

DESAIN SISTEM PROTEKSI PETIR EKSTERNAL SHIP UNLOADER DI PLTU PAITON PT JAWA TIMUR

Teguh Arfianto, ST

*Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Nasional Bandung*

ABSTRAK

Petir merupakan kejadian alam yang selalu melepaskan muatan listrik tanpa dapat dikendalikan dan menyebabkan kerusakan pada obyek yang disambar. Peralatan elektronik yang berada di ship unloader sering terjadi gangguan akibat petir. Untuk mengurangi gangguan akibat sambaran petir tersebut dirancang system proteksi petir eksternal dengan menggunakan metode collection volume technology sehingga semua sambaran petir diharapkan seluruhnya hanya menyambar peralatan system proteksi petir yang sudah disediakan.

Dengan menggunakan metode CVT tersebut maka system proteksi petir eksternal dapat melindungi akibat petir sambaran langsung dengan radius 120 m dengan penyaluran menggunakan downconductor yang bias meredam induksi elektromagnetik sampai 20 kV sehingga peralatan elektronik yang ada disekitarnya akan aman untuk gangguan sampai 20 kV

Kata kunci : Ship unloader, petir, metode CVT , radius lindung

PENDAHULUAN

Petir merupakan kejadian alam yang selalu melepaskan muatan listrik awan ke awan dan awan ke bumi tanpa dapat dikendalikan dan menyebabkan kerusakan pada obyek yang tersambar. Muatan listrik yang terjadi akan menimbulkan arus dengan kecuraman (di/dt) yang sangat tinggi dan akan menyebabkan terjadinya tegangan lebih bila melalui penghantar baik itu pada penghantar listrik maupun data.

Petir telah banyak membuat kerugian terhadap manusia dan kerusakan peralatan sejak dulu, karena Indonesia memiliki hari guruh yang tinggi dengan jumlah sambaran petir yang banyak.

Dengan banyak judul penelitian dibidang teknologi petir memungkinkan pemanfaatan teknologi tersebut digunakan, sehingga pada ship unloader akan selalu

dapat bekerja secara baik walaupun ada pengaruh sambaran petir.

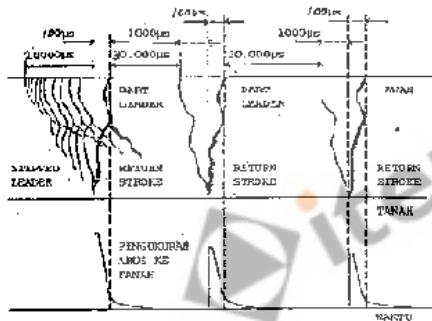
Sambaran Petir

Petir merupakan pelepasan muatan listrik di udara yang terjadi antara pusat-pusat muatan di dalam awan, diantara awan ke awan dan antara awan ke tanah. Petir ini terjadi diatmosfir (zoro, 1987) .

Ada tiga syarat utama pembentukan awan bermuatan yang menimbulkan petir yaitu kelembaban yang cukup, pergerakan ke udara karena adanya sinar matahari dan partikel aerosol yang bersifat higroskopis. Ketiga syarat tersebut dipenuhi di Indonesia karena indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki banyak pegunungan dan dilingkupi oleh lautan.

Sambaran petir ke tanah akan terjadi bila muatan listrik yang terdapat diawan menginduksikan muatan lawannya di permukaan bumi. Pilot leader yang

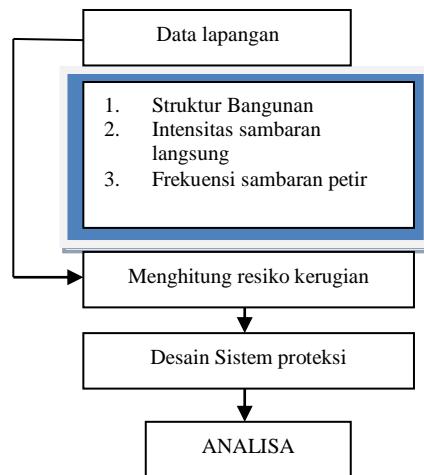
membawa elektron akan mengawali aliran ke tanah sehingga saluran yang dibuatnya bermuatan dan kuat medan pada ujungnya sangat tinggi. Selama pusat muatan masih mampu untuk memberikan muatannya ke ujung saluran tersebut lebih besar dari kuat medan udara maka akan membentuk saluran kembali, sedangkan bila lebih kecil maka akan berhenti. Saat sudah mendekati permukaan tanah, kuat medan statis di permukaan tanah dengan muatan berbeda akan menjadi tinggi dan akan terjadi pertemuan yang disebut striking point. Berikutnya akan terjadi perpindahan muatan dari tanah ke awan melalui sambaran balik (return stroke). Pelepasan muatan susulan di saluran yang sama akan ada dan disebut pelepasan muatan berulang (multiple stroke), kejadian diatas tercermin seperti pada (gambar.1 . Zoro,1987)



Gambar.1. Tahapan sambaran petir

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur beberapa sistem perlindungan akibat sambaran petir. Struktur tinggi merupakan peralatan yang mudah tersambar langsung sehingga diusulkan desain sistem proteksi petir eksternal di ship unloader tersebut dengan konsep berpikir sbb:



Gambar 2. Metodologi Penelitian

KONDISI SHIP UNLOADER

Ship unloader merupakan peralatan pemindah batu-bara dari tongkang ke conveyor dengan ketinggian 45 m dari permukaan laut.



Gambar 3. Ship unloader

Ship unloader tersebut diatas merupakan milik dari PLTU Paiton PT Jawa Power .

Struktur dan Karakteristik

Tabel.1. Karakteristik Data

Parameter	simbol	nilai
Dimensi (m)	(L, W, H)	200, 34, 50,5
Jml hari guruh	T_d	101
Faktor lokasi	C_d	1
Probabilitas	P_B	1
faktor pengurang	r_f	1
faktor pengurang	r_p	1
resiko khusus	h_z	1
kehilangan akibat sambaran	L_f	5×10^{-2}

Densitas sambaran petir ke tanah

Densitas sambaran petir ke tanah (N_g) dinyatakan dalam sambaran ketanah per kilometer per segi per tahun sebaiknya di tentukan melalui pengukuran. Jika tidak tersedia, dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus berikut :

$$N_g = 0.04 T_d^{1.25} \text{ per km}^2 \text{ per tahun}$$

Dimana :

T_d = adalah jumlah hari guruh pertahun yang di peroleh dari peta isokeraunik atau data yang di keluarkan oleh BMG

Frekuensi sambaran petir langsung (N_d)

Frekuensi rata-rata tahunan sambaran petir langsung N_d ke bangunan gedung dapat di hitung dengan menggunakan rumus :

$$N_d = N_g \times A_d \times 10^{-6} \text{ per tahun}$$

Dimana :

N_g = densitas sambaran langsung ke tanah km^2 per tahun

A_d = luas daerah bangunan yang dilindungi (m^2)

ANALISA

Perhitungan Intensitas sambaran petir ke tanah (N_g)

$$\begin{aligned} N_g &= 0.04 T_d^{1.25} \text{ per km}^2 \text{ per tahun} \\ N_g &= 0.04 \times 101^{1.25} \\ &= 12.8 \text{ per km}^2 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

Luas area yang akan di proteksi (A_d)

$$\begin{aligned} A_d &= L \times W + 6 \times H \times (L+W) + 9 \times \pi \times H^2 \\ &= 200 \times 34 + 6 \times 50,5 \times (200+34) \\ &\quad + 9\pi \times 50,5^2 \\ &= 149772 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Frekuensi sambaran petir langsung (N_d)

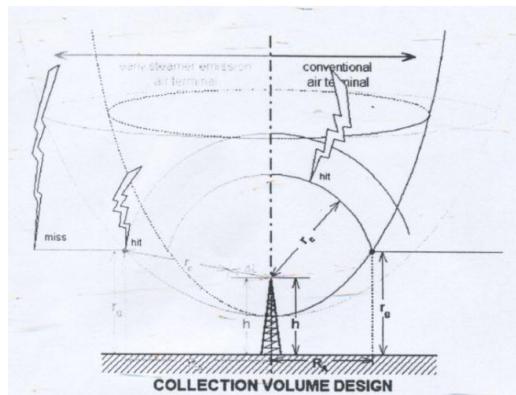
$$\begin{aligned} N_d &= N_g \times A_d \times 10^{-6} \text{ per tahun} \\ &= 12.8 \times 149772 \times 10^{-6} \\ &= 1.92 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

Perhitungan Resiko komponen akibat sambaran petir pada struktur (R_B)

$$\begin{aligned} R_B &= N_d \times P_B \times r_p \times h_z \times r_f \times L_f \\ &= 1.92 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 5 \times 10^{-2} \\ &= 3.84 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan analisis resiko yang terjadi di kawasan ship unloader PLTU Paiton bahwa resiko yang di timbulkan lebih besar dari resiko yang di tolerir ($R_B > R_T$). Maka di kawasan coad yard penyimpanan batubara PLTU paiton perlu di lakukan pemasangan proteksi eksternal.

Perhitungan Radius Lindung dengan Metoda CVT



Gambar 4. Collection volume design

Untuk menentukan daerah aman dari sambaran langsung, menggunakan metoda collecting volume, antara lain dengan menggunakan rumus :

Radius sambaran (m):

$$R_A = [h \times (2 \cdot r_c - h) + \Delta L \cdot (2 \cdot r_c + \Delta L)]^{0.5}$$

Striking Distance to Ground (m)

$$r_g = \beta \cdot r_c$$

dengan

$$\beta = 1 \text{ s.d } 0.9$$

dengan :

I = arus puncak petir (kA)

β = koefisien kemungkinan sambaran petir ke tanah

H = tinggi struktur (m)

ΔL = jarak lidah pendahulu petir dari CVT (m)

Berdasarkan standar internasional proteksi level II berada pada arus 10 kA sehingga dengan data diatas didapat radius lindung ship unloader 120 m dari pusat air terminal yang dipasang

Down conductor

down conductor ini berfungsi untuk menyalurkan arus petir dari finial/air terminal ke pentanahan. Down conductor yang baik menggunakan kabel yang bisa

meredam medan elektromagnetik yang timbul disekitar kawat penghantar sehingga tidak terjadi tegangan induksi didalam struktur. Sehingga rekomendasi yang digunakan kabel dengan jenis double shielded

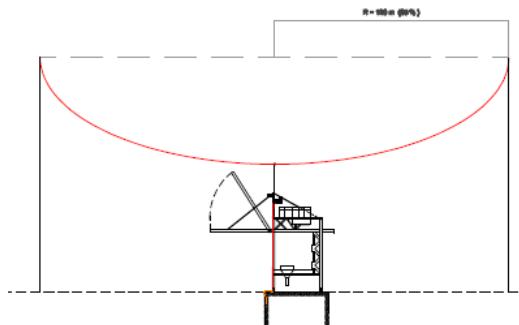
Grounding System

Sistem pembumian dilakukan karena agar mungkin menyalurkan arus ke bumi tanpa menghasilkan beda tegangan yang membahayakan pada elektroda pembumian.

Tahanan tanah disetiap daerah memiliki perbedaan untuk menghindari besarnya tahanan pentanahan akibat berbeda-beda tahanan tanah maka sistem pentanahan harus terintegrasi antara pentanahan yang satu dengan yang lainnya sehingga mendapatkan tahanan pentanahan yang sekecil mungkin.

Pada pentanahan ship unloader menggunakan flat yang tersambung langsung ke dasar pesisir pantai.

Desain keseluruhan dari system proteksi petir eksternal tercermin pada gambar 5.



Gambar 5 Lay out desain LPS

KESIMPULAN

Indonesia memiliki hari guruh tertinggi di dunia yang memungkinkan banyak terjadi sambaran petir, akibat banyaknya sambaran petir yang terjadi maka sistem jaringan komputer rentan terhadap bahaya sambaran petir langsung dan tidak langsung yang akan menyebabkan kerusakan peralatan-peralatan pada jaringan komputer.

Perlindungan akibat sambaran petir secara langsung dan tidak langsung, diproteksi dengan menggunakan sistem proteksi terpadu sesuai standar IEC 62305

Sistem proteksi petir eksternal dengan menggunakan metode CVT mendapatkan radius lindung sebesar 120 m untuk probabilitas 85 % sehingga ship unloader terlindung di posisi manapun selama pergerakannya.

DAFTAR PUSTAKA

- P, Hasse. 1992. *Overvoltage Protection of Low Voltage Systems.* IEE Power Series 12.
- IEC 62305. *Protection of Struktur Against Lightning .*
- Roy B. Carpenter,Jr. *A Hybrid Lightning Strike Proteksion System That Satisfies The Standars and Reduces the Overall Riss .*, Lightning Eliminators and Consultants, Inc, Boulder, Colorado, Paper Number 2001 - 01- 2932 , USA.
- Zoro, Reynaldo. 1987. *Proteksi Terhadap Tegangan Lebih pada Sistem Tenaga Listrik.* Lab. Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik – ITB, Bandung,