknik proteksi petir yang sederhana dan pertama kali dikenal menggunakan prinsip yaitu dengan membentuk semacam tameng berupa konduktor yang akan mengambil alih sambaran petir. Proteksi petir semacam ini biasanya disebut groundwires (kawat

tanah) pada jaringan hantaran udara, sedangkan pada bangunan dan perlindungan terhadap struktur, Benjamin Franklin menyebutnya dengan sebutan lightning pole. Proteksi petir konvensional sifatnya pasif, menunggu petir untuk menyambar dengan mengandalkan posisinya yang lebih tinggi dari objek sekitar serta ujung runcingnya berikut tipe proteksi petir konvensional:

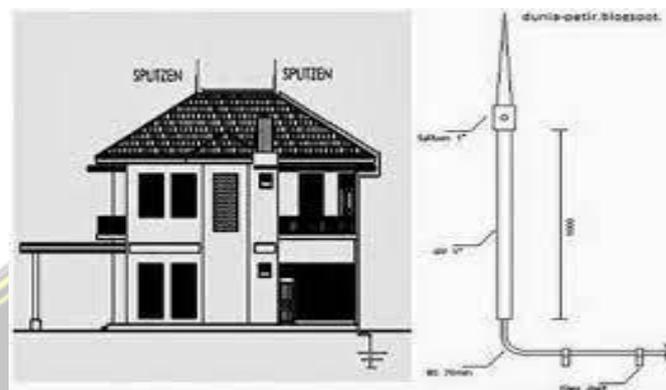
1. Tipe Franklin pole menempatkan sebuah batang proteksi petir dengan ujungnya dibuat runcing di bagian teratas dari bagian yang akan dilindungi. Ujung batang proteksi petir ini dibuat runcing dengan tujuan agar pada keadaan dimana terjadi aktivitas penumpukan muatan di awan, maka diujung itulah akan terinduksi muatan dengan rapat muatan yang relatif lebih besar bila dibandingkan dengan rapat muatan dari muatan-muatan yang terdapat pada bagian-bagian lain dari bangunan, dengan demikian dapat diharapkan bahwa kilat akan menyambar ujung dari batang.



**Gambar 2. 3 Penangkal Petir Konvensional Tipe Franklin Rod**

2. Tipe sistem Sangkar Faraday dapat dikatakan sama dengan sistem proteksi petir Franklin. Perbedaannya hanyalah terletak dalam segi penggunaan Ujung Proteksi dimana bila pada sistem proteksi petir Franklin digunakan batang-batang proteksi petir yang vertikal, maka pada sistem Sangkar Faraday digunakan konduktor-konduktor horisontal. Sangkar petir akan lebih baik

apabila ditambah dengan batang penangkal petir pendek (finial) pada sistem proteksi petir yang diletakkan di areal yang mudah disambar (pemasangan umumnya di bagian yang menonjol, sepanjang sisi, dan masing-masing sudut dari gedung), dimana selanjutnya satu dengan lainnya dihubungkan dengan konduktor penghantar yang secara listrik paling dekat sebagaimana dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2. 4 Penangkal petir jenis konvensional**

## **2. Penangkal Petir Elektrostatis**

Penangkal petir elektrostatis memiliki prinsip kerja yang mengadopsi beberapa sistem penangkal petir radio aktif, yakni pada ujung splitzet/finial ditambahkan muatan supaya petir senantiasa memilih ujung ini untuk disambar. Untuk penangkal petir atau anti petir elektrostatis energi listrik yang diperoleh dari listrik awan yang menginduksi permukaan bumi sementara untuk anti petir radio aktif ataupun penangkal petir muatan listrik. Disebut juga dengan proteksi petir sweep yang cara kerjanya menggunakan prinsip kerja elektroskop, dimana pada ujungnya (head terminal) dibuat agar petir hanya mengenai ujung proteksi petir ini dan tidak mengenai sasaran lain dalam span perlindungan proteksi petir. Untuk gambar penangkal petir elektrostatis dapat dilihat di gambar 2.5.



**Gambar 2. 5 Penangkal Petir Elektrostatik**

Terdapat tipe proteksi petir elektrostatik :

1. Penangkal petir elektrostatik

Penangkal petir elektrostatik beroperasi dengan menggunakan beberapa sistem penangkal petir yang memanfaatkan radioaktivitas. Prinsipnya adalah menambahkan muatan pada ujung splizet/finial untuk menarik sambaran petir. Proteksi petir elektrostatik mengandalkan energi listrik yang diinduksi oleh awan ke permukaan bumi, sementara anti petir radioaktif atau penangkal petir menggunakan muatan listrik. Metode ini juga dikenal sebagai proteksi petir radius, yang bekerja berdasarkan prinsip elektroskop, ujungnya dibuat agar sambaran petir hanya mengenai proteksi petir ini dan tidak mencapai target lain dalam radius perlindungan seperti pada gambar 2.6.



**Gambar 2. 6 Splitzer penangkal petir elektrostatik**

Penangkal petir elektostatis memanfaatkan sistem ESE (Early Streamer Emission), yang bekerja dengan melepaskan ion ke udara dalam jumlah besar. Ini membuka jalur bagi sambaran petir menuju ke penangkal petir. Teknologi ini memperluas jangkauan proteksi dibandingkan dengan metode konvensional. Di bawah ini tabel 2.1 adalah perbandingan penangkal petir elektostatis dan konvensional.

### **3. Penangkal Petir Radioaktif**

Metode proteksi petir ini, pertama kali dipatenkan pada tahun 1931 oleh Gusta P Carpart. Sebelumnya, pada tahun 1941, ilmuwan Hungaria Szilard mengusulkan penambahan bahan radioaktif pada Franklin rod untuk meningkatkan daya tarik sambaran petir. Metode ini melibatkan penggunaan Franklin rod yang diperkaya dengan radium atau thorium, yang berfungsi sebagai penghasil ion. Kemudian, sistem proteksi petir ESE (Early Streamer Emission) mengintegrasikan metode ini dengan sistem Franklin rod. ESE,

meskipun awalnya menggunakan terminal udara radioaktif, banyak negara telah melarang penggunaannya karena risiko kesehatan. Alternatif non-radioaktif seperti Pulsar, Dynasphere, Prevectron, dan EF banyak diadopsi sebagai solusi proteksi petir yang efektif. Untuk bentuknya dapat di lihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2. 7 Penangkal petir radioaktif**

**Tabel 2. 1 perbedaan penangkal petir konvensional dan elektrostatik**

Penangkal petir konvensional	Penangkal petir elektrostatik
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan sejumlah besar kabel</li> <li>- Area perlindungan terbatas, terbatas pada air terminal yang melekat pada bangunan</li> <li>- Biaya lebih tinggi jika digunakan untuk area perlindungan yang luas.</li> <li>- Memerlukan grounding</li> <li>- Memerlukan banyak air terminal di atap</li> <li>- Berpotensi merusak estetika bangunan</li> <li>- Banyak ujung terminal yang tajam dapat membahayakan petugas pemeliharaan gedung atau pekerja di atap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sedikit komponen dan kabel yang diperlukan</li> <li>- Area perlindungan mencakup 50 hingga 150 m</li> <li>- Cocok untuk area perlindungan luas</li> <li>- Hanya memerlukan satu grounding</li> <li>- Satu terminal mencukupi untuk radius tertentu</li> <li>- Pemasangan mudah dan tidak merusak estetika bangunan</li> <li>- Menghindari interferensi perangkat komunikasi</li> <li>- Lebih aman bagi pekerja dalam perawatan</li> </ul>

#### 2.2.4. Teknis Pemasangan Penangkal Petir

Dalam sistem proteksi penangkal petir pada gedung, pemilihan material konduktor adalah aspek kunci yang mempengaruhi efektivitas keseluruhan sistem. Material konduktor adalah komponen yang mengarahkan arus petir dari titik penangkalan ke tanah, dan oleh karena itu, harus memenuhi sejumlah kriteria teknis. Salah satu material yang paling sering digunakan adalah tembaga. Tembaga dikenal karena memiliki konduktivitas listrik yang sangat tinggi, sehingga memungkinkan aliran arus petir dengan sangat lancar dan aman. Kemampuan tembaga untuk menghantarkan listrik dengan efisien merupakan faktor utama dalam pemilihan material konduktor.

Selain tembaga, ada beberapa material konduktor lain yang dapat dipertimbangkan dalam sistem proteksi penangkal petir. Aluminium adalah salah satu alternatif yang umum digunakan. Aluminium memiliki konduktivitas yang baik dan berat yang lebih ringan dibandingkan tembaga, sehingga mempermudah instalasi. Namun, aluminium kurang tahan terhadap korosi dibandingkan tembaga, sehingga perlu diperhatikan perlindungan tambahan dalam lingkungan yang lebih keras. Baja tahan karat adalah pilihan lain yang tahan terhadap korosi, sehingga sering digunakan dalam kondisi lingkungan yang keras. Namun, baja tahan karat memiliki konduktivitas yang sedikit lebih rendah dibandingkan tembaga dan aluminium, sehingga mungkin memerlukan lebih banyak material untuk mencapai konduktivitas yang sama.

Pemilihan material konduktor harus didasarkan pada sejumlah faktor. Pertama, konduktivitas listrik adalah faktor utama. Semakin tinggi konduktivitas material, semakin baik kemampuan material dalam mengalirkan arus petir. Selanjutnya, faktor ketahanan terhadap korosi harus diperhitungkan, terutama jika gedung berada di daerah dengan tingkat kelembaban yang tinggi atau terpapar unsur-unsur yang dapat merusak material. Faktor biaya juga merupakan pertimbangan penting, karena beberapa material konduktor mungkin lebih mahal daripada yang lain. Terakhir, perhitungan desain harus memperhitungkan dimensi dan panjang material konduktor yang dibutuhkan untuk mencapai konduktivitas yang diperlukan dalam sistem penangkal petir.

Pemasangan sistem penangkal petir dalam suatu bangunan harus sesuai dengan gambar dan spesifikasi yang dipersyaratkan dan sesuai acuan yang di setujui disepakati kontraktor. Diantara yang harus diperhatikan, antara lain :

1. Discuss Terminal /terminal udara (lighting anode) dipasang diatas dengan ketinggian yang mampu melingkup perlindungan terhadap sambaran petir untuk seluruh bangunan.

2. Down Conductor (penghantar) sepanjang tall rise building harus dipasang klemp dengan jarak 1 m.
3. Kotak sambung harus dipasang setinggi 2 m dari tanah.
4. Elektroda pertanahan harus dimasukan tanah secara vertikal, batang tembaga harus dilindungi terhadap korosi dengan serbuk arang disekitar tembaga.
5. Letak titik pertanahan ditentukan berdasarkan gambar. Pipa galvanis 1” ditanam secara vertikal sampai ke dalam tanah hingga nilai resistensinya bila diukur dibawah 5 ohm. Kemudian pipa dicabut kembali hingga akan meninggalkan lubang. Lubang tersebut diisi dengan serbuk arang dan kemudian elektroda pertanahan ditanam kembali.
6. Terminal pertanahan harus terletak di dalam bak control.
7. Tahanan pertanahan harus dicek secara periodik dan nilai tahanan pertanahan maksimum 5 ohm.

Selain dari ketetapan diatas juga harus mencakup peraturan yang dikeluarkan oleh pemerintah tentang penangkal petir yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah tetang penangkal petir, tujuan dari penangkal petir adalah :

1. Menangkap Petir.
2. Menyalurkan Arus Petir.
3. Menampung Petir.
4. Proteksi Grounding System.
5. Proteksi Petir Jalur Power Listrik.
6. Proteksi Petir Jalur PABX.
7. Proteksi Petir Jalur Elektronik.

#### **2.2.5. Bagian Yang Dipasang Penangkal Petir**

Kebutuhan Bangunan Terhadap Instalasi Penangkal Petir Agar Terhindar dari Ancaman Bahaya Petir sangat diutamakan dan

Jenis Bangunan yang perlu diberi penangkal petir, terdapat syarat yang diatur dalam peraturan pengawasan penyalur petir PER02/MEN/2015, yaitu :

1. Bangunan terpencil atau tinggi dan lebih tinggi dari pada bangunan sekitarnya, seperti : menara, cerobong, storehouse, antena pemancar, monumen dan lain-lain.
2. Bangunan dimana disimpan, diolah atau digunakan bahan yang mudah meledak atau terbakar, seperti : pabrik-pabrik amunisi, gudang penyimpanan bahan peledak dan lain-lain.
3. Bangunan untuk kepentingan umum, seperti : tempat ibadah, rumah sakit, sekolah, gedung pertunjukan, lodging, pasar, stasiun, candi dan lain-lain.
4. Bangunan untuk menyimpan barang-barang yang sukar diganti, seperti : historical center, perpustakaan, tempat penyimpanan arsip dan lain-lain.
5. Daerah terbuka, seperti : daerah perkebunan, padang golf, stadion olah raga dan tempat-tempat lainnya.

#### **2.2.6. Standar Pemasangan Grounding Dan Penangkal Petir**

##### **1. Menurut PUIL 2011**

Aturan mengenai pemasangan sistem grounding atau penangkal petir diatur dalam pasal 31, 32, dan 33 PUIL 2000. Pasal 31 menyatakan bahwa penangkal petir harus diterapkan pada instalasi listrik tegangan tinggi yang terpapar langsung cuaca, sistem telekomunikasi atau sistem komputer, dan instalasi listrik yang terhubung dengan sistem kelistrikan lainnya. Kemudian, pasal 32 menjelaskan bahwa penangkal petir harus dipasang pada struktur bangunan atau tiang penyangga dengan jarak tidak lebih dari 2 meter dan sudut tidak melebihi 45 derajat. Selain itu, pasal 33 mewajibkan penangkal petir harus terbuat dari bahan konduktif seperti tembaga atau aluminium dengan diameter minimal 16 mm.

Dengan demikian, aturan tersebut mengatur tentang persyaratan pemasangan sistem grounding atau penangkal petir pada instalasi untuk memastikan fungsi sistem penangkal petir dapat berjalan dengan optimal. Nilai yang umum dipakai adalah nilai tahanan maksimal 5 Ohm untuk instalasi listrik rumah dan maksimal 5 Ohm untuk instalasi petir. Hal ini juga sesuai dengan yang dinyatakan dalam PUIL 2011. Mematuhi batas tahanan ini penting untuk memastikan efektivitas sistem penangkal petir dan keamanan instalasi listrik rumah. Hal ini bertujuan untuk melindungi bangunan dan penghuni dari bahaya petir serta menjaga kinerja sistem listrik secara keseluruhan.

## 2. Menurut Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)

Penentuan jumlah instalasi penangkal petir yang dibutuhkan untuk sebuah bangunan dipengaruhi oleh sejumlah faktor. Salah satunya adalah tingkat potensi kerugian dan bahaya yang dapat timbul apabila bangunan tersebut mengalami sambaran petir. Faktor-faktor lainnya meliputi ukuran bangunan, jenis material konstruksi, topografi lingkungan sekitar, dan kebutuhan perlindungan khusus bagi peralatan atau fasilitas yang sensitif terhadap petir.

Kuantifikasi kebutuhan instalasi penangkal petir dapat dilakukan secara empiris dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang terkait, sebagaimana tercantum dalam Tabel 2.2 hingga Tabel 2.5 di bawah ini. Indeks-indeks yang terdapat dalam tabel-tabel tersebut menggambarkan faktor-faktor khusus yang memengaruhi kebutuhan tersebut. Penjumlahan (R) dari indeks-indeks ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kebutuhan total instalasi penangkal petir yang diperlukan.

**Tabel 2. 2 Indeks A : Bahaya Berdasarkan Jenis Bangunan**

<b>Penggunaan dan isi</b>	<b>Indeks A</b>
Bangunan biasa yang tak perlu diamankan baik bangunan maupun isinya	<b>-10</b>
Bangunan dan isinya jarang digunakan, misalnya : didanau,ditengah sawah atau ladang , menara atau tiang dari metal	<b>0</b>
Bangunan yang berisi peralatan sehari hari atau tempat tinggal. Misalnya : rumah tinggal, indstri kecil dan stasiun	<b>1</b>
Bangunan atau isinya cukup penting. Misalnya : menara air, barang barang berharga dan kantor pemerintahan	<b>2</b>
Bangunan yang banyak sekali orang. Misalnya: bioskop, sarana ibadah,sekolah dan monumen bersejarah yang penting	<b>3</b>
Instalasi gas,minyak atau bensin dan rumah sakit	<b>5</b>
Bangunan yang mudah meledak dan dapat menimbulkan bahaya yang tidak terkendali bagi sekitarnya . Misalnya : instalasi nuklir	<b>15</b>

Sumber : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) Untuk bangunan di Indonesia . Hal 17

**Tabel 2. 3 Indeks B : Bahaya Berdasarkan Konstruksi Bangunan**

<b>Konstruksi Bangunan</b>	<b>Indeks B</b>
Seluruh bangunan terbuat dari logam dan mudah menyalurkan listrik	0
Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangkan besi dengan atap logam	1
Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangkabesi dengan atap bukan logam	2
Bangunan kayu dengan atap bukan logam	3

**Tabel 2. 4 Indeks C : bahaya Berdasarkan tinggi Bangunan**

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

Sumber : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) Untuk bangunan di Indonesia . Hal 18

**Tabel 2. 5 Indeks D : Bahaya berdasarkan Situasi Bangunan**

Situasi Bangunan	Indeks D
Ditanah datar pada semua ketinggian	<b>0</b>
Dikaki bukit sampai $\frac{3}{4}$ tinggi bukit atau di pegunungan sampai 1000 meter	<b>1</b>
Di puncak gunung atau pegunungan yang lebih dari 1000 Meter	<b>2</b>

Sumber : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) Untuk bangunan di Indonesia . Hal 19

**Tabel 2. 6 Indeks E : Bahaya berdasarkan hari Guruh**

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

Sumber : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) Untuk bangunan di Indonesia . Hal 19

Dalam mengevaluasi risiko di lokasi tertentu, perlu mempertimbangkan berbagai faktor yang dapat mempengaruhi tingkat bahaya yang dihadapi oleh sebuah bangunan. Proses ini melibatkan analisis terhadap risiko-risiko potensial yang ada di lingkungan tersebut, yang kemudian dikuantifikasi dengan menjumlahkan indeks-indeks yang relevan. Hasil dari penjumlahan indeks-indeks ini memberikan perkiraan mengenai tingkat bahaya yang harus dihadapi oleh bangunan tersebut, serta menentukan tingkat perlindungan yang sesuai. Tabel Perkiraan Bahaya Sambaran Petir Berdasarkan PUIPP menyediakan pedoman yang berguna dalam proses evaluasi ini.

### 3. Standar NFPA 780

Dalam merujuk pada standar NFPA 780, pendekatan yang digunakan adalah dengan melakukan penjumlahan terhadap beberapa indeks yang mencerminkan kondisi lingkungan tempat bangunan berada. Hasil penjumlahan ini kemudian dibagi dengan indeks yang merepresentasikan tingkat isokeraunic di area yang bersangkutan, sesuai dengan Persamaan (2.4). Tabel-tabel indeks yang disusun berdasarkan panduan National Fire Protection Association (NFPA) 780, dari Tabel 2.6 hingga Tabel 2.12, memberikan panduan yang rinci untuk melakukan evaluasi tersebut.

**Tabel 2. 7 Indeks A : Jenis struktur**

<b>JENIS STRUKTUR</b>	<b>INDEKS A</b>
Rumah kediaman yang kurang dari 465 m <sup>2</sup>	1
Rumah kediaman yang lebih dari 465 m <sup>2</sup>	2
Perumahan, kantor atau bangunan pabrik dengan tinggi kurang dari 15 meter	
- Melingkupi area kurang dari 2323 m <sup>2</sup>	3
- Melingkupi area lebih dari 2323 m <sup>2</sup>	5
Perumahan, kantor atau bangunan pabrik dengan tinggi 15-23 meter	4
Perumahan, kantor atau bangunan pabrik dengan tinggi 23-46 meter	5
Perumahan, kantor atau bangunan pabrik dengan tinggi lebih dari 46 meter	8
Kantor pelayanan milik pemerintah, misalnya pemadam kebakaran, kantor polisi, dan perusahaan air minum	7
Hangar pesawat terbang	7
Pembangkit listrik dan sentral telpon	8
Menara air dan cooling tower	8
Perpustakaan, museum, dan bangunan bersejarah	8
Bangunan pertanian	9
Tempat bernaung di daerah rekreasi	9
Bangunan yang berisi banyak orang, misalnya sekolah, tempat ibadah, bioskop, dan stadion olahraga	9
Struktur yang ramping dan tinggi, misalnya cerobong asap, menara pengawas, dan mercusuar	10
Rumah sakit, penampungan para lansia dan penyandang cacat	10
Bangunan tempat membuat dan menyimpan bahan berbahaya misalnya zat kimia	10

Tabel 2. 8 Indeks B : Jenis konstruksi

KERANGKA STRUKTUR	JENIS ATAP	INDEKS B
Bukan logam	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kayu</li> <li>- Campuran aspal, ter atau genteng</li> <li>- Logam yang tidak saling terhubung</li> <li>- Logam yang terhubung secara elektrik</li> </ul>	<p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">1</p>
Kayu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kayu</li> <li>- Campuran aspal, ter atau genteng</li> <li>- Logam yang tidak saling terhubung</li> <li>- Logam yang terhubung secara elektrik</li> </ul>	<p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">2</p>
Beton bertulang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kayu</li> <li>- Campuran aspal, ter atau genteng</li> <li>- Logam yang tidak saling terhubung</li> <li>- Logam yang terhubung secara elektrik</li> </ul>	<p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">1</p>
Kerangka baja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kayu</li> <li>- Campuran aspal, ter atau genteng</li> <li>- Logam yang tidak saling terhubung</li> <li>- Logam yang terhubung secara elektrik</li> </ul>	<p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">1</p>

**Tabel 2. 9 Indeks C : Lokasi bangunan**

<b>LOKASI BANGUNAN</b>	<b>INDEKS C</b>
Bangunan dalam area gedung yang lebih tinggi	
1. Bangunan kecil, melingkupi area kurang dari 929 m <sup>2</sup>	1
2. Bangunan besar, melingkupi area lebih dari 929 m <sup>2</sup>	2
Bangunan dalam area gedung yang lebih rendah	
1. Bangunan kecil, melingkupi area kurang dari 929 m <sup>2</sup>	4
2. Bangunan besar, melingkupi area lebih dari 929 m <sup>2</sup>	5
Struktur diperpanjang sampai 15,2 m diatas permukaan tanah	7
Struktur diperpanjang sampai lebih dari 15,2 m diatas permukaan tanah	10

**Tabel 2. 10 Indeks D : Topografi**

<b>LOKASI</b>	<b>INDEKS D</b>
Pada tanah datar	1
Pada sisi bukit	2
Diatas puncak bukit	4
Diatas puncak gunung	5

**Tabel 2. 11 Indeks E : Penggunaan dan isi bangunan**

<b>PENGGUNAAN DAN ISI BANGUNAN</b>	<b>INDEKS E</b>
Bahan yang tidak mudah terbakar	1
Perabotan rumah tangga	2
Perlengkapan atau perabotan biasa	2
Ternak peliharaan	3
Bangunan berisi sedikit orang (kurang dari 50 orang)	4
Bahan yang mudah terbakar	5
Bangunan berisi banyak orang (lebih dari 50 orang)	6
Peralatan atau barang berharga	7
Pelayanan umum seperti pemadam kebakaran dan kantor polisi	8
Gas atau cairan yang mudah meledak	8
Peralatan operasi yang sensitif	9
Benda bersejarah	10
Peledak dan bahan pembuatnya	10

**Tabel 2. 12 Indeks F : Isokeraunic level**

ISOKERAUNIC LEVEL	INDEKS F
0-5	9
6-10	8
11-20	7
21-30	6
31-40	5
41-50	4
51-60	3
61-70	2
Lebih dari 70	1

**Tabel 2. 13 Perkiraan bahaya sambaran petir berdasarkan NFPA 780**

R	PENGAMANAN
0-2	Tidak perlu
2-3	Dianjurkan
3-4	Dianjurkan
4-7	Sangat dianjurkan
Lebih dari 7	Sangat perlu

### 3. Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja

Dalam peraturan pemerintah tentang aturan instalasi penyaluran petir juga menyebutkan beberapa kriteria yang harus dipenuhi juga sama sebesar 5 Ohm.

Untuk Instalasi Penyalur Petir pada bangunan yang menyerupai menara seperti menara discuss, storehouse, masjid, gereja, dan lain-lain harus diperhatikan, Instalasi penyalur petir dari menara tidak boleh dianggap dapat melindungi bangunan bangunan yang berada disekitarnya hal – hal yan harus diperhatikan diantaranya adalah :

- a. Bahaya meloncatnya petir.
- b. Hantaran listrik.
- c. Penempatan penghantar.
- d. Daya tahan terhadap gaya mekanik.
- e. Sambungan-sambungan antara massa logam dari suatu bangunan.

#### 2.2.7. Kerusakan Akibat Sambaran Petir

##### a. Sambaran Petir Melalui Jaringan Listrik

Terjadinya sambaran sangat membahayakan, dimana petir menyambar serta terkait suatu hal di luar area bangunan namun memberi dampak terhadap jaringan listrik yang ada di bangunan tersebut. Kondisi tersebut dikarenakan listrik/PLN memiliki sistem jaringan distribusi yang menggunakan kabel udara terbuka serta sangat tinggi letaknya, bila ini tersambar petir maka arus petir akan secara langsung tersalurkan ke pemakai. Upaya dalam menangani ini yaitu dengan pemasangan perangkat arrester sebagai pengaman tenaga lebih. Pemasangan instalasi surge arrester listrik tersebut harus ditunjang dengan kelengkapan berupa grounding sistem.

##### b. Sambaran Melalui Jaringan Telekomunikasi

Sambar petir jenis ini membahayakan hampir seperti yang ke-

1, namun berpengaruh terhadap perangkat telekomunikasi, contohnya PABX dan telepon. Upaya dalam menangani ini dengan dikaitkannya pemasangan arrester dikhususkan pada jaringan PABX dengan grounding. Jika terdapatnya jaringan internet pada suatu bangunan yang hendak dilindungi dengan koneksi melalui jaringan telepon, maka ini bisa pula memberikan perlindungan terhadap jaringan internet tersebut. Dengan menghubungkan arrester pada jaringan telekomunikasi dan memastikan grounding yang baik, dapat mengurangi risiko kerusakan pada perangkat telekomunikasi dan mempertahankan kehandalan koneksi telepon dan internet saat terjadi sambaran petir.

### **c. Sambaran Petir Langsung Terhadap Bangunan**

Petir yang menyambar dan terkait struktur bangunan gedung, kantor, serta rumah secara langsung tentunya sangat membahayakan bangunan dan juga semua isi di dalamnya sebab bisa memicu korban jiwa, kerusakan perangkat elektronik/elektrik, atau kebakaran. Oleh karenanya tiap bangunan diharuskan untuk melakukan pemasangan instalasi penangkal petir. Upaya dalam menanganinya yaitu dengan pemasangan terminal penerima sambaran petir dan juga instalasi penunjang yang lain sesuai akan standar yang sudah ditetapkan. Apalagi apabila secara langsung sambaran petir mengenai manusia, maka hal ini bisa memicu kematian atau mengakibatkan cacat dan luka. Tidak sedikit fenomena petir yang menyambar langsung mengenai manusia serta terjadinya hal ini secara umum ada di areal terbuka. seperti Gambar 2.7.



**Gambar 2. 8 sambaran petir terhadap bangunan**

### 2.2.8. Pengertian Pentanahan

Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen- komponen instalasi dari bahaya tegangan/arus normal. Secara umum tujuan sistem pentanahan adalah :

1. Menjamin keselamatan manusia dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan tegangan langkah.
2. Mencegah kerusakan peralatan listrik/elektronik.
3. Menyalurkan energi serangan petir ke tanah.

### 2.2.9. Prinsip Kerja Penangkal Peitr

Penangkal petir berfungsi untuk melindungi bangunan atau struktur dari sambaran petir dengan cara mengalihkan atau mengarahkan aliran petir ke tanah secara aman. Ada dua jenis penangkal petir yang umum digunakan: penangkal petir konvensional dan penangkal petir elektrostatik. Berikut adalah penjelasan prinsip kerja kedua jenis penangkal petir tersebut:

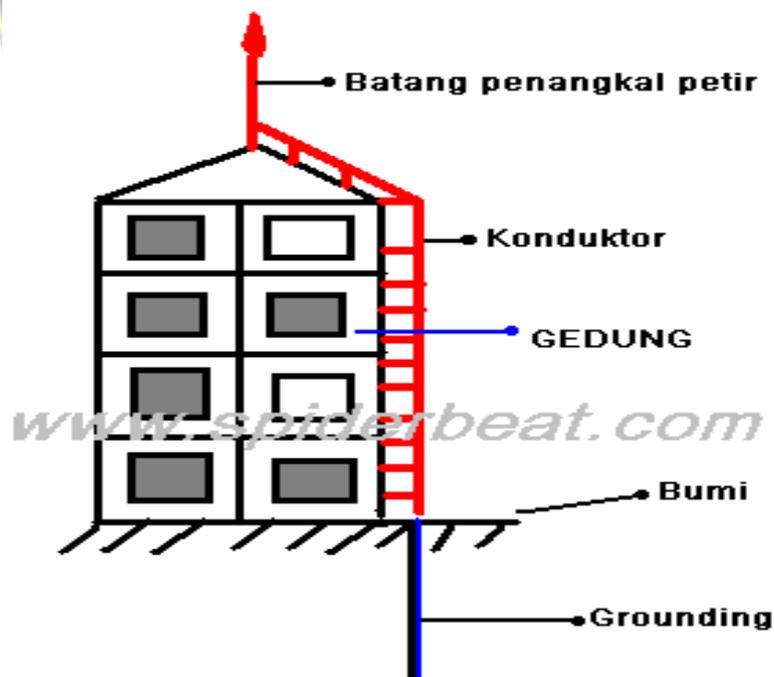
#### 1. Penangkal Petir Konvensional

Penangkal petir konvensional umumnya terdiri dari batang

logam (biasanya tembaga atau aluminium) yang dipasang di bagian atas bangunan atau struktur yang ingin dilindungi. Prinsip kerjanya adalah:

**Penarikan petir:** Batang logam ini berfungsi sebagai titik puncak yang lebih tinggi dibandingkan dengan bangunan di sekitarnya. Karena petir cenderung menyambar objek yang lebih tinggi dan memiliki konduktivitas listrik yang baik, batang logam ini akan menjadi tempat petir tersambar.

**Pengalihan aliran listrik:** Setelah petir mengenai penangkal, aliran listriknya akan dialirkan melalui kawat penghantar yang terhubung ke batang logam, kemudian diteruskan ke sistem pembumian yang terpasang di tanah. Sistem pembumian ini bertugas untuk mengalirkan arus listrik ke dalam tanah dengan aman, sehingga mencegah kerusakan pada bangunan dan peralatan elektronik.



Gambar 2. 9 prinsip kerja penangkal petir jenis konvensional

## 2. Penangkal Petir Elektrostatis

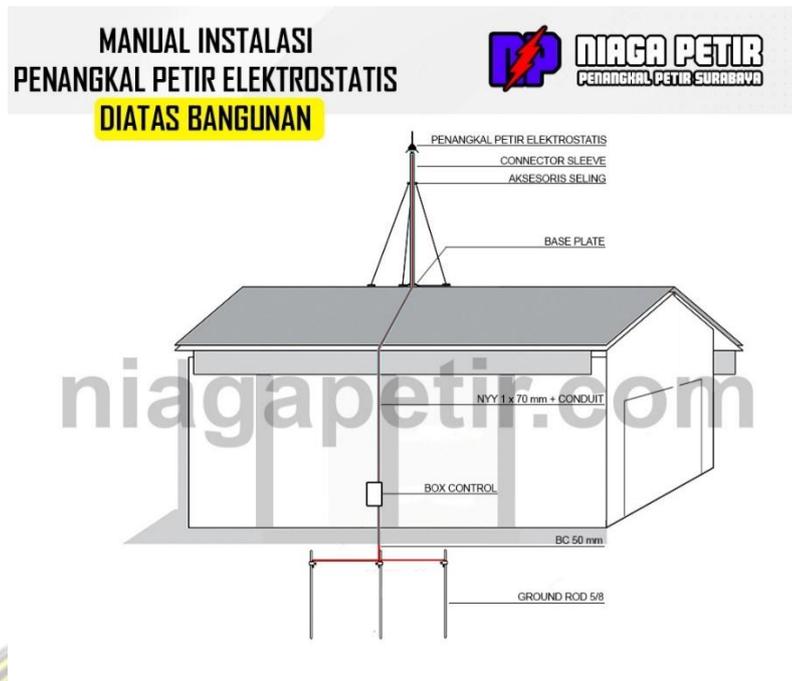
Penangkal petir elektrostatis, berbeda dengan penangkal petir konvensional, bekerja dengan prinsip elektrostatis untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya sambaran petir. Prinsip kerjanya adalah:

**Membentuk medan elektrostatis:** Penangkal petir elektrostatis menggunakan elektroda atau perangkat yang dapat menghasilkan medan listrik di sekitar bangunan. Elektroda ini biasanya memiliki bentuk tertentu yang dirancang untuk mengubah distribusi medan listrik di sekitarnya.

**Mengurangi potensi perbedaan tegangan:** Dengan menciptakan medan listrik yang lebih merata, penangkal petir elektrostatis bertujuan untuk mengurangi perbedaan tegangan yang cukup besar antara udara dan objek di permukaan bumi, yang merupakan salah satu penyebab terjadinya sambaran petir.



**Gambar 2. 10** pemasangan terminasi udara jenis elektrostatis



**Gambar 2. 11 prinsip kerja penangkal petir jenis elektrostatis**

Mencegah pembentukan petir: Jika sistem ini bekerja dengan baik, potensi perbedaan tegangan yang besar antara awan dan tanah dapat dikurangi, sehingga menurunkan kemungkinan terjadinya sambaran petir pada struktur yang dilindungi.

Perbedaan Utama:

Penangkal Petir Konvensional lebih fokus pada pengalihan arus petir yang sudah terbentuk, sedangkan Penangkal Petir Elektrostatis berusaha mencegah terjadinya petir dengan cara memodifikasi medan listrik di sekitar bangunan.

Kedua jenis penangkal petir ini memiliki fungsinya masing-masing dan dapat digunakan sesuai dengan kondisi dan kebutuhan perlindungan terhadap bangunan atau struktur tertentu.

Berdasarkan prinsip kerjanya, sistem proteksi petir bisa diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yang masing-masing memiliki karakteristik dan metode operasi yang berbeda.

1. Sistem dengan penangkap petir

Prinsip kerja sistem proteksi petir melibatkan penyediaan titik-titik di ujung bangunan yang aman dari sambaran petir, saluran untuk mengarahkan arus petir ke tanah, serta sistem pembumian yang memastikan distribusi arus petir ke tanah secara merata untuk mencegah timbulnya kerusakan atau bahaya potensial. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk melindungi bangunan serta penghuninya dari potensi bahaya akibat sambaran petir.

## 2. Sistem Disipasi ( Dissipation Array System )

Secara prinsip, Dissipation Array System (DAS) tidak mengarahkan arus petir untuk menyambar terminasi udara yang telah dipasang, tetapi bertujuan untuk menghambat aliran arus petir agar tidak mencapai area yang dilindungi. Metode ini didesain untuk mengurangi kekuatan arus petir dan mencegahnya menyebar ke daerah yang diinginkan untuk dilindungi, sebagai upaya untuk meminimalkan risiko kerusakan atau bahaya akibat sambaran petir.

Berdasarkan lokasi implementasinya, sistem proteksi petir dapat dikategorikan menjadi dua jenis, yang masing-masing mengacu pada penempatannya dalam bangunan atau struktur tertentu.

### 1. Proteksi Eksternal

Proteksi eksternal merupakan serangkaian instalasi dan perangkat yang ditempatkan di luar suatu struktur guna menangkap serta mengalirkan arus surja petir ke sistem pembumian. Fungsi utama dari proteksi eksternal petir adalah melindungi struktur atau bangunan dari tegangan berlebihan akibat sambaran langsung petir. Saat merencanakan sistem proteksi petir eksternal, terdapat beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan secara mendetail, termasuk:

- Berbagai macam, fungsi, serta diagram dari bangunan, termasuk ukuran denah, bentuk, dan kemiringan atapnya.
- Perencanaan terminasi udara (air terminal) yang memadai, sesuai dengan jumlah yang diperlukan untuk mencakup daerah proteksi yang diinginkan.
- Pemilihan konduktor penyalur (down conductor) yang mampu menyalurkan

arus petir dari terminasi udara ke sistem pembumian dengan efisien.

- Perhatian terhadap pembumian (grounding), termasuk evaluasi resistensi pembumian yang memastikan kinerja yang optimal.

## 2. Proteksi Internal

Perlindungan petir internal bertujuan melindungi sistem elektronika yang berada di dalam bangunan atau gedung dari dampak tegangan berlebih yang dihasilkan oleh induksi elektromagnetik akibat sambaran petir tidak langsung. Meskipun bangunan telah dilengkapi dengan sistem proteksi petir, kerusakan pada peralatan listrik, terutama peralatan elektronika, masih bisa terjadi karena gangguan surja yang masuk melalui kabel listrik atau kabel komunikasi, ataupun akibat arus petir langsung. Sistem proteksi petir internal dapat terdiri dari berbagai jenis perangkat proteksi petir yang bertujuan untuk melindungi peralatan dan sistem elektronika, seperti:

- Arrester: Alat untuk memutuskan tegangan berlebih pada peralatan.
- Shielding: Konstruksi dinding dan lantai yang dirancang khusus untuk mengurangi induksi elektromagnetik.
- One point earthing system: Pemasangan terminal pembumian berupa busbar untuk menyamakan potensial.
- Penggunaan kabel optik sebagai alternatif kabel tembaga pada instalasi listrik untuk menghindari percikan dan induksi elektromagnetik.
- Trafo isolasi digunakan untuk mengubah arus besar akibat sambaran petir menjadi arus kecil pada jaringan listrik.
- Perencanaan arsitektur bangunan dan instalasi listrik harus saling terkait untuk efektivitas sistem proteksi internal.

Sistem Proteksi Petir Eksternal dirancang untuk mencegah dampak langsung dari sambaran petir terhadap bangunan, peralatan, manusia, serta aset lainnya. Secara umum, sistem ini terdiri dari berbagai komponen yang dirancang untuk menangkap, mengarahkan, dan menyalurkan arus petir dengan aman ke tanah.

### 1. Terminasi Udara (*Air Terminal* )

Untuk menentukan penempatan terminasi udara dan untuk mengetahui daerah proteksi, maka menggunakan metode-metode yang terdapat dalam SNI 03-7015-2004,[8] yaitu :

- Metode sudut proteksi

Metode sudut proteksi, Daerah didalam kerucut yaitu daerah yang diproteksi sudut perlindungan sebagaimana tabel 2.2

**Tabel 2. 14 Penempatan terminasi udara sesuai dengan tingkat proteksi**

Tingkat proteksi	h (m)	20m	30m	45m	60m	Lebar jala (m)
	<b>R (m)</b>					
I	20m	25°	-	-	-	5m
II	30m	35°	25°	-	-	10m
III	45m	45°	35°	25°	-	15m
IV	60m	55°	45°	35°	25°	20m

Sumber : SNI-04-7015-2004. Hal 21

Berbagai benda didalam ruang kerucut proteksi akan terlindung dari sambaran petir. Sementara yang ada diluar kerucut proteksi tidak kan terlindungi oleh proteksi petir. Untuk menentukan radius daerah proteksi bisa rumus (2.1)

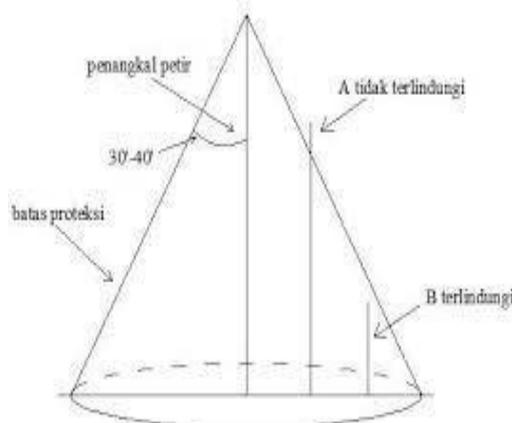
$$(r = h \times \tan \alpha) \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

R = Radius daerah perlindungan (meter)

$\alpha$  = Besar sudut perlindungan (derajat)

h = Tinggi penangkal petir dari permukaan tanah (meter)



**Gambar 2. 12 Bentuk Sudut Proteksi**

2) Konduktor penyalur (*Down Conductor*)

Down Conductor memiliki peran untuk saluran yang mengalirkan arus petir yang menyerang terminal udara, mengarahkannya ke arah tanah atau bumi. Saat menentukan lokasi dan jumlah konduktor penyalur, perlu memperhitungkan bahwa membagi arus petir ke beberapa konduktor dapat mengurangi gangguan elektromagnetik dan risiko loncatan ke samping di dalam gedung. Standar SNI 7015 tahun 2014 menegaskan bahwa pemasangan setiap down conductor harus memperhatikan jalur terpendek serta meminimalkan risiko induksi, terutama bagi peralatan sensitif, serta menghindari bahaya side-flash yang dapat terjadi pada manusia.

**2.2.10. Tahanan Jenis Tanah**

Tahanan jenis tanah juga tergantung pada beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya:

1. Kadar discuss

Bila discuss tanah dangkal/penghujan, maka nilai tahanan sebaran mudah didapatkan.

2. Mineral/Garam

Kandungan mineral tanah sangat mempengaruhi tahanan sebaran/resistansi karena semakin berlogam dan bermineral tinggi.

3. Derajat keasaman

Semakin asam (PH rendah atau PH7) tanah, maka arus listrik sulit

dihantarkan.

#### 4. Kepadatan tanah

Tahanan jenis tanah sangat menentukan tahanan pentanahan dari elektroda - elektroda pentanahan, sebagai pedoman kasar, tabel berikut ini berisikan tahanan jenis tanah yang ada di Indonesia.

Dari berbagai faktor yang mempengaruhi tahanan jenis tanah, maka faktor yang paling mempengaruhi perubahan nilai tahanan jenis tanah adalah kadar mineral/garam, kadar air dan temperatur dari lapisan tanah yang bersangkutan. Elektroda Pentanahan dan Tahanan Pentanahan, adapun faktor-faktor yang mempengaruhi besar tahanan pentanahan adalah:

1. Bentuk elektroda
2. Jenis bahan dan ukuran elektroda
3. Jumlah/konfigurasi elektroda
4. Kedalaman penanaman di dalam tanah
5. Faktor-faktor alam

Tahanan jenis tanah dapat dihitung dengan persamaan :

$$( R = \frac{\rho}{2\pi r} ) \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

R = tahanan (Ohm)

$\rho$  = tahanan jenis tanah tiap lapisan (ohm-meter)

r = jari – jari penghantar (meter)

**Tabel 2. 15 Tahanan Jenis Tanah**

Jenis Tanah	Resistansi Jenis
Tanah Berbatu	3000 $\Omega$
Pasir Dan Kerikil Kering	1000 $\Omega$
Kerikil Basah	500 $\Omega$
Pasir Basah	200 $\Omega$
Tanah Liat Dan Tanah Ladang	100 $\Omega$
Tanah Rawa	30 $\Omega$

Berikut beberapa teknis pembuatan grounding yang bisa dipakai :

1. *Single Rod Grounding*

Ground yang hanya terdiri dari satu buah titik penancapan stik Rod arus pelepas di dalam tanah dengan kedalaman tertentu.

2. *Paralel Rod Grounding*

Grounding system Paralel menjadi tindakan alternatif bila sistem single masih mendapatkan hasil yang kurang baik ( diatas 5 Ohm ).

3. *Multi Grounding System*

Dipakai apabila kedua cara sebelumnya tidak berhasil yaitu dengan membuat letak titik rod di bor dengan lebar kisaran 2 inc atau lebih , kemudian di isi dengan Tanah Humus sampai penuh kemudian di isi air kemudian rod ground di masukkan. Parit penghubung antar ground rod yang sudah terpasang kabel penghubung (BC) di uruk kembali dengan tanah humus. Suatu instalasi penangkal petir harus dapat melindungi semua bagian dari struktur bangunan dan arealnya termasuk manusia serta peralatan yang ada didalamnya terhadap ancaman bahaya dan kerusakan akibat sambaran petir.

### 2.2.11. Jenis Elektroda Pentanahan

Pada dasarnya ada 3 (tiga) jenis elektroda yang digunakan pada sistem pentanahan yaitu :

1. **Elektroda Batang**

Elektroda batang yaitu elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda batang terbuat dari batang atau pipa logam yang di tanam vertikal di dalam tanah. Biasanya dibuat dari bahan tembaga, stainless steel atau galvanised steel. Perlu diperhatikan pula dalam pemilihan bahan agar terhindar dari galvanic couple yang dapat menyebabkan korosi. Apabila tahanan pembumian yang dikehendaki semakin kecil, maka batang elektroda yang perlu ditanam juga semakin banyak. Maka didapat persamaan seperti :

$$(R_{bt1} = \rho/2\pi L (\ln 4L/d - 1)) \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan :

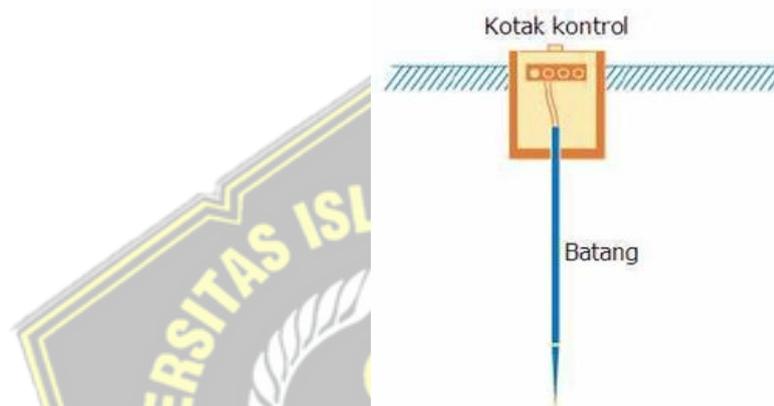
$R_{bt1}$  : Tahanan pembumian elektroda batang ( $\Omega$ )

$P$  : Tahanan jenis tanah ( $\Omega$  m)

$L$  : Panjang batang yang tertanam ( m )

$d$  : Diameter elektroda batang ( m )

$Ln$  : Logaritmus



**Gambar 2. 13 Elektroda Batang**

## 2. Elektroda Pelat

Bentuk elektroda pelat biasanya empat persegi atau empat persegi panjang yang terbuat dari tembaga, timah atau pelat baja yang ditanam didalam tanah. Cara penanaman biasanya secara vertical, sebab dengan menanam secara horizontal hasilnya tidak berbeda jauh dengan vertical. Penanaman secara vertical adalah lebih praktis dan ekonomis.

$$(R = \rho/4,1 L.L1+1,84 b/t) \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

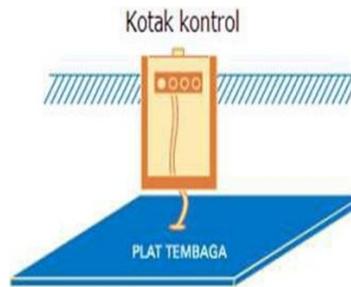
$R$  = Tahanan pentanahan pelat (Ohm)

$b$  = Lebar pelat (m)

$\rho$  = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)

$t$  = kedalaman pelat tertanam (m)

$L$  = Panjang pelat (m)



**Gambar 2. 14 Elektroda Pela**

**a. Elektroda Pita**

Elektroda pita merupakan elektroda dari hantaran pilin ataupun hantaran berpenampang bulat atau berbentuk pita yang biasanya ditanam secara dalam. Akan timbul masalah pada pemancangan ini jika mendapat beberapa lapisan tanah yang berbatu. Selain pemancangannya yang sulit, untuk memperoleh rendahnya nilai tahanan juga mengalami masalah. Kenyataannya, selaku yang menggantikan pemancangan batang hantaran ke dalam tanah secara vertikal, bisa lewat batang hantaran yang ditanam secara dangkal dan mendatar. Selain kesederhanaan ini, nyatanya tahanan pentanahan yang diperoleh ditentukan oleh bentuknya konfigurasi elektroda yang ada semacam berbentuk radial, melingkar atau kombinasinya.

$$(R = \rho/4,1 L \cdot 1+1,84 b/t) \dots\dots\dots (2.5)$$

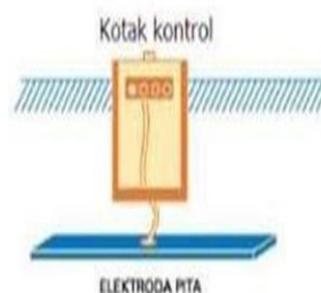
Keterangan :

R = Tahanan pentanahan (Ohm)

$\rho$  = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)

A = Diameter elektroda (m)

L = Panjang elektroda (m)



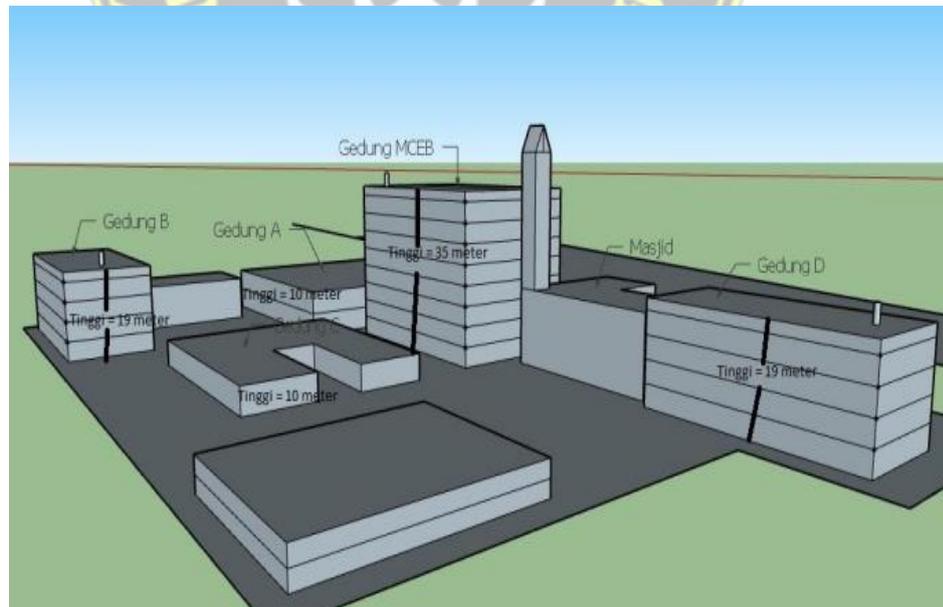
**Gambar 2. 15 Elektroda Pita**

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Model Penelitian

Pada penelitian ini pertama-tama menentukan lokasi terlebih dahulu, kemudian melanjutkan dengan mengumpulkan data-data baik dari data primer yang didapatkan langsung melalui sumber yang bersangkutan dengan penelitian ini yang berlokasi di Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang, dan juga data sekunder yang didapatkan melalui jurnal-jurnal, buku, ataupun penelitian orang lain yang membahas tentang proteksi petir. Langkah selanjutnya adalah menentukan tahapan dan prosedur penelitian. Selanjutnya untuk data pentanahan dilakukan dengan mengukur pentanahan menggunakan alat earth tester untuk didapatkan hasil pengukuran pentanahan. Kemudian pengukuran untuk memperoleh data kebutuhan bangunan untuk proteksi petir. Selanjutnya menentukan lokasi terminasi udara yang akan dipasang, kemudian lanjut dengan analisis dan kesimpulan. Berikut gambar 3.1 yang menunjukkan penempatan proteksi petir yang berjenis konvensional pada RSI Sultan Agung Semarang.

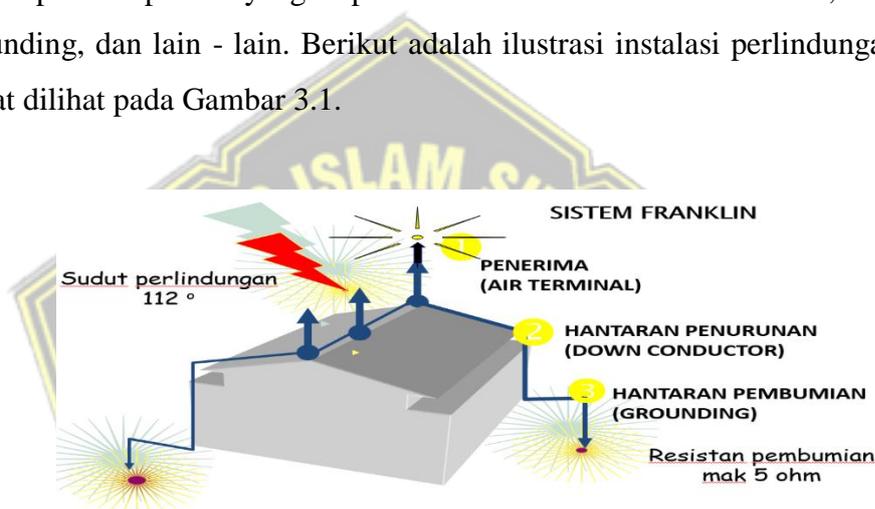


Gambar 3. 1 Denah beserta proteksi

Dari gambar 3.1 menunjukkan bahwa hanya ada 3 proteksi petir jenis konvensional yang ada di RSI Sultan Agung Semarang, yaitu terdapat pada gedung D, gedung B, dan gedung MCEB. Sedangkan untuk gedung A dan gedung C sendiri belum ada proteksi petirnya.

### 3.2 Melakukan Pengukuran dari Kabel Instalasi Penangkal Petir

Semua komponen instalasi grounding dievaluasi untuk memastikan apakah perangkat grounding masih dalam kondisi yang baik untuk beroperasi. Beberapa komponen yang diperiksa termasuk kabel konduktor, konektor grounding, dan lain - lain. Berikut adalah ilustrasi instalasi perlindungan petir dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3. 2 Instalasi Sistem proteksi petir**

### 3.3 Melakukan Pengukuran Resistensi atau Tahanan Grounding

Pemeriksaan tahanan grounding dilakukan untuk menentukan resistansi tanah yang ada. Sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, nilai maksimal yang diperbolehkan adalah  $5 \Omega$ . Pengukuran tahanan grounding pada sistem penangkal petir dilakukan menggunakan alat yang disebut eart tester. Prosedur pengukuran dimulai dengan melakukan kalibrasi eart tester untuk memastikan kinerjanya. Selanjutnya, terdapat tiga kabel berwarna merah, kuning, dan hijau pada eart tester. Kabel merah dan kuning ditempelkan ke tanah dengan jarak 5-10 meter antara kabelnya, sementara kabel hijau dihubungkan dengan grounding yang sudah dipasang. Setelah koneksi terjalin, eart tester dihubungkan sesuai dengan warna kabel. Pengukuran grounding dimulai dengan menekan tombol start pada earth tester.

### 3.4 Objek Penelitian

Untuk objek penelitian adalah pada gedung-gedung pada rumah sakit Islam Sultan Agung yang beralamat di Jl. Kaligawe Raya No.Km. 4 50112 Semarang Jawa Tengah.



**Gambar 3. 3 Denah Lokasi RSI SA**

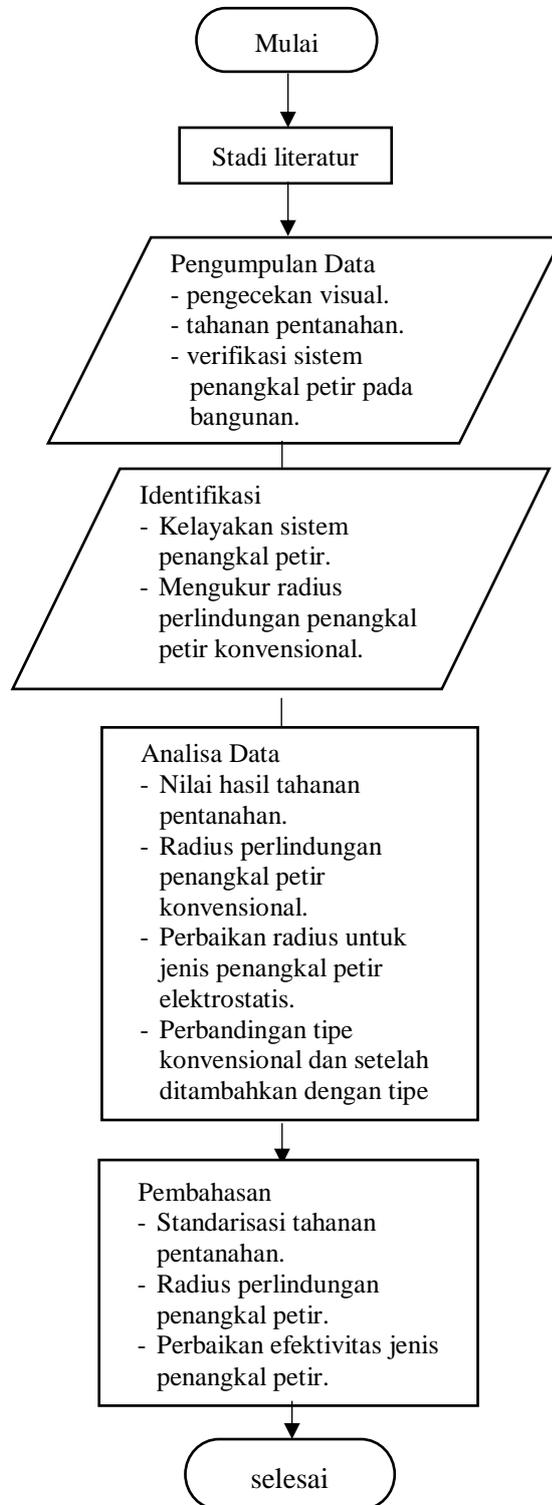
### 3.5 Alat dan Bahan

Untuk alat dan bahannya meliputi :

1. Laptop
2. Earth Tester
3. Alat Tulis



### 3.6 Flowchart



**Gambar 3. 4 Flowchart**

### 3.7 Data Hari Guruh Kota Semarang

Berdasarkan BMKG Stasiun Klimatologi Semarang data hari guruh tahun 2021 wilayah Semarang bisa dilihat pada Tabel 3.1

**Tabel 3. 1 Data Hari Guruh Kota Semarang Tahun 2021**

Bulan	Jumlah Hari Guruh
Januari	4
Februari	2
Maret	10
April	4
Mei	4
Juni	5
Juli	1
Agustus	1
September	6
Oktober	7
November	7
Desember	6

### 3.8 Langkah Penelitian

Berikut adalah serangkaian langkah – langkah yang perlu diikuti dalam proses analisa data:

1. Melakukan tinjauan langsung terhadap objek penelitian untuk memperoleh pemahaman yang mendalam.
2. Meneliti posisi dan dimensi bangunan yang menjadi fokus penelitian.
3. Mencari informasi tentang pola kilat dan frekuensi sambaran petir yang diizinkan di daerah tersebut, dengan referensi dari badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)
4. Melakukan pengukuran pentanahan di area RSI-SA dengan menggunakan alat earth tester, kyoritsu-4105A, prosedur penggunaan alat tersebut meliputi kalibrasi alat, pemasangan kabel konektor ke grounding dan elektroda bantu, serta pengecekan tegangan bumi. Gambar alat ukur tersebut dapat dilihat

pada contoh Gambar 3.4



**Gambar 3. 5 Earth Tester Merk Kyoritsu-4105A.**

5. Menarik kesimpulan dari hasil analisa melibatkan proses evaluasi secara komprehensif terhadap data yang telah dikumpulkan.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Pengukuran Pentanahan

Berdasarkan analisis data dapat diambil kesimpulan bahwa nilai tahanan yang diukur memenuhi standar yang ditetapkan oleh PUIL 2011 dan peraturan Menteri Tenaga Kerja, yaitu memiliki nilai tahanan kurang dari 5  $\Omega$ . Pengukuran ini memberikan indikasi bahwa sistem pentanahan dilokasi tersebut memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan yang telah diatur oleh perundangan terkait. Keberhasilan memenuhi standar ini menandakan bahwa gedung atau instalasi tersebut memiliki sistem pentanahan yang efektif untuk mengatasi potensi resiko petir, menciptakan lingkungan yang aman dan terlindungi. Dengan nilai tahanan yang sesuai standar, pemilik gedung atau fasilitas dapat memastikan bahwa sistem pentanahan yang diterapkan mampu melindungi bangunan serta perangkat elektronik didalamnya dari potensi bahaya yang dapat timbul akibat aktivitas petir. Data hasil pengukuran pentanahan digedung RSI-SA terdapat dalam Tabel 4.1

**Tabel 4. 1 Data pengukuran tahanan pentanahan.**

No	Nama gedung	Hasil Pengukuran ke-1 ( $\Omega$ )	Hasil pengukuran ke-2 ( $\Omega$ )	kondisi	Jenis penangkal petir
1	Gedung MCEB	0,02 $\Omega$	0,06 $\Omega$	Layak	Konvensional
2	Gedung D	0,05 $\Omega$	0,12 $\Omega$	Layak	Konvensional
3	Gedung B	0,03 $\Omega$	0,07 $\Omega$	Layak	Konvensional
4	Gedung A	-	-	Rusak	-
5	Gedung C	-	-	Rusak	-

Hasil tinjauan lapangan mengindikasikan bahwa sejumlah besar gedung di lokasi tersebut mengalami kelayakan dan kerusakan fisik pada sistem penangkal petir. Oleh karena itu, perbaikan guna memastikan keberlanjutan dan efektivitas sistem proteksi petir. Selain itu ada dua gedung yaitu Gedung A dan Gedung C yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pengukuran dikarenakan titik pbumiannya tidak dapat ditemukan atau sudah tertimbun oleh renovasi pembangunan gedung. Hal ini menimbulkan tantangan dalam mengevaluasi dan memastikan kehandalan sistem penangkal petir di gedung-gedung tersebut.

#### 4.2. Kondisi Fisik Sistem Pentanahan Pada Gedung RSI-SA

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, sistem pentanahan pada gedung RSI-SA terdapat konduktor penyalur kebawah tanah dan bok kontrol. Penyalur ke bawah tanah pada gedung menggunakan kawat *Bare Copper Conductor (BCC)*.



**Gambar 4. 1 konduktor penyalur kebawah Gedung B**

Dari gambar 4.1 dilihat kondisi konduktor ditanam pada tembok oleh karena itu untuk melakukan pengukuran dapat dilakukan melalui bak control yang terdapat pada gedung B, seperti pada gambar 4.2 dibawah ini.



**Gambar 4. 2 Bak Kontrol Pada Gedung B**



**Gambar 4. 3 Konduktor Pada Gedung D**

Dari gambar 4.2 dapat dilihat untuk kondisi konduktor yang terdapat pada area bak kontrol pada gedung D terlihat baik. Dan bak kontrol sudah tertutup dengan paving.



**Gambar 4. 4 Konduktor Pada Gedung MCEB**

Dari gambar 4.4 dapat dilihat untuk kondisi konduktor yang terdapat pada area bak kontrol pada Gedung MCEB terlihat baik, Dan bak kontrol belum tertutup dengan baik dikarenakan tutup-tutup pada bak ontrrol sudah mulai copot.

#### **4.3. Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)**

Menentukan seberapa besar kebutuhan bangunan terhadap proteksi petir dapat menggunakan beberapa indeks terkait faktor-faktor berdasarkan PUIPP yang terdapat pada tabel 2.3 sampai tabel 2.6 dengan memperhatikan kondisi lokasi yang akan ditentukan tingkat resiko serta indeks-indeks (R) tersebut dijumlahkan dan didapatkan estimasi bahaya akan sambaran petir.

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

Bertambahnya besar R maka kerusakan dan bahaya akibat sambaran petir juga bertambah besar, dengan begitu kebutuhan bangunan atas sistem proteksi petir juga bertambah besar. Nilai indeks pada Gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang adalah sebagai berikut :

1. Merujuk pada tabel 2.2, gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks A senilai 5 karena jenis bangunannya rumah sakit.
2. Merujuk pada tabel 2.3, gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks B senilai 1 karena bangunan dengan konstruksi

beton bertulangatau rangka besi dengan atap logam.

3. Merujuk pada tabel 2.4, gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks C senilai 5 karena tinggi bangunan kurang lebih 35 meter.
4. Merujuk pada tabel 2.5, gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks D senilai 0 karena berada ditanah datar pada semua ketinggian.
5. Berdasarkan data hari guruh kota Semarang tahun 2021 gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks E senilai 4 karena memiliki hariguruh sebanyak 57 kali.

Besarnya kebutuhan akan system proteksi petir ini berdasarkan nilai indeks- indeks PUIPP, maka nilai indeks R pada gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang adalah

$$\begin{aligned} R &= A + B + C + D \\ R &= 5 + 1 + 5 + 0 + 4 \\ R &= 15 \end{aligned}$$

Berdasarkan kebutuhan sistem proteksi petir tersebut menghasilkan  $R = 15$  berdasarkan tabel 2.6 dengan nilai indeks tersebut menunjukkan kalau gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki perkiraan bahaya sambaran petir yang sangat besar. Maka dari itu sangat perlu untuk melakukan pengamanan terhadap sambaran petir.

#### 4.3.1. Berdasarkan *National fire Protection Association* (NFPA) 780

Indeks-indeks yang menyatakan factor-faktor menurut (NFPA) 780 juga bisa dipergunakan dalam penentu besarnya kebutuhan bangunan terhadap perlindungan petir. Cara menentukan besarnya kebutuhan tersebut adalah menggunakan standar NFPA sama dengan standar PUIPP yaitu menjumlahkan indeks dari tabel 2.7 sampai tabel 2.11 dan dibagi indeks f dari tabel 2.12. Merujuk tabel 2.13 dengan memperhatikan kondisi dan keadaan tempat yang akan ditentukan tingkat risikonya serta menjumlahkan indeks-indeks (R) bisa didapatkan perkiraan bahaya akan sambaran petir seperti persamaan (2.10)

$$R = \frac{A+B+C+D+E}{F}$$

1. Merujuk pada tabel 2.7 gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks A sebesar 10 dikarenakan rumah sakit, penampungan para lansia, dan penyandang cacat.
2. Merujuk pada tabel 2.8 gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks B sebesar 3 dikarenakan atap berupa campuran aspal, gentengatau tera.
3. Merujuk pada tabel 2.9 gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks C sebesar 5 dikarenakan bangunan besar, melingkupi area lebih dari 929 m<sup>2</sup>.
4. Merujuk pada tabel 2.10 gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks D sebesar 1 dikarenakan lokasi terdapat pada tanah datar.
5. Merujuk pada tabel 2.11 gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks E sebesar 9 dikarenakan terdapat banyak peralatan operasi yang *sensitive*.
6. Merujuk pada tabel 2.12 gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki indeks F sebesar 3 dikarenakan IKL (*Iso Kreaunic Level*) sebanyak 57.

Berdasarkan kebutuhan system proteksi petir merujuk pada nilai indeks-indeksNFPA 780, maka nilai indeks R pada gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang adalah

$$R = \frac{A+B+C+D+E}{F}$$

$$R = \frac{10+3+5+1+9}{3}$$

$$R = 9,33$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas besarnya kebutuhan akan sistem proteksipetir NFPA 780 R = 9,33 mengacu pada table 2.13 dengan nilai indeks tersebut menunjukkan bahwa gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang sangat memerlukan pengamanan sistem proteksi petir

yang efektif dikarenakan memiliki perkiraan sambaran petir yang besar.

Frekuensi sambaran petir rata-rata tahunan ke dalam tanah ( $N_g$ ) pada Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang yang memiliki hari guruh 57 hari/tahun adalah :

$$N_g = 0,04 \cdot I_{KL}^{1,27} / \text{km}^2 / \text{thn}$$

$$N_g = 0,04 \cdot 57^{1,27}$$

$$N_g = 6,264 \text{ sambaran} / \text{km}^2 / \text{thn}$$

Area cakupan daerah proteksi ( $A_e$ ) pada Gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang memiliki lebar bangunan ( $b$ ) = 137 m, Panjang bangunan ( $a$ ) = 223 m, dan tinggi bangunan ( $h$ ) = 34 m

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

$$A_e = (223 \cdot 137) + (6 \cdot 34)(223+137) + (9 \cdot 3,14 \cdot 34^2)$$

$$A_e = 30,551 + 73,440 + 32,668$$

$$A_e = 136,659 \text{ m}^2$$

Perhitungan frekuensi rata-rata sambaran petir setempat

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

$$N_d = 6,264 \cdot 136,659 \cdot$$

$$10^{-6}$$

$$N_d = 0,856 / \text{tahun}$$

Menurut data stasiun klimatologi Semarang didapatkan frekuensi sambaran petir setempat ( $N_c$ ) senilai  $(10)^{-1} / \text{tahun}$  karena  $N_d$  bernilai melebihi  $N_c$ , maka nilai efisiensi yang dibutuhkan adalah

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

$$E \geq 1 - \frac{0,1}{0,856}$$

$$E \geq 0,88 = 88\%$$

Karena nilai  $E$  sebesar 0,88 atau 88% maka berdasarkan tabel 2.16 dengan hasil kurang dari 90% atau  $< 0,9$  yaitu berada pada tingkat proteksi III, Gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung yang paling tinggi yaitu 34 meter, menurut tabel 2.1 termasuk dalam ketinggian 30 meter, maka dari itu untuk tingkat proteksi Gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang

adalah tingkat proteksi III dengan sudut proteksi 35°.

#### 4.4. Perhitungan Radius Proteksi Konvensional

Berdasarkan data gedung di Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang diketahui Gedung B memiliki tinggi 18 Meter dan terminasi udara 1 Meter, Gedung D memiliki tinggi 18 Meter dan terminasi udara 1 Meter, dan Gedung MCEB memiliki tinggi 34 Meter dan terminasi udara 1 Meter. Radius penangkal petir dapat menggunakan metode sudut proteksi, Berbagai benda didalam ruang kerucut proteksi akan terlindungi dari sambaran petir. Sementara yang ada diluar kerucut proteksi tidak kan terlindungi oleh proteksi petir. Bisa dilihat pada persamaan (2.1).

Gedung B :

$$r = h \cdot \tan \alpha$$

$$r = 19 \cdot \tan 35^\circ$$

$$r = 13,30 \text{ meter}$$

Gedung D :

$$r = h \cdot \tan \alpha$$

$$r = 19 \cdot \tan 35^\circ$$

$$r = 13,30 \text{ meter}$$

Gedung MCEB :

$$r = h \cdot \tan \alpha$$

$$r = 35 \cdot \tan 35^\circ$$

$$r = 24,50 \text{ meter}$$

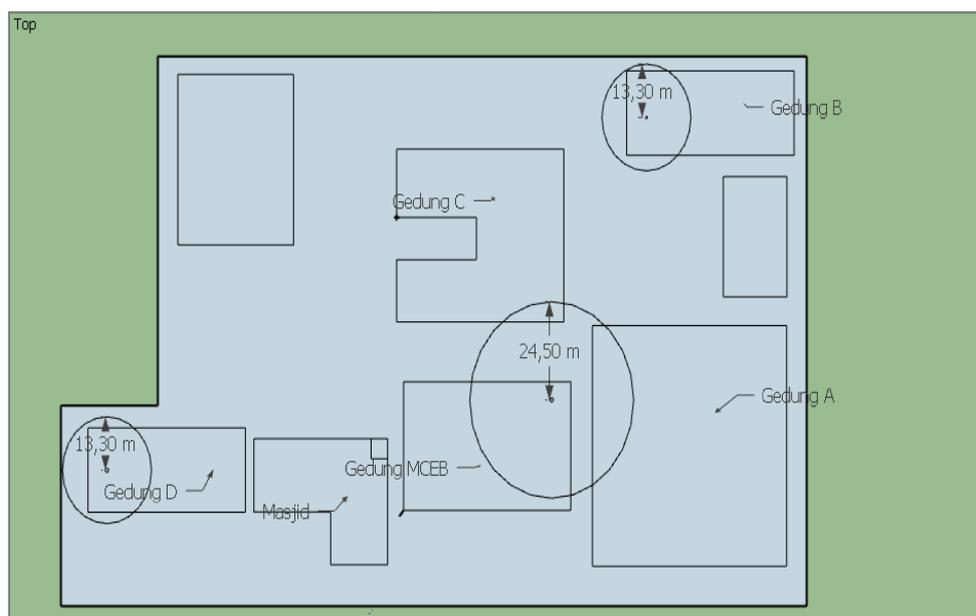
Hasil perhitungan radius penangkal petir konvensional yang didapatkan dari hasil penelitian di Gedung RSI-SA nilainya adalah Gedung B dan Gedung D 13,30 meter, Gedung MCEB 24,50 meter.

#### 4.5. Hasil Analisa Sistem Penangkal Petir Pada Gedung RSI-SA Semarang

Berdasarkan pada perhitungan yang sudah dilakukan maka diperoleh nilai yang dapat digunakan dengan metode sudut proteksi. Sistem penangkal

petir yang terpasang pada Gedung RSI-SA adalah penangka petir jenis konvensional. Dengan menggunakan sudut proteksi dan radius awal perencanaan penangkap petir eksternal pada Gedung RSI-SA ditunjukkan pada gambar 4.5.

Merujuk pada gambar 4.5, bisa dilihat bahwa dengan menggunakan sudut penangkal petir  $35^\circ$  dengan panjang terminasi udara 1 meter, tampak dari atas, Gedung RSI-SA belum sepenuhnya terlindungi oleh penangkal petir dari sambaran petir.

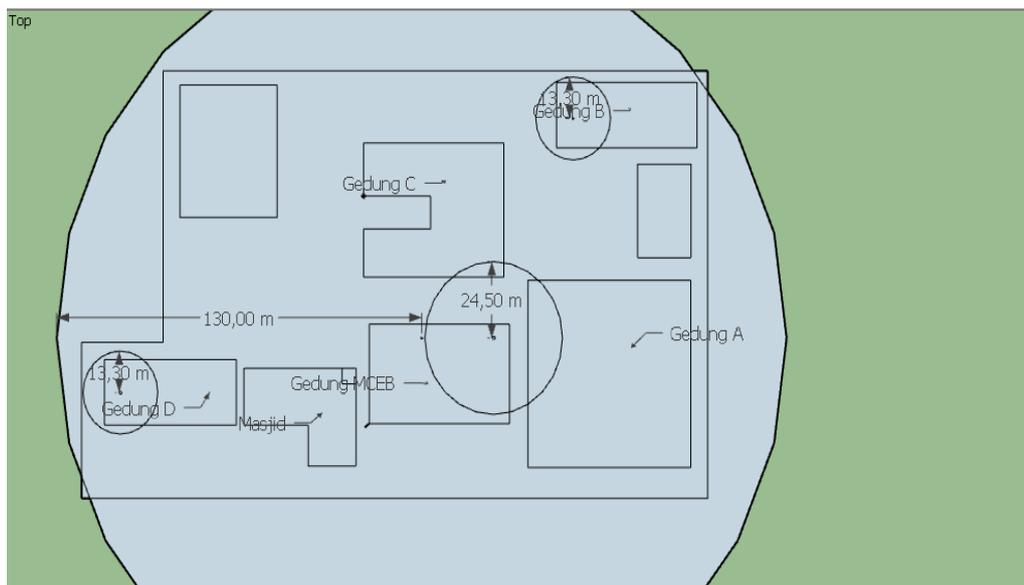


**Gambar 4. 5 Radius Penangkal Petir Konvensional Pada Gedung RSI (Tampak atas)**

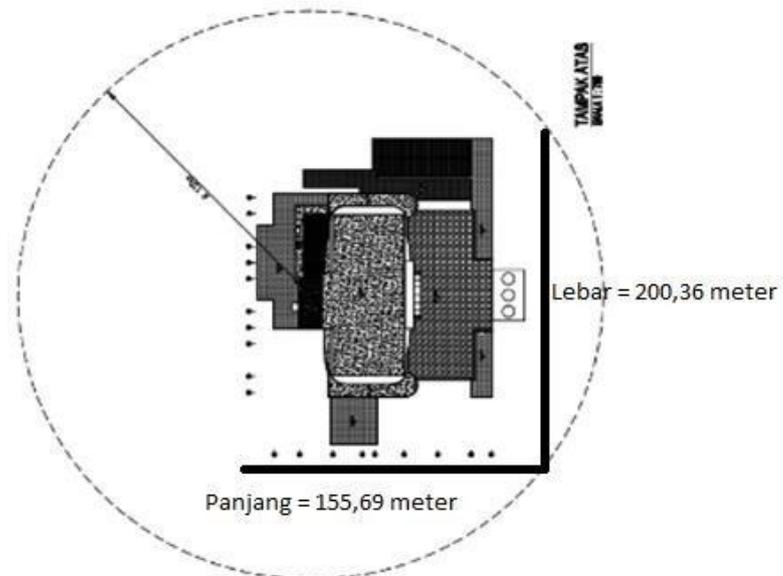
Berdasarkan hal diatas untuk mendapatkan perlindungan secara optimal dari penangkal petir yaitu dengan cara menambahkan penangkal petir tipe elektrostatis lengkap dengan penyalur kebawah dan juga pembumiannya karena penangkal petir jenis elektrostatis mengandalkan head terminal yang berada diujung penangkal petir yang bentuknya cenderung lebih besar dan menyerupai payung berfungsi untuk menjadi sasaran sambaran petir, semakin tinggi posisi peletakannya semakin luas pula jangkauan radius untuk perlindungan gedung dari sambaran petir.

#### 4.6. Jangkauan Pengamanan Penangkal Petir Elektrostatik

Berikut ini adalah area jangkauan yang dapat terlindungi dari penangkal petir elektrostatik yang sudah terpasang pada RSI-SA yang terdapat 1 titik diatas gedung MCEB, dapat dilihat pada Gambar 4.6 bahwa jarak radius yang terlindungi oleh penangkal petir tersebut adalah radius 150 m.



Gambar 4. 6 Luas Proteksi Petir Setelah Ditambahkan Tipe Elektrostatik



Gambar 4. 7 Denah Gedung RSI Tipe Elektrostatik Tampak Atas'

Melalui gambar di atas, terlihat peningkatan dalam sistem proteksi petir dengan penambahan 1 titik penangkal petir elektrostatis pada bangunan gedung MCEB dengan tanda area lingkaran keseluruhan. Penangkal petir yang cocok digunakan untuk menambahkan di gedung – gedung RSI-SA adalah dengan penangkal petir elektrostatis tipe KURN R-150 karena memiliki area jangkau perlindungan 150 m. Dengan peningkatan ini, seluruh area RSI-SA dapat mencapai tingkat perlindungan penuh menggunakan penangkal petir elektrostatis. Perubahan ini menunjukkan langkah proaktif dalam memperkuat infrastruktur keselamatan di RSI-SA, dengan menyesuaikan dan meningkatkan sistem proteksi petir yang ada. Keberadaan penangkal petir elektrostatis pada bangunan-bangunan strategis menciptakan lapisan pertahanan yang lebih efektif terhadap potensi risiko petir. Oleh karena itu, langkah-langkah ini memberikan kontribusi positif terhadap keselamatan dan keamanan kampus secara keseluruhan, meminimalkan dampak yang mungkin terjadi akibat aktivitas petir di area tersebut.

#### **4.7. Hasil Kajian Pembahasan**

Dari hasil pembahasan yang sudah dibuat, didapatkan bahwa untuk kondisi fisik pada bak kontrol, terminasi udara, dan konduktor penyalur kebawah sudah cukup bagus. Tetapi masih ada beberapa bak kontrol yang tidak tertutup dengan baik. Untuk radius penangkal petir pada rumah sakit islam sultan agung semarang yang masih menggunakan penangkal petir jenis konvensional dapat dilihat pada gambar 4.5 dari gambar tersebut bisa dilihat bahwa untuk radius penangkal petir pada RSI-SA belum seluruhnya terlindungi ,maka dari itu direncanakan untuk menambah penangkal petir jenis elektrostatis yang memiliki jangkauan radius mencapai 150 meter, dan mampu meminimalisir gangguan dari sambaran petir yang bisa dilihat pada gambar 4.6 yang sudah di tambahkan penangkal patir jenis elektrostatis yang dipasangkan diatas Gedung MCEB dengan radius 130-150 meter.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Analisa Perlindungan Penangkal Petir Pada Gedung-Gedung Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang maka didapatkan kesimpulan yaitu :

1. Didapatkan bahwa nilai pembumian masing – masing pada gedung yaitu, gedung MCEB nilai pengukuran pertama (0,02  $\Omega$ ), pengukuran kedua (0,06  $\Omega$ ), gedung D nilai pengukuran pertama (0,05  $\Omega$ ), pengukuran kedua (0,12  $\Omega$ ), gedung B nilai pengukuran pertama (0,03 $\Omega$ ), pengukuran kedua (0,07  $\Omega$ ) dan dapat disimpulkan Kondisi nilai pembumian dari penangkal petir ketiga gedung tersebut masih memenuhi standarisasi dibawah 5  $\Omega$
2. Diperlukan perubahan pemasangan penangkal petir jenis elektrostatis yang dipasangkan pada gedung MCEB dengan ketinggian gedung 34 m, dan terminasi udara 1 m, agar bisa mengcover seluruh gedung RSI-SA dari bahaya sambaran petir terutama pada peralatannya.
3. Diperlukan penambahan penangkal petir elektrostatis yang dapat dipasang pada gedung MCEB dengan type KURN R-150 dengan radius 150 Meter.

#### 5.2 Saran

1. Dari penelitian yang sudah penulis lakukan terdapat saran yaitu melakukan pemeliharaan secara berkala dan perbaiki pada sistem penangkal petir yang rusak.
2. menambahkan titik penangkal petir sesuai dengan hasil penelitian tersebut.
3. Kemudian untuk sistem pentanahan pada penangkal petir ini agar lebih efisien maka dilakukan penggabungan konduktor dari konvensional ke konduktor penangkal petir elektrostatis yang ada di atap gedung MCEB agar jangkauan radiusnya lebih luas dan efektif untuk melindungi gedung.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] syafriyuddin, M. S. (2019). Analisa Perencanaan Penangkal Petir Pada Gedung Kampus Bima Sakti IST Akprind Yogyakarta. *Seminar Nasional TEKNOKA*, 1-8.
- [2] Adhitio Ekatama Putro, G. I. (2020). Evaluasi Utilitas Bangunan Pada GKB UNISSULA. 54-59.
- [3] SELO, S. E. (2021). ANALISA SISTEM PENANGKAL PETIR PADA TOWER PT. TELKOM RIVAI PALEMBANG. 40-48.
- [4] Suryadi, A. (2017). PERANCANGAN INSTALASI PENANGKAL PETIR EKSTERNAL METODE FRANKLIN PADA POLITEKNIK ENJINERUNG INDORAMA. 219-230.
- [5] Asep Fathudin, S. M. (2017). EVALUASI SISTEM PENANGKAL PETIR DIGEDUNG INSTALASI RADIOMETALURGI. *EBN*, 247-258.
- [6] Berlin Saragih, J. M. (2020). SISTEM PENANGKAL PETIR PADA GEDUNG KEMANG GALLERY MEDAN. *JURNAL TEKNOLOGI ENERGI UDA*, 44-61.
- [7] Makmur Saini, A. M. (2016). Pengembangan Sistem Penangkal Petir dan Pentanahan Elektroda Rod dan Plat. *Journal INTEK*, 66-71.
- [8] Bandri, S. (2012). PERANCANGAN INSTALASI PENANGKAL PETIR EKSTERNAL GEDUNG BERTINGKAT (APLIKASI BALAI KOTA PARIAMAN). *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 12-18.
- [9] Sukamdi, S. W. (2022). Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri Furniture. *Jurnal Sistem Kelistrikan*, 52-57.
- [10] Zaki Mulyadi, I. U. (2023). PERENCANAAN SISTEM PROTEKSI PENANGKAL PETIR DI STADION SAKTI LODAYA KECAMATAN CISAYONG KABUPATEN TASIKMALAYA. *JEEE*, 95-103.
- [11] Anon, *Ieee Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.*, vol.2007. 1974.