



Surabaya, 6 Juli 2023

SEMINAR NASIONAL HASIL RISET DAN PENGABDIAN

"Peran Riset, Inovasi dan Pengabdian Kepada Masyarakat Bagi Pembangunan Indonesia Berkelanjutan"



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

Aditya Surya Medika¹, Puji Slamet² Reza Sarwo Widagdo³

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

adityasoeryamedika@gmail.com pujislamet@untag-sby.ac.id rezaswidagdo@untag-sby.ac.id

Abstrak

Petir merupakan gejala alam yang cukup berbahaya, hasil dari sambaran petir dapat merusak bangunan yang terkena sambaran petir. tetapi terdapat solusi yang bisa digunakan dalam mengantisipasi sambaran petir, yaitu dengan pemasangan proteksi petir. proteksi petir terdiri dari terminasi udara yang berfungsi untuk menerima sambaran petir pada radius tertentu, kabel penyalur yang berfungsi menyalurkan arus dan tegangan yang diterima terminasi udara menuju grounding atau pembumian dan pembumian atau grounding yang fungsinya menertakan arus dan tegangan dari kabel penghantar menuju bumi. Dari hasil perhitungan model sudut proteksi satu gedung SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang membutuhkan 5 terminasi udara. sedangkan untuk 2 gedung lainnya membutuhkan 3 terminasi udara. untuk sistem pembumian menurut standar SMK Sultan Agung 1 Tebuireng Jombang setiap gedung membutuhkan 2 buah elektroda atau rod yang dipasang pada kedalam 3 meter dengan jarak antar rod adalah 15 meter, sehingga didapatkan nilai resistansi tanah sebesar $3,1\Omega$. dimana dengan nilai $3,1\Omega$ sudah memenuhi standar PUIL 2000.

Kata Kunci: petir, proteksi, puil 2000.

PENDAHULUAN

Petir adalah fenomena alam yang memunculkan kilatan cahaya yang diikuti dengan suara guruh. terjadinya petir diakibatkan oleh beda potensial antara awan dan bumi sehingga melepaskan muatan dari awan ke bumi. Terdapat beberapa jenis petir antara lain Petir dalam awan, Petir antar awan, Petir dari awan ke udara dan Petir dari awan ke bumi. Dimana jenis petir dari awan ke bumi merupakan petir yang beresiko tinggi menghasilkan kerusakan. Petir memiliki gelombang yang berubah ubah secara cepat yang sering disebut gelombang implus, selain itu terdapat arus puncak petir dimana nilai arusnya berbeda beda, arus ini mengakibatkan kenaikan tegangan pada objek sambaran petir, setiap daerah memiliki jumlah sambaran yang berbeda. biasanya jumlah sambaran petir dapat diketahui lewat BMKG. selain itu petir memiliki jarak sambaran yang berbeda beda setiap tingkatnya. jarak ini dipengaruhi oleh arus maksimum petir. Dari resiko bahaya terdapat cara mengatasinya yaitu dengan memasang sistem proteksi petir baik eksternal maupun internal. Tidak semua bangunan membutuhkan sistem proteksi petir. sehingga dalam penentuan butuh atau tidaknya bangunan tersebut akan sistem proteksi petir dapat dihitung dengan menggunakan perkiraan bahaya gedung yang mengacu pada standar PUIPP. terdapat beberapa tipe proteksi petir antara lain Tipe konvensional, Tipe Radio aktif dan Tipe Elektrostatis selain itu terdapat beberapa metode yang bisa digunakan antara lain Metode jala, Metode sudut dan Metode bola bergulir. sistem proteksi petir terdiri dari Terminasi Udara, Kabel Penghantar dan Sistem Pentanahan

METODE

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 :

Prosedur Penelitian

Dalam pengumpulan data, 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.

Teknik Analisa Data

Data data yang diperoleh akan dianalisa sehingga dapat merencanakan sistem proteksi yang baik. Langkah-langkah analisa data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

Penentuan Tingkat kebutuhan proteksi gedung menggunakan persamaan :

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

R = Perkiraan akan bahaya

A = Tingkat bahaya yang didasari jenis bangunan

B = Tingkat bahaya yang didasari jenis konstruksi bangunan

C = Tingkat bahaya yang didasari tinggi bangunan

D = Tingkat bahaya yang didasari situasi bangunan

E = Tingkat bahaya yang didasari hari guruh

Perhitungan nilai rapat sambar petir menggunakan persamaan

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

Td = Jumlah hari guruh per tahun

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

Perhitungan rata-rata tahunan sambaran petir menggunakan persamaan

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

Perhitungan kelas tingkat proteksi gedung menggunakan persamaan

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

Perhitungan jarak sambaran petir menggunakan persamaan

$$R_s = 10 \times I_{max}^{0,65} \tag{6}$$

I_{max} = Arus maximal sesuai tingkat proteksi

Perhitungan sudut proteksi tiang splitzer menggunakan persamaan

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

h = Tinggi bangunan + tinggi tiang splitzer

Perhitungan radius proteksi tiang splitzer menggunakan persamaan

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

Perhitungan kebutuhan jumlah splitzer menurut NFPA dapat menggunakan persamaan

$$\text{Jumlah} = \frac{\text{Panjang Bangunan}}{\text{Jarak Antar terminasi}} \tag{9}$$

Perhitungan nilai resistansi penghantar dapat menggunakan persamaan

$$R = \frac{l \cdot \rho}{A} \tag{10}$$

l = Panjang

ρ = Resistivitas bahan

A = Luas penampang

Perhitungan luas penampang penghantar menggunakan persamaan

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

s = Waktu sambar petir

T = Temperatur

Perhitungan kenaikan tegangan penghantar menggunakan persamaan

$$U_m = I_m \times R \tag{12}$$

Perhitungan sistem pentanahan

menggunakan persamaan

- untuk 1 batang elektroda

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

- untuk lebih dari 1 elektroda

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

L = Kedalaman tanam elektroda

S = Jarak antar elektroda

a = diameter elektroda

Perhitungan biaya pemasangan

$$\text{Biaya} = \text{Jumlah} \times \text{Harga} \tag{15}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

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

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.

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

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

Tabel 3. Data hari guruh

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

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

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

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

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

Perhitungan sudut proteksi tiang splitzer

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

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

Tabel 6. Sudut proteksi tiang splitzer

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

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

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

Perhitungan kenaikan tegangan penghantar

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

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

Tabel 10. Minimum tegangan penghantar tiap bahan

Perhitungan sistem pentanahan

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

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 elektoda 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

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

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Arya, E. H. (2021). PERENCANAAN PENANGKAL PETIR DI GEDUNG SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI PEKANBARU. *Jurnal Surya Teknika*, 8(2), 320-326.
- Naibaho, N., & Sofiyani, A. I. (2021). ANALISA SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL TIPE ELEKTROSTATIS DI PT. PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK CCOS CILEUNGSI-BOGOR. *JURNAL ELEKTRO*, 9(2), 112-125.
- HUDHA, A. N. (2022). PERENCANAAN SISTEM PROTEKSI PETIR TIPE ELEKTROSTATIS PADA SMA NEGERI 1 TUNTANG (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).
- Nadhiroh, N. (2012). Perancangan Sistem Proteksi Eksternal Terhadap Sambaran Petir Langsung Pada Gedung Utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya Malang (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya)
- Syafrudin, M. (2021). *PERENCANAAN PENANGKAL PETIR PADA GEDUNG KANTOR CAMAT KERTAPATI PALEMBANG* (Doctoral dissertation, 021008 Universitas Tridianti).
- Dali, S. W., Wiharya, C., & Asror, A. A. (2022). Perencanaan Instalasi Penangkal Petir Pada Bangunan Industri Furniture. *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 9(2), 52-57.
- Sultan, A. R., Gaffar, A., & Syarifuddin, S. (2017). PEMASANGAN INSTALASI PENYALUR PETIR MASJID LAILATUR QADAR BTP BLOK AF MAKASSAR.
- Lasut, G. F. (2015). *PERENCANAAN SISTEM PENANGKAL PETIR PADA LABORATORIUMSISTEM TENAGA DAN BENGKEL JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI*

MANADO (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Manado).

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.

Pulungan, A. B., Hambali, H., Taali, T., & Habibullah, H. (2022). Perancangan Sistem Grounding Pada Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Padang. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 3(1), 111-119.

Idrus, A. K. (2015). Evaluation and planning for lightning rod grounding of PSTA cyclotron building.

Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir Untuk Bangunan di Indonesia

sni-03-7015-2004 Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung

atapars.com-NFPA-780-2004

S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000