
ANALISA KELAYAKAN SISTEM PENANGKAL PETIR DI SMP NEGERI 9 KOTA SEMARANG

Kahfi Aditya¹, Dedi Nugroho²

^{1,2}Universitas Islam Sultan Agung

kahfi.aditya@std.unissula.ac.id¹, dedi.nugroho@unissula.ac.id²

ABSTRACT; *This study aims to analyze the feasibility of the lightning protection grounding system at SMP Negeri 9 Semarang City. The background of this study is based on the importance of a lightning protection system for educational buildings to protect electronic equipment and human safety from the impact of lightning strikes, especially in tropical climates such as Indonesia. The main problem in this study is that it is not yet known whether the grounding system used has met the applicable standards. The research method includes measuring the grounding resistance value using an Earth Tester tool at two grounding points, as well as observing the physical condition of the existing lightning protection system. The results of the study indicate that the existing grounding system needs to be further evaluated because there are several aspects that do not meet safety standards. Recommendations for improvement are given to improve the effectiveness of the lightning protection system in the school environment. With this research, it is expected to improve understanding of the grounding system and provide more optimal technical solutions in protecting buildings from the risk of lightning strikes.*

Keywords: *Lightning Protection System, SMP Negeri 9 Semarang, Grounding, Safety, System Evaluation, Building Protection, Lightning Strike, Grounding Resistance.*

ABSTRAK; Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan sistem pentanahan penangkal petir di SMP Negeri 9 Kota Semarang. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada pentingnya sistem proteksi petir untuk bangunan pendidikan guna melindungi peralatan elektronik dan keselamatan manusia dari dampak sambaran petir, terutama di daerah beriklim tropis seperti Indonesia. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah belum diketahuinya apakah sistem pentanahan yang digunakan telah memenuhi standar yang berlaku. Metode penelitian meliputi pengukuran nilai resistansi grounding menggunakan alat Earth Tester pada dua titik pentanahan, serta observasi terhadap kondisi fisik sistem proteksi petir yang ada. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pentanahan yang ada perlu dievaluasi lebih lanjut karena terdapat beberapa aspek yang belum memenuhi standar keamanan. Rekomendasi perbaikan diberikan untuk meningkatkan efektivitas sistem proteksi petir di lingkungan sekolah. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat meningkatkan pemahaman terkait sistem pentanahan serta memberikan solusi teknis yang lebih optimal dalam perlindungan bangunan dari risiko sambaran petir.

Kata Kunci: Sistem Penangkal Petir, SMP Negeri 9 Semarang, Pentanahan, Keselamatan, Evaluasi Sistem, Perlindungan Bangunan, Sambaran Petir, Resistansi Grounding.

PENDAHULUAN

SMP Negeri 9 Kota Semarang merupakan salah satu sekolah yang ada di Kota Semarang. Untuk situasi di sekolah sendiri terdapat banyak sekali orang-orang yang melakukan kegiatan di lingkungan sekolah, baik di dalam bangunan maupun di luar bangunan. Seperti yang diketahui pada SMP Negeri 9 Kota Semarang terdapat alat – alat elektronik yang digunakan sebagai sarana belajar, maka dari itu sistem pentanahan penangkal sangat diperlukan dan harus sesuai standarisasi. Yang bertujuan untuk menghindari alat – alat elektronik dari kerusakan jika terjadi kebocoran pada sistem pentanahan penangkal petir.

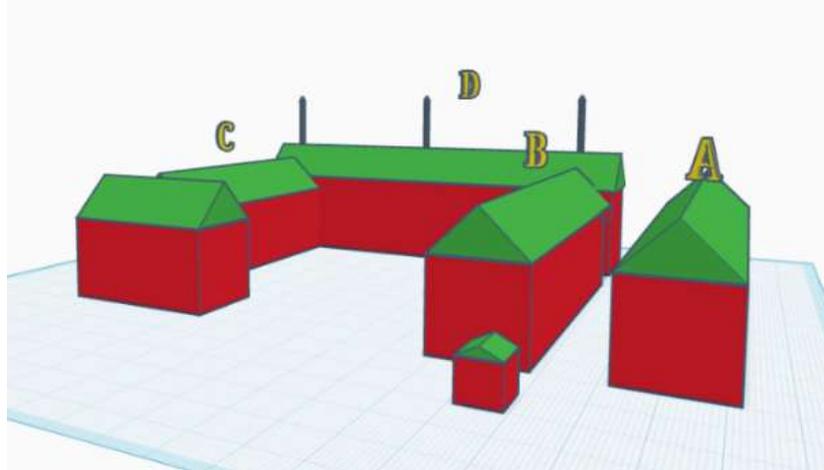
Permasalahannya adalah belum diketahui pasti untuk sistem pentanahan penangkal petir yang ada pada SMP Negeri 9 Kota Semarang ini apakah sudah memenuhi standar. Dan jika cuaca mendung atau hujan tidak bisa melakukan pengambilan data dikarenakan banyaknya petir yang akan membahayakan nyawa. Maka dari itu harus menunggu hujan reda terlebih dahulu. Dan juga apakah sistem pentanahan penangkal petir sudah sesuai dengan standarisasi, maka dari itu untuk solusinya adalah dengan cara melakukan pengukuran untuk mengetahui apakah sudah memenuhi standar.

Mengetahui apakah sistem pentanahan penangkal petir sudah memenuhi standar atau belum sangat penting dikarenakan banyaknya alat elektronik pada industry tersebut sehingga dapat meningkatkan keamanan dan keselamatan jika terjadi petir

METODE PENELITIAN

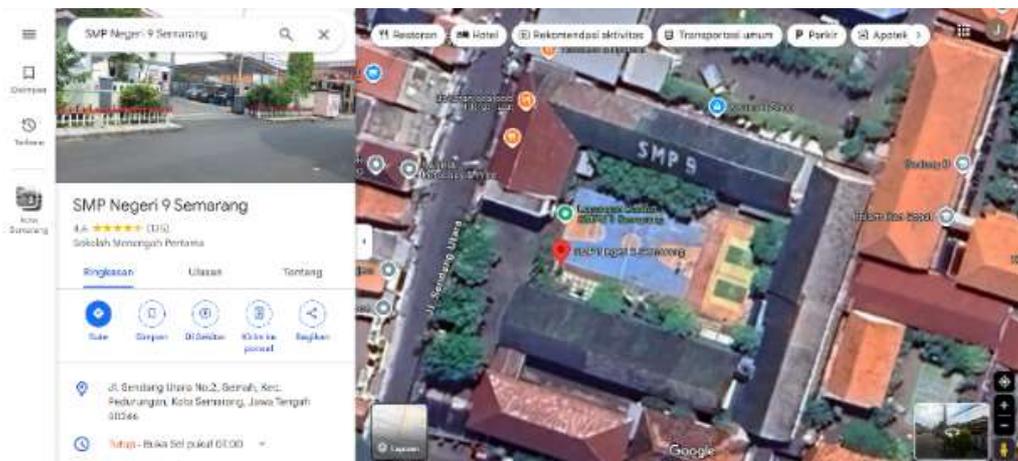
Pada Penelitian ini penulis pertama – tama menentukan lokasi penelitian terlebih dahulu. Lalu mengumpulkan sumber referensi yang terkait dengan sistem penangkal petir dari jurnal – jurnal, buku, ataupun penelitian lain yang membahas tentang proteksi petir yang digunakan sebagai dasar penilitan. Selanjutnya menentukan tahapan proses pengambilan data, prosedur penelitian, serta tahapan proses pengujian . Setelah itu melakukan pengecekan sistem penangkal petir di SMP Negeri 9 Kota Semarang baik secara fisik maupun visual. Tahap selanjutnya pengambilan data dengan menggunakan

earth tester. Lalu, dilanjutkan dengan melakukan analisa dan pembahasan dari data yang didapat dan mendapatkan kesimpulan.

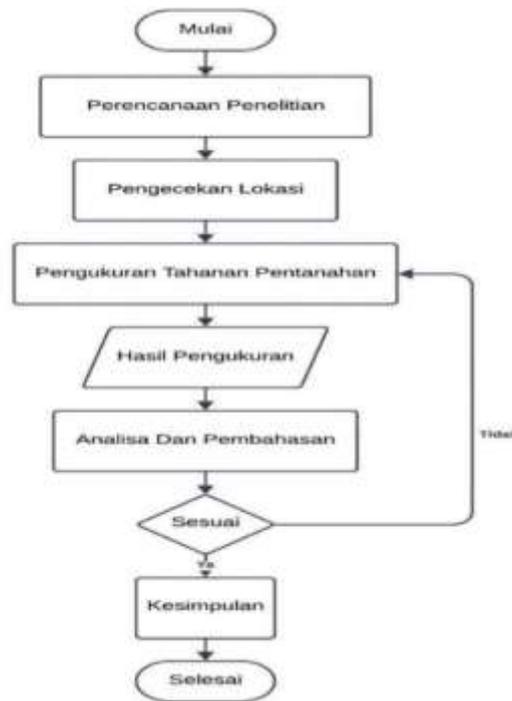


Gambar 2. 1 Denah SMP Negeri 9 Kota Semarang

Untuk ukuran gedung D memiliki Panjang 50 m, tinggi 12 m dan lebar 10 m dengan luas 500 m² dan memiliki 3 lantai. Gedung A memiliki panjang 30 m, tinggi 10 m dan lebar 10 m dengan luas 300 m² dan memiliki 2 lantai. Gedung B memiliki panjang 25 m, tinggi 10 m dan lebar 10 m dengan luas bangunan 250 m² dan memiliki 2 lantai. Gedung C memiliki Panjang 40 m, tinggi 10 m dan lebar 10 m dengan luas bangunan 400 m² dan memiliki 2 lantai. Objek penelitian dilakukan di SMP Negeri 9 Kota Semarang yang beralamatkan Jl. Sendang Utara No.2, Gemah, Kec. Pedurungan, Kota Semarang, Jawa Tengah 50246.



Gambar 2. 2 Denah Lokasi SMP Negeri 9 Kota Semarang



Gambar 2. 3 Flowchart Penelitian

Proses Pengambilan Data

Dalam melakukan penelitian, diperlukan adanya proses dalam pengambilan data, berikut adalah proses pengambilan data penelitian :

1. Menentukan Lokasi pengambilan data
2. Mengumpulkan sumber referensi terkait dengan penangkal petir
3. Menentukan prosedur dan tahapan penelitian
4. Melakukan pengukuran dan pengambilan data dengan alat ukur *earth tester*
5. Menganalisa data yang di dapat serta mendapatkan kesimpulan

Prosedur Penelitian

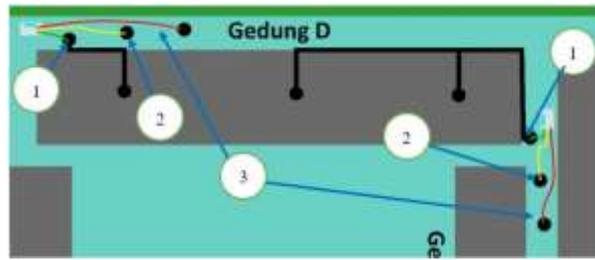
Berikut tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Menentukan model penelitian dan terminasi udara
2. Melakukan observasi untuk pengamatan dan mengumpulkan data terhadap objek pengamatan seperti denah sekolah, luas lahan dan letak proteksi petir yang ada.
3. Melakukan pengukuran pentanahan menggunakan alat ukur *earth tester* dengan merk Kyoritsu – 4105A
4. Menghitung radius proteksi petir SMP Negeri 9 Kota Semarang menggunakan persamaan (2.1).

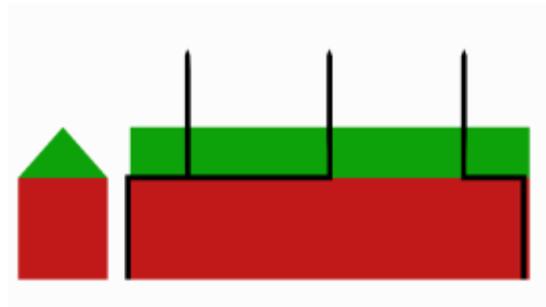
5. Menentukan kebutuhan akan proteksi petir menggunakan standar PUIPP dengan persamaan (2.6).
6. Menentukan kebutuhan akan proteksi petir menggunakan NFPA 780 menggunakan persamaan (2.7).
7. Menentukan kebutuhan proteksi petir berdasarkan IEC 1024-1-1 menggunakan persamaan (2.8) sampai (2.10).
8. Menghitung efisiensi untuk mencari sudut radius proteksi konvensional dengan menggunakan persamaan (2.11).
9. Jika sudah maka melakukan Analisa dari perhitungan, pengukuran dan mengambil Kesimpulan dari hasil analisa.

Proses Pengukuran

1. Lakukan kalibrasi pada alat earth tester.
2. Tempatkan kabel konektor pada masing-masing tempat yaitu untuk kabel konektor warna hijau sambungkan ke grounding yang sudah terpasang sebelumnya.
3. Kabel warna merah dan warna kuning sambungkan pada batang elektroda bantu yang sudah ditancapkan ke tanah dengan jarak 5-10 meter atau 10 – 20 meter.
4. Cek *earth voltage* yaitu dengan cara mengarahkan selector ke *earth voltage* jika tegangan menunjukkan kurang dari 10 V bisa dilanjutkan untuk melakukan pengukuran dan jika tegangan menunjukkan lebih dari 10 V maka tidak bisa dilakukan untuk pengukuran dikarenakan dapat merusak alat tersebut.
5. Lakukan pengecekan *earth voltage*, bisa dimulai untuk pengukuran dengan cara mengarahkan selector ohm pada posisi 2000 Ω setelah itu turunkan ke 200 Ω , turunkan lagi ke 20 Ω dari range range tersebut akan menampilkan hasil pengukurannya, dan jangan lupa untuk menekan tombol *press to test* dan putar ke arah *lock*.
6. Titik penempatan kabel konektor dapat dilihat pada gambar 3.4 dan jalur penangkal petir pada gedung D dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Diagram dan titik pengukuran (atas)



Gambar 2. 5 Diagram Jalur Penangkal Petir Pada Gedung D (belakang)



Gambar 2. 6 Kyoritsu 4105-A



Gambar 2. 7 Proses Pengukuran

Metode Pengujian

1. Metode Fall-of-Potential (Pengujian 3 Titik)

Cara ini menggunakan alat uji tahanan tanah dengan tiga buah elektroda, yaitu elektroda arus, elektroda potensial, dan elektroda tanah. Dengan metode ini, nilai resistansi sistem pembumian dapat diukur dengan lebih akurat.

2. Metode Clamp-On

Pada metode ini, alat uji penjepit (Earth Ground Clamp Meter) digunakan untuk mengukur resistansi tanah tanpa harus memutus sambungan pembumian yang sudah ada. Cara ini sangat praktis karena tidak memerlukan pemasangan elektroda tambahan.

3. Metode Wenner (Pengujian 4 Titik)

Metode ini lebih sering digunakan untuk mengukur tingkat resistivitas tanah sebelum sistem pembumian dipasang. Dengan menggunakan empat elektroda yang ditempatkan di permukaan tanah pada jarak tertentu, metode ini membantu menentukan jenis tanah dan efektivitasnya dalam menghantarkan arus listrik.

Pengujian Tingkat resistensi tanah yang digunakan pada Gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang adalah metode pengujian Fall-Off-Potential karena earth tester kyoratsu 4105-A menggunakan tiga buah elektroda untuk melakukan pengukuran resistansi pada sistem proteksi petir.

Alat dan bahan

Untuk alat dan bahannya meliputi :

1. Laptop
2. Earth Tester
3. Alat tulis

Data Penelitian

Pada penelitian analisa Perencanaan penangkal petir membutuhkan data penelitian yaitu dimensi gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang, Hari guruh Kota Semarang Pentanahan di SMP Negeri 9 Kota Semarang dan luas Area bangunan.

A. Data Hari Guruh Kota Semarang Tahun 2024

Berdasarkan data BMKG Stasiun Klimatologi Kota Semarang, data hari guruh pada tahun 2024 bisa dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 2. 1 Data Hari Guruh Kota Semarang Tahun 2024

Bulan	Jumlah Hari Guruh
--------------	----------------------------------

Januari	14
Februari	13
Maret	10
April	17
Mei	1
Juni	3
Juli	2
Agustus	2
September	7
Oktober	10
November	20
Desember	17

Hari guruh tertinggi terjadi pada bulan November 2024, yaitu sebanyak 20 hari.
 Hari guruh yang terjadi pada tahun 2024 sebanyak 116 hari.

B. Hasil Pengukuran Pentanahan

Tabel 2. 2 Hasil Pengukuran Pentanahan

No	Gedung	Hasil Pengukuran	
		Pengukuran 1	Pengukuran 2
1	D (Titik 1)	1,96 Ω	1,94 Ω
2	D (Titik 2)	1,42 Ω	1,42 Ω

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Sistem Proteksi Petir Pada SMP Negeri 9 Kota Semarang

Tabel 3. 1 Data Peralatan Proteksi Petir Yang Ada Di SMPN 9 Kota Semarang

No	Gedung	Terminasi Udara	Bak Kontrol
1	D	3 Buah	Tidak Ada

2	C	-	-
3	B	-	-
4	A	-	-

Pada SMP Negeri 9 Kota Semarang, terdapat 3 buath terminasi tanpa bak kontrol pada gedung D, sedangkan pada gedung A, B dan C tidak terdapat penangkal petir. Jenis penangkal petir yang digunakan adalah jenis konvensional tipe sistem sangkar faraday karena terdapat 3 terminasi dengan 2 titik konduktor. Jenis konvensional adalah penangkal petir dengan 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 sedangkan tipe sistem faraday adalah tipe sistem yang menggunakan banyak terminasi udara yang terhubung ke satu grounding untuk memberikan perlindungan yang lebih menyeluruh dan merata pada bangunan.

Kondisi Fisik Sistem Pentanahan Pad Gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, sistem pentanahan pada SMP Negeri 9 Kota Semarang terdapat konduktor penyalur ke bawah tanah yang menggunakan kawat *Bare Copper Conductor* (BCC) dan tanpa bak kontrol



Gambar 3. 1 Konduktor Pada Gedung D Titik 1



Gambar 3. 2 Konduktor Pada Gedung D Titik 2

Pada gambar 4.1 dapat dilihat konduktor pada titik 1 ditanam pada tanah dan kondisi konduktor dalam keadaan baik karena terlindungi oleh pipa PVC. Begitu pula konduktor pada titik 2 di gambar 4.2 dimana konduktor ditanam di dalam tanah dan kondisi konduktor juga baik karena terlindungi oleh pipa PVC. Terdapat lubang pada pipa, ini dilakukan secara sengaja agar dapat dilakukan pengukuran menggunakan *earth tester* karena pipa PVC ditanam cukup dalam.

Perhitungan Radius Petir Konvensional

Berdasarkan data gedung di SMP Negeri 9 Kota Semarang diketahui Gedung D memiliki tinggi 12 meter dengan terminasi udara sekitar 3 meter. Sehingga didapat tinggi total adalah 15 meter. Berdasarkan tabel 2.1 tingkat proteksi petir berada di level 1 dengan sudut 25° . Radius proteksi dapat menggunakan persamaan :

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

$$r = 15 \cdot \tan 25^\circ$$

$$r = 6,99 \text{ meter}$$

Hasil perhitungan radius proteksi petir konvensional yang didapatkan dari sistem proteksi petir konvensional di gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang adalah Gedung D 6,99 meter. Untuk melakukan analisa kelayakan dibutuhkan data gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang dan data hari guruh Kota Semarang tahun 2024. Maka dapat diketahui apakah sistem penangkal petir yang digunakan sudah memenuhi standar atau belum.

Berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)

Nilai indeks PUIPP pada gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang adalah sebagai berikut :

1. Merujuk pada tabel 2.3 gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang memiliki indeks A senilai 3 karena bangunannya sekolah.
2. Merujuk pada tabel 2.4 gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang memiliki indeks B senilai 2 karena bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi dengan atap bukan logam.
3. Merujuk pada tabel 2.5 gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang memiliki Indeks C senilai 2 karena tinggi bangunan sampai 12 meter.
4. Merujuk pada tabel 2.6 gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang memiliki indeks D senilai 0 karena berada di tanah datar pada semua ketinggian.

5. Merujuk pada tabel 2.7 yang berdasarkan pada hari guruh Kota Semarang tahun 2024, gedung SMP Negeri 9 Kota Semarnag memiliki indeks E senilai 6 karena memiliki hari guruh sebanyak 116 kali.

Berdasarkan nilai indeks-indeks PUIPP, maka nilai indeks R pada gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang adalah :

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

$$R = 3+2+2+1+6$$

$$R = 14$$

Berdasarkan kebutuhan sistem proteksi petir tersebut didapatkan nilai $R = 14$. Berdasarkan tabel 2.8 dengan nilai indeks tersebut menunjukkan gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang memiliki perkiraan sambaran petir yang besar sehingga sangat dianjurkan untuk melakukan pengamanan terhadap sambaran petir.

Berdasarkan National Fire Protection Association (NFPA) 780

1. Merujuk pada tabel 2.9 gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang memiliki indeks A senilai 9 karena merupakan bangunan sekolah.
2. Merujuk pada tabel 2.10 gedung SMP Negeri 9 Kota Semarnag memiliki indeks B senilai 3 dikarenakan kerangka struktur beton bertulang dengan jenis atap campuran aspal, tera tau genteng.
3. Merujuk pada tabel 2.11 gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang memiliki indeks C senilai 5 dikarenakan bangunan area dalam gedung yang lebih rendah dengan bangunan besar yang melingkupi area lebih dari 929 m².
4. Merujuk pada tabel 2.12 gedung SMP Negeri 9 Kota Semarnag memiliki indeks D senilai 1 dikarenakan lokais pada tanah datar.
5. Merujuk pada tabel 2.13 gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang memiliki indeks E senilai 6 dikarenakan banguna berisi lebih dari 50 orang.
6. Merujuk pada tabel 2.14 gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang memiliki indeks F senilai 1 dikarenakan IKL (*Iso Kreaunic Level*) sebanyak lebih dari 70.

Berdasarkan kebutuhan sistem proteksi merujuk pada niali indeks NFPA 780, maka niali indeks R pada gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang adalah :

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

$$R = \frac{9+3+5+1+6}{1}$$

$$R = 24$$

Bedasarkan hasil perhitungan diatas besarnya kebutuhan sistem proteksi petir NFPA, $R = 24$ mengacu pada tabel 2.15 menunjukkan bahwa SMP Negeri 9 Kota Semarang sangat memerlukan pengamanaan sistem proteksi petir yang efektif dikarenakan memiliki perkiraan sambaran petir yang sangat besar.

Berdasarkan Standar IEC 1024-1-1

Frekuensi sambaran petir rata-rata ke dalam tanah tahunan (N_g) pada SMP Negeri 9 Kota Semarang yang memiliki hari guruh 116 hari/tahun, berdasarkan persamaan 2.9 adalah :

$$N_g = 0,04 \cdot IKL^{1/25} / km^2 / thn$$

$$N_g = 0,04 \cdot 116^{1/25}$$

$$N_g = 15,2 \text{ sambaran} / km^2 / thn$$

Area cakupan daerah proteksi (A_e) pada gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang dengan lebar bangunan (b) 10 m, Panjang bangunan (a) = 50 m dan tinggi bangunan (h) = 12 m menggunakan persamaan 2.10 :

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

$$A_e = (50 \cdot 10) + (6 \cdot 12)(50 + 10) + (9 \cdot 3,14 \cdot 12^2)$$

$$A_e = 500 + 4.320 + 4.069,44$$

$$A_e = 8.889,44 \text{ m}^2$$

Perhitungan frekuensi rata-rata sambaran petir setempat menggunakan persamaan 2.11 :

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

$$N_d = 15,2 \cdot 8.889,44 \cdot 10^{-6}$$

$$N_d = 0,1351 / tahun$$

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

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

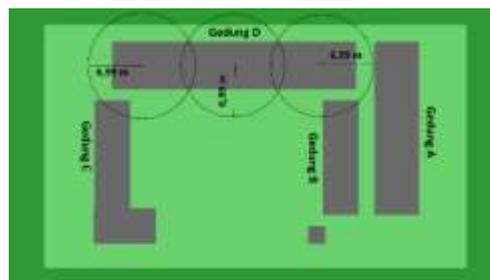
$$E \geq 1 - \frac{0,1}{0,1351}$$

$$E \geq 0,26 = 26\%$$

Karena nilai E sebesar 0,26 atau 26% maka berdasarkan tabel 2.16 dengan hasil lebih dari 0% atau >0 dan kurang dari 80% atau <80 maka efisiensi sistem proteksi petir pada Gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang berada pada tingkat proteksi IV.

Hasil Analisa Sistem Proteksi Petir Eksternal Pada Gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang

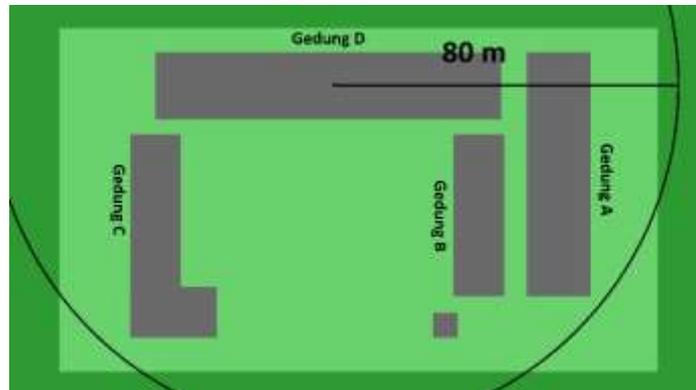
Berdasarkan pada perhitungan – perhitungan yang sudah dilakukan maka diperoleh nilai yang dapat digunakan dengan metode sudut proteksi. Sistem proteksi yang terpasang pada Gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang adalah proteksi petir jenis konvensional. Merujuk pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Radius Proteksi Petir Konvensional Pada SMP Negeri 9 Kota Semarang (Tampak Atas)

Dengan menggunakan sudut 25° dan Panjang terminasi sekitar 3 meter di dapat radius penangkal petir sekitar 6,99 meter. Dapat dilihat Gedung SMP Negeri 9 Kota Semarang tampak dari atas belum sepenuhnya melindungi seluruh bangunan dari sambaran petir. Hanya gedung D dimana terminasi udara ditempatkan yang terlindungi oleh petir dikarenakan gedung tersebut memiliki bangunan yang lebih tinggi dari bangunan lainnya pada area SMP Negeri 9 Kota Semarang, sedangkan gedung A,B dan C belum terlindungi oleh petir karena berada di luar radius proteksi petir. Sehingga di perlukan penangkal petir tambahan yang dapat diletakkan pada gedung A, B dan C

sehingga gedung tersebut juga terlindungi dari sambaran petir atau dengan mengganti penangkal petir konvensional menjadi elektrostatik yang memiliki jangkauan lebih luas.



Gambar 3. 4 Radius Proteksi Petir SMP Negeri 9 Kota Semarang dengan Penangkal Petir Elektrostatik (Tampak Atas)

Perkiraan radius penangkal petir yang dapat melindungi semua gedung pada SMP Negeri 9 Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 4.4. Dapat dilihat dengan menambahkan penangkal petir jenis elektrostatik sebanyak 1 buah pada gedung D dan gedung B sudah dapat melindungi semua gedung pada SMP Negeri 9 Kota Semarang secara optimal dengan radius 80 m

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Analisa Kelayakan Sistem Pentanahan Penangkal Petir di SMP Negeri 9 Kota Semarang maka didapatkan Kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengamatan secara fisik, kondisi kawat penangkal petir alam kondisi baik dan dilindungi dengan PVC dengan kondisi yang masih bagus, tetapi tidak terdapat bak control pada sistem proteksi petir. Hal ini dapat menyebabkan kabel dan elektroda tanah lebih rentan terhadap kerusakan dan gangguan mekanis. Kendala lainnya adalah pemeriksaan dan pemeliharaan sistem proteksi petir menjadi lebih sulit.
2. Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan Earth Tester, nilai resistansi sistem pentanahan penangkal petir di SMP Negeri 9 Kota Semarang berada pada 1,95 Ω dan 1,42 Ω . Nilai ini masih memenuhi standar PUILL 2014 yang mensyaratkan resistansi di bawah 5 Ω , sehingga dari segi pentanahan, sistem masih tergolong layak.

3. Dari perhitungan dengan metode PUIPP, diperoleh indeks risiko petir $R = 14$, yang menunjukkan bahwa sekolah ini berada di daerah dengan potensi sambaran petir yang tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa diperlukan perlindungan tambahan untuk meningkatkan keamanan.
4. Hasil analisis menggunakan standar NFPA 780 menunjukkan indeks risiko petir $R = 23$, yang menandakan bahwa sistem proteksi petir di sekolah ini sangat perlu ditingkatkan untuk memastikan keamanan bangunan dan penghuninya.
5. Perhitungan berdasarkan standar IEC 1024-1-1 menunjukkan bahwa efisiensi sistem proteksi petir yang ada hanya sebesar 26%, sehingga sekolah ini masuk dalam kategori tingkat proteksi IV. Hal ini menandakan bahwa sistem yang ada saat ini masih kurang efektif dalam memberikan perlindungan optimal terhadap sambaran petir.
6. Kondisi penangkal petir konvensional yang digunakan di SMP Negeri 9 Kota Semarang masih belum optimal. Beberapa bangunan belum terlindungi dengan baik, sehingga perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut untuk memastikan sistem proteksi dapat mencakup seluruh area sekolah.

Saran

1. Saran dari penulis untuk sistem proteksi petir pada SMP Negeri 9 Kota Semarang adalah menambah lagi jumlah penangkal petir pada gedung lainnya karena penangkal petir hanya terdapat pada satu gedung saja
2. Penulis menyarankan memilih penangkal petir jenis elektrostatis dikarenakan biaya yang tidak jauh dengan konvensional tetapi memiliki radius proteksi yang lebih luas

DAFTAR PUSTAKA

- R. Duanaputri, Ruwah Joto, Sigi Syah Wibowo, and Fery Nova Dwi Prasetyo, "Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri Bengkel Pembuatan Mesin CV. Karya Brawijaya," *ELPOSYS J. Sist. Kelistrikan*, vol. 8, no. 3, pp. 1–7, 2021, doi: 10.33795/elposys.v8i3.53.
- R. Harahap and I. E. Sinambela, "Evaluasi Penangkal Petir Eksternal Dengan Membandingkan Metode Sudut Proteksi, Metode Jala-Jala Dan Bola Bergulir

- (Studi Kasus Gedung Biro Rektor USU),” *JET (Journal Electr. Technol.,* vol. 8, no. 3, pp. 112–118, 2024, doi: 10.30743/jet.v8i3.8803.
- F. Triyaningsih, W. Priyatin, P. Y. Banyumas, and P. Y. Banyumas, “EDUKASI PEMBERANTASAN JENTIK – JENTIK NYAMUK PADA KELUARGA TN . H DENGAN POST DEMAM BERDARAH DI DESA PETIR EDUCATION ON ELIMINATING MOSQUITO LARMS IN TN . H,” pp. 671–677, 2025.
- P. Mahadi, E. Vonica, S. I. Rezkika, and S. Novalianda, “Evaluasi sistem penggrounding tower base transceiver station pada PT. X,” *J. Vor.,* vol. 3, no. 1, pp. 209–215, 2022, doi: 10.54123/vorteks.v3i1.160.
- M. M. Arief Wahyuadji, N. Purwasih, D. Permata, and H. H. Sinaga, “Desain Sistem Proteksi Eksternal Gedung Terhadap Surja Petir Di Museum Negeri Lampung,” *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro,* vol. 26, no. 2, pp. 95–104, 2024, doi: 10.14710/transmisi.26.2.95-104.
- T. Ginting, N. Janter, G. P. Andrew, and A. Pane, “Simulasi Tegangan Induksi Kabel Akibat Arus Petir Pada Kawat Penangkal Petir,” *J. Teknol. Energi Uda,* vol. 9, no. 2, pp. 115–122, 2020.
- C. M. Nadeak and I. Irfan, “Analisis Penangkal Petir Pada Peralatan Antena Radar Di Kantor Airnav Indonesia Cabang Pembantu Pangkalan Bun,” *J. EEICT (Electric Electron. Instrum. Control Telecommun.,* vol. 5, no. 1, pp. 4–9, 2022, doi: 10.31602/eeict.v5i1.6861.
- U. Sultan, A. Tirtayasa, U. Sultan, A. Tirtayasa, P. Petir, and L. Protection, “Analisis Pemasangan Arrester Pada jaringan SUTM P . Dewasa untuk Pengurangan Dampak Petir PT . PLN (Persero) UP3 CIKUPA,” vol. 14, no. 2, pp. 120–124, 2024.
- Sukamdi, Sri Wahyuni Dali, Chandra Wiharya, and Abdu Alimil Asror, “Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri Furniture,” *Elposys J. Sist. Kelistrikan,* vol. 9, no. 2, pp. 52–57, 2023, doi: 10.33795/elposys.v9i2.616.
- D. A. Asfani et al., “Sosialisasi Serta Pembuatan Buku Panduan Mengenai Bahaya dan Mitigasi Petir Guna Mengurangi Resiko Tersambar Petir di Desa Ngendut, Ponorogo,” *Sewagati,* vol. 8, no. 3, pp. 1557–1564, 2024, doi: 10.12962/j26139960.v8i3.840.
- M. L. Simanullang, F. J. Likadja, and A. S. Sampeallo, “Perencanaan Instalasi Penyalur Petir Kurn R-150 Pada Gedung Auditorium Universitas Nusa Cendana Kupang,” *J. Media Elektro,* vol. XII, no. 2, pp. 49–56, 2023, doi: 10.35508/jme.v12i2.10198.

- K. Biantoro, I. W. Arta Wijaya, and I. G. N. Janardana, "Pemilihan Jenis Penangkal Petir Untuk Mengamankan Area Gedung Beserta Peralatan Pada Perumahan Nusa Dua Highland," *J. SPEKTRUM*, vol. 7, no. 1, p. 131, 2020, doi: 10.24843/spektrum.2020.v07.i01.p19.
- Hanung Yoba Abriyanto, "Analisis Efektifitas Pemasangan Proteksi Petir Berdasarkan Tingkat Ancaman Sambaran Petir Cloud to Ground di Titik Tower Transmisi Air Anyir - Pangkalpinang," *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 17, no. 3, pp. 235–241, 2023, doi: 10.23960/elc.v17n3.2486.
- J. A. Ametembun, "Perancangan Sistem Penyalur Petir Eksternal Di Area Tangki Timbun Integreted Terminal X," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Energi dan Miner.*, vol. 2, no. 1, pp. 607–612, 2022, doi: 10.53026/sntem.v2i1.885.
- J. Yalindua, B. Kilis, and H. Sumual, "Perancangan Sistem Pentanahan Gedung Pusat Komputer Universitas Negeri Manado," *J. EDUNITRO J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, pp. 71–80, 2022, doi: 10.53682/edunitro.v2i2.4019.
- BSN, "Sni 03-7015-2004," *Sni 03 - 6572 - 2001*, p. 112, 2004.
- E. Noviana and S. Karim, "Perancangan Penangkal Petir Di Instalasi Pengolahan Air (Ipa) Manarap Pada Perusahaan Daerah Air Minum Intan Banjar," *J. EEICT (Electric Electron. Instrum. Control Telecommun.)*, vol. 5, no. 2, pp. 18–24, 2022, doi: 10.31602/eeict.v5i2.9212.
- A. Sunawar, D. Daryanto, K. E. Kristian, J. A. Angwen, A. Nabila, and G. Nurfatimah, "Penyuluhan Bahaya Petir Pada Warga Muara Gembong," *J. Pengabd. Masy. Progresif Humanis Brainstorming*, vol. 6, no. 1, pp. 103–111, 2023, doi: 10.30591/japhb.v6i1.4487.
- M. Elsyani, M. Muliadi, and R. Adriat, "Pemetaan Kerapatan Sambaran Petir di Kota Pontianak dan Kabupaten Kubu Raya," *Prism. Fis.*, vol. 10, no. 3, p. 315, 2023, doi: 10.26418/pf.v10i3.58132.
- Rofiqoh Ainun and Muhammad Abu Bakar Sidik, "Evaluasi Sistem Proteksi Petir Eksternal Pada Gedung Aula Dan Pusat Kegiatan Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Sriwijaya," *J. Rekayasa Elektro Sriwij.*, vol. 2, no. 1, pp. 116–126, 2020, doi: 10.36706/jres.v2i1.25.
- P. Di and S. Bangek, "PADA GEDUNG KULIAH TERPADU KAMPUS UIN IMAM BONJOL," vol. 3, no. 1, pp. 7–9, 2025.