EVALUASI SISTEM PROTEKSI PETIR PADA TOWER PT. SAMPOERNA TELEKOMUNIKASI INDONESIA (CERIA) PEKANBARU

Febriani Syafran Putri, Eddy Hamdani[1]

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

E-mail:greenmatrix_62@yahoo.co.id

ABSTRACT

Lightning occurs because there is a difference of potential between the cloud and the earth or by other clouds. Lightning caused a lot of harm to people and damage to the equipment. Some places with the high rate of lightning strikes (frequency and intensity) of being the first priority in the use of the installation of lightning protection. Tropical countries like Indonesia generally have a high lightning day each year, including in the area of Pekanbaru. This paper proposes to evaluate lightning protection system in PT. Sampoerna Telekomunikasi Indonesia (Ceria) Pekanbaru. Improvement of lightning protection system is made through a Rolling Sphere Method. The result of the data shows that the lightning protection system in PT. Sampoerna Telekomunikasi Indonesia (Ceria) Pekanbaru was already capable of protecting the Base Station Transceiver (BTS) from lightning strikes. This results is proven to indicate that lightning protect is improved.

Keywords: lightning protection system, Rolling Sphere Method, lightning protection system in PT. Sampoerna Telekomunikasi Indonesia (Ceria) Pekanbaru

PENDAHULUAN

Petir adalah salah satu fenomena kelistrikan udara di alam. Petir telah banyak membuat kerugian pada manusia dan kerusakan pada peralatan sejak dahulu. Semakin banyaknya pemakaian alat elektronik dan peralatan tegangan rendah saat ini telah meningkatkan jumlah statistik kerusakan yang ditimbulkan oleh pengaruh sambaran petir, baik langsung maupun tidak langsung. Sambaran petir pada tempat yang jauh sekalipun sudah mampu merusak sistem elektronika dan peralatannya, seperti instalasi komputer dan perangkat telekomunikasi.

Tempat-tempat dengan tingkat sambaran tinggi (frekuensi dan intensitasnya) menjadi prioritas pertama dalam penggunaan instalasi penangkal petir. Demikian pula dengan lokasi-lokasi industri strategis, seperti industri kimia, pemancar TV, Telkom, dan industri vital seperti hankam dan pelabuhan udara tentu memerlukan proteksi yang harus maksimum.

Keadaan alam iklim tropis Indonesia pada umumnya termasuk daerah dengan hari petir yang tinggi setiap tahun. Karena keterbatasan data besarnya hari petir untuk setiap lokasi di Indonesia, pada saat ini diasumsikan bahwa di lokasi yang tinggi, seperti di atas gunung atau menara dan gedung yang menjulang tinggi di tengah-tengah area yang bebas atau di lahan terbuka seperti sawah dan ladang, mempunyai kemungkinan sambaran lebih tinggi. Tempat-tempat dengan tingkat sambaran tinggi frekuensi maupun intensitasnya mendapat prioritas pertama untuk penanggulangannya, sedangkan tempat-tempat yang relatif kurang bahaya petirnya cukup dengan pemasangan protektor yang lebih sederhana.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

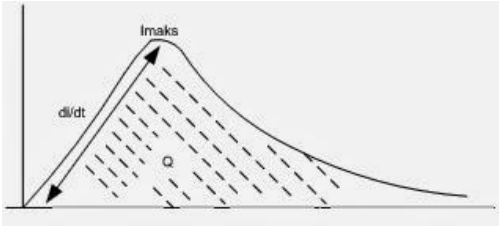
1. Metode pengumpulan data Metode yang digunakan pada proses pengumpulan data yaitu dari objek yang diteliti yaitu *Base Transceiver Station* PT. Sampoerna Telekomunikasi Indonesia untuk mendapatkan data -data seperti :
   - Data dari menara dan jenis finial yang terpasang sekarang ini, serta gambaran umum sistem pentanahannya.
   - Data tinggi menara (tower) dan jenis penghantar yang dipakai untuk pentanahannya.
   - Data dimensi *Base Tranceiver Station* dan shelter.
   - Data perangkat dan pengkabelan pada *Base Tranceiver Station.*
2. Metoda pengolahan data Data data hasil *survey* lapangan tentang tower pada *Base Tranceiver Station* yang akan digunakan untuk analisa dan evaluasi sistem proteksi petir.
3. Analisis data yang diperoleh digunakan untuk menganalisa kondisi menara (tower) sekarang ini.

Parameter Petir

1. Arus Puncak (Imax)

Pada tipe petir *cloud-ground (CG),* arus terbesar dihasilkan oleh sambaran balik. Arus puncak sambaran balik penting dalam kasus dimana objek yang disambar terdapat beban resistif (R), sebagai contoh jaringan transmisi, pohon, *ground-rods* yang ditanamkan di dalam tanah, dll. Misalnya ada sebuah kondisi dimana petir menyambar jaringan transmisi dengan Imax 30 kA dengan impedansi surja 400 V, hal ini dapat menyebabkan timbulnya tegangan lebih 600 kV (diasumsikan terjadinya pembagian arus). Tegangan lebih yang timbul dapat menyebabkan *flashover* pada isolasi. Gaya magnetik yang dihasilkan oleh arus puncak tersebut dapat menyebabkan putusnya kawat penghantar.

Bukti yang ada mengindikasikan bahwa arus puncak petir tidak dipengaruhi oleh konduktivitas tanah. Akan tetapi, pada nilai arus puncak petir yang sama akan ada efek samping untuk tanah berkonduktivitas rendah dibandingkan tanah berkonduktivitas tinggi.



Gambar 1. Arus Puncak

2. Kecuraman Arus Petir (di/dt)

Pada objek yang memiliki impedansi induktif seperti kabel, dll, tegangan lebih petir maksimum sebanding dengan laju maksimum perubahan arus, atau dapat dinyatakan :

$$U = L\frac{di}{dt} \quad (1)$$

Maksimum di/dt terjadi pada sambaran balik dari gelombang petir.

3. Muatan Arus Petir (Q) atau Transfer Muatan

Pemanasan dan lumer/bolong pada suatu objek metal yang terkena petir sebanding dengan harga muatan yang ditransfer, dan juga tergantung pada arus dimana muatan ini ditransfer. Muatan dinyatakan sbb :

$$Q = \int idt \quad (Amp - sec) \quad (2)$$

Muatan arus petir menyebabkan suatu peralatan yang terkena petir akan lumer/bolong. Daya yang dikirim ke titik sambar adalah perkalian arus dan drop tegangan (5 hingga 10 V) pada interface *arc- metal.* Muatan yang terdapat pada petir dikarenakan adanya arus kontinyu yang panjang yang disebabkan sambaran balik. Sekalipun terjadi sambaran balik yang sangat besar namun terjadi dalam orde mikro sekon (sangat cepat), tidak akan dapat mentransfer muatan sebanyak arus petir kontinyu, namun terjadi dalam waktu yang lama (orde milisekon), sekalipun arus tersebut lebih kecil (100-1000A).

4. *Impulse Force* (E)

Impulse force adalah besaran yang mengukur kemampuan arus petir untuk membangkitkan panas pada suatu objek yang terkena petir, dimana objek

tersebut adalah objek yang memiliki impedansi resistif. Hal ini dinyatakan sbb :

$$E = \int i^2 dt \qquad (A^2 s)$$

(3)

Kecepatan panas, hancur, meledak, dan terbakarnya suatu material bukan penghantar ditentukan oleh nilai E. Besaran ini merupakan parameter penting yang harus dipertimbangkan dalam penentuan dimensi/ukuran konduktor yang terkena petir. Umumnya nilai ini adalah 5,5 x 10^4 pada sambaran balik negatif dan 6,5 x 10^5 A^2s pada sambaran balik positif.

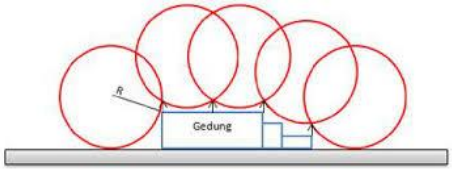
Metode Bola Bergulir (*Rolling Sphere Method*)

Metode bola bergulir baik digunakan pada bangunan yang bentuknya rumit. Dengan metode ini seolah-olah ada suatu bola dengan radius R yang bergulir di atas tanah, sekeliling struktur dan di atas struktur ke segala arah hingga bertemu dengan tanah atau struktur yang berhubungan dengan permukaan bumi yang mampu bekerja sebagai penghantar. Titik sentuh bola bergulir pada struktur adalah titik yang dapat disambar petir dan pada titik tersebut harus diproteksi oleh konduktor terminasi udara. Semua petir yang berjarak R dari ujung penangkap petir akan mempunyai kesempatan yang sama untuk menyambar bangunan. Besarnya R berhubungan dengan besar arus petir yang dinyatakan dengan persamaan :

$$R\ (m) = I^{0,75}$$

(4)

Bila ada arus petir yang lebih kecil dari nilai I tersebut mengenai bangunan, bangunan masih bisa tahan. Tetapi bila arus petir lebih besar dari arus tersebut, akan ditangkap oleh penangkap petir.

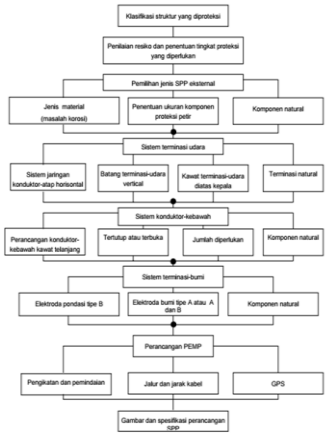


Gambar 2. Zona Proteksi Metode Bola Bergulir (*Rolling Sphere method*)

Metode bola bergulir mempunyai beberapa parameter, yaitu jarak sambar, distribusi arus puncak, dan radius proteksi.

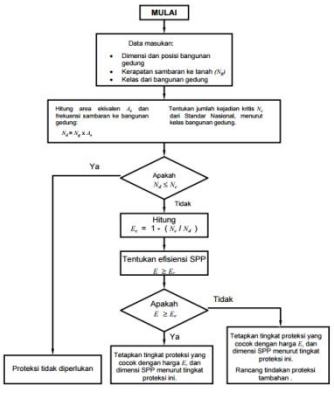
ANALISA DAN PEMBAHASAN

Kerangka berfikir untuk menganalisa proteksi pada petir menggunakan standar SNI 03-7015-2004, adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Evaluasi SPP

Diagram alir prosedur pemilihan bahan sistem proteksi petir yang akan digunakan :



Gambar 4. Diagram Alir Prosedur Pemilihan SPP

Penilaian Resiko dan Penentuan Tingkat Proteksi

Kerapatan sambaran petir ke tanah (Ng) dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ng = 4 \,.\, 10^{-2} \,.\, T_d^{1.26}$$

$Ng = 4 . 10^{-2} . 217^{1.26}$
$Ng = 35,16$ sambaran/km^2/tahun

Sedangkan luas daerah permukaan tanah yang dianggap sebagai struktur yang mempunyai frekuensi sambaran langsung tahunan dapat dihitung sebagai berikut :

$Ae = ab + 6h(a+b)+9.\pi h^2$
$Ae = (8)(8) + 6(70)(8+8)+9.\pi.70^2$
$Ae =64 +6720+138544,236$
$Ae=145328,236\ m^2$

Dimana :
a = Panjang kaki tower
b = Lebar kaki tower
h = Ketinggian tower

Sedangkan untuk memperhitungkan jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir langsung per tahun (Nd) dapat dicari dengan persamaan berikut :

$N_d = N_g . Ae . 10^{-6}$
$N_d = 35,16 . 145328,236 . 10^{-6}$
$N_d = 5,11$ sambaran per tahun

Dimana :
N_d= *Frekwensi sambaran petir per tahun*
N_g=*Kerapatan sambaran petir ke tanah (sambaran/*Km^2*/tahun)*
Ae=Luas daerah yang masih memiliki angka sambaran petir sebesar N_d *(*Km^2*)*

Frekwensi sambaran petir tahunan setempat (Nc diketahui bernilai 10^{-1}) yang diperbolehkan. Penentuan tingkat proteksi pada bangunan berdasarkan perhitungan Nd dan Nc dilakukan sebagai berikut :
a. Jika Nd ≤ Nc tidak perlu sistem proteksi petir.
b. Jika Nd > Nc diperlukan sistem proteksi petir.

Dikarenakan dalam perhitungan didapatkan Nd ≥Nc, maka nilai efisiensi :

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d}$$
$$E \geq 1 - \frac{10^{-1}}{5,11}$$
$$E \geq 1 - 0,0196$$
$$E \geq 0,98\ \%$$

Dimana :
E = Effisiensi Proteksi Petir
N_d = Frekwensi sambaran petir pertahun
N_c = Frekwensi sambaran petir per tahun yang diperbolehkan (10^{-1})

Dari nilai effisiensi yang di dapat pada SPP *site* maka *site* di golongkan dalam tingkat proteksi level 1.

Tabel 1. Tingkat Isokerauminik di Sumatera

NO.	LOKASI	HARI GURUH RATA-RATA PER TAHUN	TINGKAT KERAWANAN PETIR
1	BANDA ACEH	55	RENDAH
2	JAMBI	76	RENDAH
3	MEDAN	224	TINGGI
4	RIAU	217	TINGGI
5	PALEMBANG	156	SEDANG

Maka kerapatan sambaran petir ke tanah (Ng) dapat dihitung dengan persamaan :
$Ng = 4 . 10^{-2} . T_d^{1.26}$
$Ng = 4 . 10^{-2} . 217^{1.26}$
$Ng = 35,16$ sambaran/km^2/tahun

Sedangkan luas daerah permukaan tanah yang dianggap sebagai struktur yang mempunyai frekuensi sambaran langsung tahunan dapat dihitung sebagai berikut :

$Ae = ab + 6h(a+b)+9.\pi h^2$
$Ae = (8)(8) + 6(70)(8+8)+9.\pi.70^2$
$Ae =64 +6720+138544,236$
$Ae=145328,236\ m^2$

Dimana :
a = Panjang kaki tower
b = Lebar kaki tower
h = Ketinggian tower

Sedangkan untuk memperhitungkan jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir langsung per tahun (Nd) dapat dicari dengan persamaan berikut :

$N_d = N_g . Ae . 10^{-6}$
$N_d = 35,16 . 145328,236 . 10^{-6}$
$N_d = 5,11$ sambaran per tahun

Dimana :
N_d= *Frekwensi sambaran petir per tahun*
N_g= *Kerapatan sambaran petir ke tanah (sambaran/*Km^2*/tahun)*
Ae=Luas daerah yang masih memiliki angka sambaran petir sebesar N_d *(*Km^2*)*

Frekwensi sambaran petir tahunan setempat (Nc diketahui bernilai 10^{-1}) yang diperbolehkan. Penentuan tingkat proteksi pada bangunan

berdasarkan perhitungan Nd dan Nc dilakukan sebagai berikut :

a. Jika Nd ≤ Nc tidak perlu sistem proteksi petir.
b. Jika Nd > Nc diperlukan sistem proteksi petir.

Dikarenakan dalam perhitungan didapatkan Nd ≥Nc, maka nilai efisiensi :

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d}$$
$$E \geq 1 - \frac{10^{-1}}{5{,}11}$$
$$E \geq 1 - 0{,}0196$$
$$E \geq 0{,}98\ \%$$

Dimana :
E = Effisiensi Proteksi Petir
N_d = Frekwensi sambaran petir pertahun
N_c = Frekwensi sambaran petir per tahun yang diperbolehkan (10^{-1})

Dari nilai effisiensi yang di dapat pada SPP *site*, maka *site* digolongkan dalam tingkat proteksi level 1.

Tabel 2. Effisiensi SPP Sehubungan dengan Tingkat Proteksi

Tingkat proteksi	Effisiensi SPP
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Perhitungan Daerah Proteksi Sistem Proteksi Petir pada Menara

Radius yang digunakan untuk SPP level 1 adalah 20 m.

$R\ (m) = I^{0,75}$
$20 = I^{0,75}$
$I = \sqrt[0,75]{20}$
I = 54,29 kA

Jarak sambar (d_s) petir terhadap bangunan dapat dihitung dari persamaan sebagai berikut:

$d_s\ (m) = 10 \cdot I^{0,65}$
$d_s\ (m) = 10 \cdot 54{,}29^{0,65}$
d_s= 134,14 m

Panjang radius bola bergulirnya adalah :

$$R = \sqrt{h_1(2d_s - h_1)}$$
$$R = \sqrt{72(2\ x\ 134{,}14 - 72)}$$
$$R = \sqrt{72(196.28)}$$
$$R = \sqrt{14132{,}16}$$
R = 118,88 m

Luas radius perlindungan menara telekomunikasi yang dilengkapi terminal udara adalah :

$A = \pi \cdot R^2$
$A = \pi \cdot 118{,}88^{\ 2}$
$A = 44398{,}41\ m^2$

Jarak aman terjauh shelter dari sambaran langsung petir dengan tinggi bangunan setinggi 3 m yang diukur dari titik 0 (pusat menara) adalah :

$$R_2 = R\left[1 - \sqrt{\frac{2dh_2 - h_2^2}{2dh_1 - h_1^2}}\right]$$
$$R_2 = 118{,}88\left[1 - \sqrt{\frac{2\ x\ 134{,}14\ \text{x}\ 3 - 3^2}{2\ x\ 134{,}14\ \text{x}\ 72 - 72^2}}\right]$$
$$R_2 = 118{,}88\left[1 - \sqrt{\frac{795{,}84}{14132{,}16}}\right]$$
$$R_2 = 118{,}88\left[1 - \sqrt{0{,}056}\right]$$
$$R_2 = 118{,}88\ [0{,}76]$$
$$R_2 = 90{,}35\ m$$

Perhitungan Jarak Instalasi ke *Down Conductor*

Untuk menghitung arus induksi yang disebabkan adanya petir yang mengalir disepanjang *down conductor*, maka jarak aman antara *down conductor* dengan konduktor lainnya (S), perlu dihitung dengan metode berikut :

$$S = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l\ (m)$$
$$S = 0{,}1 \cdot \frac{1}{1} \cdot 1{,}4\ (m)$$
$$S = 0{,}14\ m$$

Dimana :
k_i = Tergantung pada tingkat proteksi petir pada tabel dibawah
k_c = Untuk satu *down conductor* maka nilainya 1
k_m= Tergantung bahan pemisah
l = Jarak sepanjang konduktor penyalur dari titik terdekatnya yang di pertimbangan ke titik *joint* terdekat (diambil besar puncak menara = 1,4)

Maka jarak aman untuk melakukan instalasi dari sistem proteksi petir sejauh 0,14 m.

Perhitungan Induksi Konduktor Pembumian

Tegangan induksi yang terjadi akibat rangkaian kopling magnetik dari kabel BC 50 SQMM sebagai *down conductor* dengan menara antena, dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut ini :

Jika kecuraman arus petir yan mengalir pada kabel diketahui :

- (di/dt)maks = 5,429 kA/μ *s*
- Panjang kabel *down conductor* adalah : 70 m
- Jari–jari konduktor = 4 mm.

$$L' = 2l \,.\log\left(\frac{2l}{a}\right) .10^{-7} H$$
$$L' = 2.70 \,.\log\left(\frac{2.70}{0{,}004}\right) .10^{-7} H$$
$$L' = 140 \,.\log(35000) .10^{-7} H$$
$$L' = 636{,}17.10^{-7} H$$
$$L = L'/l$$
$$L = 636{,}17\ x\ 10^{-7}/70$$
$$L = 9{,}09\ x\ 10^{-7} H$$

Maka L(induktansi) = 9,09. 10^{-7} H.

Sehingga untuk arus yang mengalir pada suatu konduktor 5,429 kA/μs, maka besar tegangan induktif yang terjadi pada kabel BC 50 SQMM adalah :

$$U_{ik} = L.\frac{di}{dt}$$
$$U_{ik} = (9{,}09x10^{-7})x(5{,}429\ x10^{3}/10^{-6})$$
$$U_{ik} = 4{,}935\ kV$$

Dimana :

L	= Induktansi
l	= Panjang kabel
(di/dt)maks	= Arus puncak petir
U_{ik}	= Tegangan induktif

KESIMPULAN

Dari hasil evaluasi diatas, maka dapat di simpulkan bahwa sistem proteksi petir pada tower PT. Sampoerna Telekomunikasi Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Dari evaluasi beberapa *point* di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem proteksi petir eksternal pada tower PT. Sampoerna Telekomunikasi Indonesia sudah cukup memenuhi SNI 03-7015-2004.
2. Dari evaluasi beberapa *point* di atas juga dapat disimpulkan, bahwa sistem proteksi petir internal pada tower PT. Sampoerna Telekomunikasi Indonesia sudah cukup memenuhi SNI 03-7015-2004.

DAFTAR PUSTAKA

Cooray Vernon. 2010. ***Lightning Protection***. Departement of Electrical and Computer Engineering, The Institution of Engineering and Technology, London, United Kingdom.

Hartoyo, M.T. 2012. ***Sistem Pentanahan***. Pelatihan Advanced Electrical Grounding. training JP consultan.

Hartoyo, M.T. 2012. ***SISTEM PROTEKSI PETIR***. Pelatihan Advanced Electrical Grounding. training JP consultan.

Abid, Mohammad fakhri. ***Lightning And Lightning Protection***. Prepared by Electric Engineer.

W.C. Alexander. ***Protecting Broadcast Facilities From Lightning***. Director of Engineering Crawford Broadcasting Company.

NFPA 780. 2004***. Standard for the Installation of Lightning Protection Systems***. National Fire Protection Association.

Lightning and surge protection **- basic principles MTL Surge Technologies**

Tomson, Phillip R. 2010. ***Principles of lightnig Protection***. Novaris global solutin of lightnig and surge Protection.

Information booklet. 1996. ***Lightning for radio Transmiter***. Nautel

Jr , Roy B. Carpenter, Mark N. Drabkin, Ph.D. 1995. ***Lightning Strike Protection.*** *Lightning Eliminators & Consultants, Inc.* United States of America.

Rand, Ken R. 2006. ***Lightning Protection & Grounding Solutions for Communication Sites***. PolyPhase. United States of America.

Crispino, Joe. 2007. ***Rolling Spheres Method For Lightning Protection***. Surge Phenomena. Epow 6860