

Perencanaan Sistem Penyalur Petir Eksternal Pada Gedung SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang

Aditya Surya Medika

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Puji Slamet

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Reza Sarwo Widagdo

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Alamat: Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Korespondensi penulis: adityasoeryamedika@gmail.com

Abstract: *Lightning is a natural phenomenon that can damage buildings. There is a solution to dealing with damage from lightning strikes, namely by installing lightning protection. Lightning protection consists of termination rods, distribution cables and earthing, from the results of analysis and calculations at the Sultan Agung 1 Tebuireng Vocational High School building, Jombang requires a total 11 termination rods, 2 distribution cables for each building and 2 rods planted 3 meters deep with a distance of 15 meters so that the grounding value is below 5 ohms*

Keywords: *Lightning, Protection, Puil 2000*

Abstrak. Indonesia yang letak geografisnya membuat petir .Petir merupakan gejala alam yang dapat merusak bangunan.terdapat solusi untuk mengatasi kerusakan dari sambaran petir yaitu dengan pemasangan proteksi petir.ptoteksi petir terdiri dari batang terminasi ,kabel penyalur dan pembedaan,dari hasil analisa dan perhitungan pada gedung SMK sultan agung 1 tebuireng jombang membutuhkan total 11 batang terminasi, 2 buah kabel penyalur untuk setiap gedung serta 2 buah rod yang di tanam sedalam 3 meter dengan jarak 15 meter sehingga nilai pentanahan di bawah 5 ohm sesuai dengan standar puipp (KEPUTUSAN MENTERI PEKERJAAN UMUM, t.t.)

Kata kunci: Petir, Proteksi, Puil 2000

LATAR BELAKANG

Dikarenakan wilayah Indonesia yang mempunyai curah hujan cukup tinggi (Nadhiroh, t.t.)sehingga menjadikan wilayah Indonesia beresiko terjadinya petir (Hudha, t.t.)yang dapat merusak bangunan.dikarenakan efek akibat sambaran petir terdapat cara untuk mengatasinya yaitu dengan dirancangnya sistem proteksi petir . (Sampeallo dkk., 2020)Penelitian yang dilakukan penulis kali ini berada di SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang ,dikarenakan Sekolah tersebut belum memasang proteksi petir. Penelitian yang dilakukan ini akan merancang serta menghitung perkiraan biaya pemasangan sistem proteksi tersebut .

KAJIAN TEORITIS

Terdapat beberapa teori yang dapat digunakan dalam merancang sistem proteksi petir antara lain :

1. Petir Dimana petir memiliki jenis , gelombang , arus ,kerapatan sambaran , serta jarak sambar dimanana hal ini sangat memepengaruhi jenis proteksi yang digunakan serta bahan yang akan yang akan digunakan dalam pemasngan proteski petir(Duanaputri dkk., t.t.)
2. Perhitungan Resiko dimana perhitungan ini digunakan untuk menentukan tingkat resiko bahaya petir mulai drai tingat 1 sampai tingkat 4 (Ghani & Arfianto, t.t.)
3. Perhitungan kebutuhan dimana perhitungan ini meliputi perhitungan kebutuhan tiang terminasi, perhitungan kebutuhan kabel penyalur serta perhitungan kebutuhan untuk sistem pentanahan(Nawir dkk., 2018)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang sistem penyalur petir pada gedung Sekolah SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang.terdapat langkah langkah perencanaan yang dilakukan,Antara lain :

A. Prosedur Penelitian

Dalam pengumpulan data (Prima Prayeni dkk., 2020),penulis melakukan observasi dan pengukuran.dimana hal ini dilakukan di BMKG dan Smk Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang. dimana didapatkan jumlah hari guruh dalam satu tahun adalah 183 kali.

B. Teknik Analisa Data

Data data yang diperoleh akan dianalisa sehingga dapat merenakan sistem proteksi yang baik.langkah langkah analisa data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut (Rohani, 2017)

1. Penentuan Tingkat kebutuhan proteksi gedung menggunakan persamaan (Ermawati, 2022):

$$R = A + B + C + D + E \quad (1)$$

R = Perkiraan akan bahaya

A = Tingkat bahaya yang didasari jenis bangunan

B = Tingkat bahaya yang didasari jenis kontruksi bangunan

C = Tingkat bahaya yang didasari tinggi bangunan

D = Tingkat bahaya yang didasari situasi bangunan

E = Tingkat bahaya yang didasari hari guruh

2. Perhitungan nilai rapat sambar petir menggunakan persamaan(Adrian & Arsyad, t.t.)

$$Ng = 0,04 \times Td^{1,25} \quad (2)$$

Td = Jumlah hari guruh per tahun

3. Perhitungan luas daerah proteksi menggunakan persamaan

$$Ae = ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2 \quad (3)$$

a = Panjang bangunan

b = Lebar bangunan

h = Tinggi bangunan

4. Perhitungan rata rata tahunan sambaran petir menggunakan persamaan (Karta, 2020)

$$Nd = Ng \times Ae \times 10^{-6} \quad (4)$$

5. Perhitungan kelas tingkat proteksi gedung menggunakan persamaan(Dali dkk., t.t.)

$$E = 1 - \frac{0,1}{Nd} \quad (5)$$

6. Perhitungan jarak sambaran petir menggunakan persamaan(Wongso & Rajagukguk, t.t.)

$$R_s = 10 \times I_{max}^{0,65} \quad (6)$$

I_{max} = Arus maximal sesuai tingkat proteksi

7. Perhitungan sudut proteksi tiang splitzer menggunakan persamaan (Rianda dkk., 2022)

$$\theta = \sin^{-1}\left(1 - \frac{h}{R_s}\right) \quad (7)$$

h =Tinggi bangunan + tinggi tiang splitzer

8. Perhitungan radius proteksi tiang splitzer menggunakan persamaan (Lasut, t.t.)

$$r = \frac{h}{\sin(90^\circ - \theta)} \sin \theta \quad (8)$$

9. Perhitungan kebutuhan jumlah splitzer menurut NFPA dapat menggunakan persamaan(Cooray, 2015)

$$\text{Jumlah} = \frac{\text{Panjang Bangunan}}{\text{Jarak Antar terminasi}} \quad (9)$$

10. Perhitungan nilai resistansi penghantar dapat menggunakan persamaan

$$R = \frac{l \cdot \rho}{A} \quad (10)$$

l = Panjang

ρ = Resistivitas bahan

A = Luas penampang

11. Perhitungan luas penampang penghantar menggunakan persamaan (Nasution, t.t.)

$$A = I_{max} \times \sqrt{\frac{R \times s}{\log_{10}\left(\frac{T}{274} + 1\right)}} \quad (11)$$

s = Waktu sambar petir

T = Temperatur

12. Perhitungan kenaikan tegangan penghantar menggunakan persamaan (Hakim dkk., t.t.)

$$U_m = I_m \times R \quad (12)$$

13. Perhitungan sistem pentanahan menggunakan persamaan (Naibaho & Sofiyani, 2021)

- untuk 1 batang elektroda

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(L \ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \quad (13)$$

- untuk lebih dari 1 elektroda

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(L \ln \frac{4L}{a} - 1 \right) (2L + \sqrt{S^2 + 4L^2}) + \frac{s}{2L} - \frac{\sqrt{S^2 + 4L^2}}{2L} \quad (14)$$

L = Kedalaman tanam elektroda

S = Jarak antar elektroda

a = diameter elektroda

14. Perhitungan biaya pemasangan

$$\text{Biaya} = \text{Jumlah} \times \text{Harga} \quad (15)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hasil dan pembahasan penulis mengikuti teknik analisa data yang sebelumnya sudah di tentukan antara lain :

1. Penentuan Tingkat kebutuhan proteksi gedung. SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang memiliki 3 gedung yang belum memiliki proteksi petir. data ukuran gedung sebagai berikut :

Tabel 1. Ukuran Bangunan SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang

Nama	P	L	T	Bahan Atap	Bahan Tembok
2A	67,33	8,23	9,11	Cor	Bata
2B	40,21	7,15	9	Genteng	Bata
Bengkel	40,3	17,18	9	Plat	Bata

2. Dari data data diatas diperoleh nilai R atau perkiraan bahaya gedung sebagai berikut

Tabel 2. Hasil perhitungan nilai resiko gedung

Nama	A	B	C	D	E	R	TINGKAT
2A	3	2	2	0	6	13	Dianjurkan
2B	3	2	2	0	6	13	Dianjurkan
Bengkel	3	1	2	0	6	12	Dianjurkan

Maka dari hasil penghitungan gedung gedung di SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang dianjurkan untuk memasang proteksi petir.

3. Dalam perhitungan kerapatan sambaran petir dibutuhkan data hari guruh dari bmkg Hasil obervasi data hari guruh dari BMKG sebagai berikut

Tabel 3. Data hari guruh

Bulan	Jumlah Hari Guruh
Januari	18
Februari	14
Maret	30
April	28
Mei	20
Juni	0
Juli	0
Agustus	0
September	0
Oktober	18
November	30
Desember	25
TOTAL	183

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (2) didapatkan nilai N_g sebesar 26,92

4. Perhitungan luas daerah proteksi

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (3) setiap gedung Smk Sultan agung 1 memiliki nilai A_e sebagai berikut :

Nama Gedung	Nilai A_e
2A	7029,59225
2B	5134,0015
Bengkel	6085,334

Tabel 4. Luas daerah proteksi

5. Perhitungan rata rata tahunan sambaran petir

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (4) didapatkan nilai N_d sebagai berikut :

Nama Gedung	Nilai N_d
2A	0,47
2B	0,27
Bengkel	0,38

Tabel 5. Rata rata tahunan sambaran petir

6. Perhitungan kelas tingkat proteksi gedung

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (5) diketahui bahwa gedung SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang berada pada tingkat IV pada standard PUIPP

7. Perhitungan jarak sambaran petir

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (6) diketahui bahwa dengan tingkat IV yang dimana nilai arus maximum adalah 100kA jarak sambaran petirnya adalah 199,52

8. Perhitungan sudut proteksi tiang splitzer

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (7) menggunakan tiang splitzer 1m , 1,5m dan 2m didapatkan nilai sudut sebagai berikut :

Nama Gedung	Tinggi dan Sudut		
	1m	1.5m	2m
Gedung 2A	71,68 ⁰	71,23 ⁰	70,79 ⁰
Gedung 2B	71,78 ⁰	71,32 ⁰	70,88 ⁰
Bengkel	71,78 ⁰	71,32 ⁰	70,88 ⁰

Tabel 6. Sudut proteksi tiang splitzer

9. Perhitungan radius proteksi tiang splitzer

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (8) menggunakan tiang splitzer 1m , 1,5m dan 2m didapatkan nilai Radius sebagai berikut

	Tinggi dan Radius		
Nama Gedung	1m	1.5m	2m
Gedung 2A	30,52	31,21	31,87
Gedung 2B	30,37	31,05	31,72
Bengkel	30,37	31,05	31,72

Tabel 7. Radius Ptoteksi tiang splitzer

10. Perhitungan kebutuhan jumlah splitzer menurut NFPA

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (9) dengan menggunakan standar NFPA didapatkan hasil sebagai berikut :

Nama Gedung	Jumlah Splitzer
2A	5
2B	3
Bengkel	3

Tabel 8. Jumlah splitzer tiap gedung

11. Perhitungan luas penampang penghantar

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (10) dan (11) didapatkan hasil sebagai berikut

	Bahan dan Nilai		
Nama Gedung	Aluminium	Besi	Tembaga
2A	73,77	61,19	52,01
2B	32,29	48,27	41,03
Bengkel	35,54	53,08	45,04

Tabel 9. Minimum luas penghantar tiap bahan

12. Perhitungan kenaikan tegangan penghantar

Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (10) dan (12) didapatkan hasil sebagai berikut :

Nama Gedung	Bahan dan Nilai		
	Aluminium	Besi	Tembaga
2A	3000V	15000V	5700V
2B	4200V	13300V	4500V
Bengkel	4700V	13000V	5000V

Tabel 10. Minimum tegangan penghantar tiap bahan

13. Perhitungan sistem pentanahan

Dari hasil perhitungan menggunakan jarak antar elektroda 15 meter dengan kedalaman tanam 3 meter didapatkan hasil nilai resistansi 3,1 Ω . Nilai ini sudah memenuhi standart yaitu dibawah

14. Perhitungan biaya pemasangan

Dari hasil survey PT Sutrakabel Intimandiri didapatkan harga untuk splitzer dengan tinggi 1m adalah Rp.64.000, untuk kabel penyalur dengan luas penampang 50mm² dengan harga Rp 74.500 sedangkan untuk luas penampang 70mm² dengan harga Rp.84.000. untuk batang elektroda atau rod dengan panjang 3 meter dengan harga Rp.145.000. sehingga dapat ditabelkan sebagai berikut :

Nama Gedung	Biaya pemasangan
2A	Rp. 7.064.560
2B	Rp. 4.040.120
Bengkel	Rp .4.312.060
Total	Rp.15.416.740

Tabel 11. Biaya pemasangan

KESIMPULAN DAN SARAN

Merujuk dari hasil penelitian Perencanaan Sistem Penyalur Petir Eksternal Pada Gedung SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Gedung sekolah Smk Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang pada gedung 2A membutuhkan 5 buah batang splitzer, 1 buah kabel penyalur sepanjang 76,84 meter dengan luas penampang 52,01mm atau dibulatkan menjadi 70mm . Untuk gedung 2B membutuhkan 3 buah batang splitzer, 1 buah kabel penyalur sepanjang 47,76 meter dengan luas penampang 41,03mm atau dibulatkan menjadi 50mm. Untuk gedung Bengkel membutuhkan 3 buah batang splitzer, 1 buah kabel penyalur sepanjang 57,88 meter dengan luas penampang 45,04mm atau dibulatkan menjadi 50mm
2. Pada sistem pentanahan atau grounding pada gedung SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang setiap gedung dipasang 2 buah batang rod dengan kedalaman 3 meter dengan jarak 15meter
3. Dari hasil penelitian Perencanaan Sistem Penyalur Petir Eksternal Pada Gedung SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang dalam perhitungan biaya pemasangannya membutuhkan biaya sebesar Rp.15.416.740

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Dosen Pembimbing saya yang telah membantu penulisa dalam menyelesaikan penulisan jurnal ini.

DAFTAR REFERENSI

- Adrian, S., & Arsyad, M. I. (t.t.). STUDI PERENCANAAN INSTALASI PROTEKSI TEGANGAN LEBIH PETIR PADA GEDUNG KANTOR BUPATI BENGKAYANG.
- Cooray, V. (2015). Basic Principles of Lightning Protection. Dalam V. Cooray, An Introduction to Lightning (hlm. 301–330). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8938-7_17
- Dali, S. W., Wiharya, C., & Asror, A. A. (t.t.). Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri Furniture.
- Duanaputri, R., Joto, R., Wibowo, S. S., & Prasetyo, F. N. D. (t.t.). Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri Bengkel Pembuatan Mesin CV. Karya Brawijaya.
- Ermawati. (2022). PERENCANAAN PENANGKAL PETIR DI GEDUNG SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI PEKANBARU. Jurnal Surya Teknik, 8(2), 320–326. <https://doi.org/10.37859/jst.v8i2.3273>
- Ghani, R. A., & Arfianto, T. (t.t.). Perencanaan Sistem Proteksi Petir Eksternal pada Gedung Wisma Barito Pacific Menggunakan Metoda Rolling Sphere.

- Hakim, Z., Danial, I., & Rajagukguk, M. (t.t.). PERENCANAAN SISTEM PROTEKSI PETIR MASJID RAYA MUJAHIDIN MENGGUNAKAN METODE BOLA BERGULIR (ROLLING SPHERE METHOD).
- Hudha, A. N. (t.t.). LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT MEMPEROLEH GELAR S1 PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG.
- Karta, A. (2020). Analisis Kebutuhan Sistem Proteksi Sambaran Petir Pada Gedung Bertingkat. *Jurnal Teknik Elektro*, 09(03).
- KEPUTUSAN MENTERI PEKERJAAN UMUM. (t.t.).
- Lasut, G. F. (t.t.). KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI POLITEKNIK NEGERI MANADO JURUSAN TEKNIK ELEKTRO 2015.
- Nadhiroh, N. (t.t.). KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS TEKNIK MALANG 2012.
- Naibaho, N., & Sofiyana, A. I. (2021). ANALISA SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL TIPE ELEKTROSTATIS DI PT. PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK CCOS CILEUNGSI – BOGOR. 9(2).
- Nasution, S. P. (t.t.). PERENCANAAN SISTEM INSTALASI PENANGKAL PETIR JENIS ELEKTROSTATIK BERDASARKAN PUIPP.
- Nawir, H., Djalal, M. R., & Sonong, S. (2018). Rancang Bangun Sistem Pentanahan Penangkal Petir Pada Tanah Basah dan Tanah Kering pada Laboratorium Teknik Konversi Energi. *JEEE-U (Journal of Electrical and Electronic Engineering-UMSIDA)*, 2(2), 1–39. <https://doi.org/10.21070/jeee-u.v2i2.1581>
- Prima Prayeni, Parjiman, & Daryanto. (2020). EVALUASI SISTEM PENANGKAL PETIR PADA GEDUNG PERKULIAHAN (Studi pada Universitas Negeri Jakarta Kampus A Sektor C). *Journal of Electrical Vocational Education and Technology*, 2(2), 41–46. <https://doi.org/10.21009/JEVET.0022.09>
- Rianda, M., Pulungan, A. B., Sukardi, S., & Taali, T. (2022). Studi Kelayakan Sistem Grounding Pada Gedung Olahraga Universitas Negeri Padang. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(1), 96–101. <https://doi.org/10.24036/jtein.v3i1.205>
- Rohani, R. (2017). EVALUASI SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL DI GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(2). <https://doi.org/10.21831/jee.v1i2.17423>
- Sampeallo, A. S., Mauboy, E. R., & Moron, Y. M. (2020). PERENCANAAN SISTEM PENYALUR PETIR ELEKTROSTATIS DENGAN METODE SANGKAR FARADAY PADA GEDUNG KEUANGAN NEGARA KUPANG. *Jurnal Media Elektro*, 90–100. <https://doi.org/10.35508/jme.v0i0.3207>
- Wongso, D. S., & Rajagukguk, M. (t.t.). STUDI PERENCANAAN PROTEKSI TEGANGAN LEBIH EKSTERNAL PETIR DI PLTS 1,5 MW UNIVERSITAS TANJUNGPURA.