

EVALUASI SISTEM PROTEKSI PETIR MENARA TELEKOMUNIKASI PT DAYAMITRA TELEKOMUNIKASI (TELKOM GROUP) SIMPANG TIMBANGAN INDRALAYA

Faisal Adil Sinaga^{1*}, Ansyori¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, *Email: faisal.adil3@gmail.com

Abstrak-Petir merupakan fenomena alam yang sering terjadi di Indonesia. Petir juga dapat disebut fenomena alam yang tidak dapat ditebak. Sekarang ini petir jadi permasalahan penting untuk dihadapi. Karena petir dapat merusak bahkan dapat membunuh makhluk hidup. Bangunan menara telekomunikasi yang terletak di simpang timbangan, Indralaya, Ogan Ilir Sumatera Selatan merupakan bangunan tertinggi yang ada di daerah tersebut. Dengan menara setinggi 40 m yang berdiri di tengah pemukiman padat penduduk, maka menara telekomunikasi ini sangat riskan tersambar petir secara langsung yang dapat menyebabkan kenaikan tegangan yang dapat merusak peralatan telekomunikasi. Sambaran tak langsung dapat mengakibatkan timbulnya induksi yang dapat merusak peralatan elektronik pada daerah tersebut. Dengan kepadatan sambaran petir 5,745 sambaran /km²-tahun, arus petir maksimum sebesar 52,906 kA, kecuraman maksimum arus petir sebesar 20,215 kA/ μ s. kemampuan finial melingungi sejauh 46,44 m. dari hasil perhitungan didapatkan nilai pembumian menara telekomunikasi ini sudah rendah yaitu sebesar 0,6 ohm. Nilai tegangan jatuh pada sistem pembumian sebesar 31,74 kv. Dengan arus petir yang menyambar finial dan disalurkan melalui *down conductor* maka di sekitar *down conductor* terjadi tegangan induksi ke peralatan BTS yang nilainya sebesar 1,799 kV.

Kata kunci: sistem proteksi petir, sistem pembumian, menara telekomunikasi

Abstract-Lightning is a natural phenomenon that often occurs in Indonesia. Lightning can also be called a natural phenomenon that can not be guessed. Today lightning so important issues to deal with. Because lightning can damage and even kill human. Telecommunications tower located at simpang timbangan, Indralaya, Ogan Ilir South Sumatra is the tallest building in the area. With a 40 m high tower that stands in the middle of heavily populated, it is very risky telecom tower struck by lightning directly which can cause an increase in voltage and damage telecommunications equipment. Indirect lightning can result in induction that can damage electronic equipment in the area. With a density of 5.745 lightning strikes / km²-year, the current maximum of 52.906 kA lightning, lightning current maximum steepness of 20.215 kA / μ s. finial ability protect as far as 46.44 m. obtained from the calculation of the value of the telecommunications tower earthing is already low at 0.6 ohms. Value voltage drop on the earthing system by 31.74 kv. With the current lightning strikes finial and distributed through the down conductor around the down conductor occurs induced voltage BTS equipment to a value of 1,799 kV.

Keyword. lightning protection systems, earthing systems, telecommunication tower

I. PENDAHULUAN

Bangunan menara telekomunikasi yang terletak di simpang timbangan, Indralaya, Ogan Ilir Sumatera Selatan merupakan bangunan tertinggi yang ada di daerah tersebut. Dengan menara setinggi 40 m yang berdiri di tengah pemukiman padat penduduk, maka menara telekomunikasi ini sangat riskan tersambar petir secara langsung yang dapat menyebabkan kenaikan tegangan yang dapat merusak peralatan telekomunikasi. Sambaran tak langsung dapat mengakibatkan timbulnya

induksi yang dapat merusak peralatan elektronik pada daerah tersebut.

A. Perumusan Masalah

Kerapatan sambaran petir Indonesia yang sangat besar sekitar 12/km² per tahun, yang berarti pada setiap luas area 1 km² berpotensi menerima sambaran petir sebanyak 12 kali setiap tahunnya dan dengan arus puncak yang sangat tinggi dapat mencapai 200 kA. Walaupun sistem perlindungan sambaran petir telah dilakukan, kemungkinan kegagalan pada sistem tersebut tetap ada walau hanya kecil kemungkinan. Dengan parameter yang

ditentukan penelitian akan menghitung arus puncak petir pada daerah menara telekomunikasi, menghitung besarnya arus pada sistem pembumian dan besarnya tegangan induksi yang ditimbulkan.

B. Batasan Masalah

Proteksi petir pada menara telekomunikasi memperhatikan tiga sistem berikut yaitu terminasi udara yang berupa batang finial, kawat konduktor penyalur ke tanah dan pembumiannya. Untuk mengetahui radius proteksi digunakan metode sudut proteksi.

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kekurangan-kekurangan dari sistem proteksi petir pada menara telekomunikasi ini.
2. Mengetahui apakah sistem nilai sistem pembumian kurang dari satu ohm atau lebih dari satu ohm.
3. Mengetahui besarnya nilai tegangan jatuh pada sistem pembumian dan besarnya tegangan induksi dari *down conductor*

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Petir

Petir terjadi karena ada perbedaan potensial antara awan dan bumi atau dengan awan lainnya. Proses terjadinya muatan pada awan karena dia bergerak terus menerus secara teratur, dan selama pergerakannya dia akan berinteraksi dengan awan lainnya sehingga muatan negatif akan berkumpul pada salah satu sisi (atas atau bawah), sedangkan muatan positif berkumpul pada sisi sebaliknya. Jika perbedaan potensial antara awan dan bumi cukup besar, maka akan terjadi pembuangan muatan negatif (elektron) dari awan ke bumi atau sebaliknya untuk mencapai kesetimbangan. Pada proses pembuangan muatan ini, media yang dilalui elektron adalah udara. Pada saat elektron mampu menembus ambang batas isolasi udara inilah terjadi ledakan suara. Petir lebih sering terjadi pada musim hujan, karena pada keadaan tersebut udara mengandung kadar air yang lebih tinggi sehingga daya isolasinya turun dan arus lebih mudah mengalir. Karena ada awan bermuatan negatif dan awan bermuatan positif, maka petir juga bisa terjadi antar awan yang berbeda muatan

B. Sistem Proteksi Petir

Sistem proteksi petir merupakan rangkaian jalur yang memiliki fungsi sebagai jalan bagi kilatan petir untuk menuju permukaan bumi tanpa merusak peralatan disekelilingnya.

C. Sistem Proteksi Petir Konvensional

Sistem proteksi petir konvensional memiliki tiga bagian utama yaitu batang penangkal petir, kabel konduktor, serta tempat pembumian. Batang penangkal

petir atau terminasi udara sering juga disebut *splitzer* berada paling atas gedung atau menara.

D. Sistem Terminasi Udara

Sistem terminasi udara merupakan sistem proteksi petir eksternal bagian pertama yang menggunakan suatu batang tegak yang biasa disebut finial atau *splitzer*. Sistem terminasi udara dapat terdiri dari kombinasi batang vertikal. Batang terminasi udara tunggal terhubung bersama-sama pada tingkat atas untuk memastikan pembagian arus. Dalam standar IEC 62305 dibagi empat kelas (I,II,III,VI) dari sistem proteksi petir dibagi sesuai dengan bentuk konstruksi yang terkait dengan empat tingkat perlindungan.

TABEL 1
HUBUNGAN ARUS PUNCAK PETIR DENGAN TINGKAT
PROTEKSI MENURUT IEC 62305

Parameter petir		Tingkat proteksi (Lightning Protection Level)		
		I	II	III - IV
Nilai arus puncak	I (kA)	200	150	100
Muatan total	Q_{total} (C)	300	225	150
Muatan impuls	Q_{impuls} (C)	100	75	50
Energi spesifik	W/E (kJ/Ω)	10000	5600	2500
Kecuraman rata-rata	di/dt (kA/μs)	200	150	100

E. Konduktor Penyalur (Down Conductor)

Konduktor Penyalur adalah bagian kedua dari sistem proteksi petir eksternal. Dimaksudkan jika terkena sambaran petir, konduktor penyalur menyalurkan arus petir ke tanah. Batang penangkal petir (finial) harus dihubungkan ke sistem pembumian melalui *down conductor*. Jadi fungsi utama dari *down conductor* ini adalah untuk menyalurkan arus dari kawat penangkal petir (finial) menuju ke sistem pembumian.

F. Sistem Pembumian (grounding)

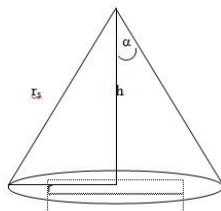
Sistem pembumian merupakan bagian ke tiga dari sistem proteksi petir eksternal yang tujuannya adalah untuk membuang arus petir ke tanah tanpa membahayakan orang atau kerusakan instalasi didalam struktur yang harus dilindungi. Sistem pembumian menanam satu atau beberapa elektroda ke dalam tanah dengan cara tertentu untuk mendapatkan tahanan pembumian yang diinginkan. Besar tahanan pembumian tergantung oleh jenis tanah dan kedalaman elektroda pembumian di tanam. Semakin dalam elektroda ditanam maka tahanan pembumian semakin kecil.

TABEL 2
NILAI RESISTIVITAS TANAH

Jenis tanah	Nilai resistansi (Ω-m)
Tanah rawa	30
Tanah liat & tanah lading	100
Pasir basah	200
Kerikil basah	500
Pasir dan kerikil kering	1000
Tanah berbatu	3000

G. Metode Sudut Proteksi

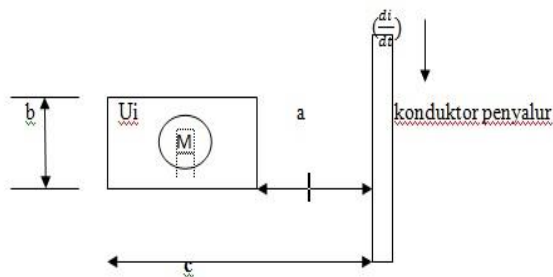
Pada metode ini, daerah yang akan diproteksi adalah daerah yang berada dalam kerucut. Semakin tinggi bangunan maka sudut perlindungannya semakin sempit. Dengan menggunakan metode sudut proteksi kita dapat mengetahui daerah perlindungan petir yang digambarkan secara umum sebagai berikut :



Gambar 1. Daerah Perlindungan Penangkal Petir

H. Tegangan Induksi Pada Loop

Pada saat terjadi sambaran, arus petir mengalir melalui penghantar arus petir mengakibatkan tegangan elektromagnetis yang diinduksikan oleh kecuraman arus petir pada instalasi tegangan rendah yang membentuk loop. Besarnya tegangan induksi yang dapat timbul tergantung pada besarnya loop yang terbentuk. Untuk loop yang besar tegangan induksi maksimum tergantung pada mutual induksi .



Gambar 2. Tegangan Induksi Pada Loop

Dimana :

a = jarak sisi gedung terdekat dari kawat penghantar arus petir

b = tinggi gedung

c = jarak sisi gedung terjauh dari kawat penghantar arus petir

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah menara telekomunikasi PT. Dayamitra Telekomunikasi (Telkom Group) yang berada di simpang timbangan Jl. Raya Palembang-Prabumulih. Pada penelitian ini penulis mengambil data sistem proteksi petir pada menara telekomunikasi dalam waktu satu bulan dimulai pada bulan juni 2014.

B. Metoda Pengumpulan Data

Adapun metoda penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur

Yaitu dengan membaca buku-buku, jurnal-jurnal ilmiah yang berkaitan dengan topik jurnal yaitu masalah petir , arus puncak petir dan mengenai sistem pembumian dari banguna. Juga mencari referensi lainnya dari internet, artikel dan lain-lain yang berhubungan dengan topik yang diangkat.

2. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data yang diperlukan dalam penulisan jurnal, yaitu :

- a. Data parameter petir
 - b. Data layout menara
 - c. Peralatan proteksi eksternal yang terpasang
 - d. Tahanan jenis tanah
3. Pengolahan Data

Data-data yang telah diperoleh disusun dan dilakukan perhitungan-perhitungan untuk mendapatkan hasil yang kemudian dianalisa. Pengolahan data yang dilakukan untuk mengetahui penentuan jarak sambaran, sudut perlindungan, radius daerah perlindungan, tegangan jatuh pada elektroda pentanahan dan tegangan induksi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan di menara telekomunikasi simpang timbangan indralaya

A. Perhitungan dan Hasil

Perhitungan dilakukan dengan arus puncak petir pada tahun 2013

B. Perhitungan Parameter Arus Puncak Petir

1. Jumlah sambaran petir ke tanah

$$F_G = 123 \times 10^{-4} \times p^{0,563} \times (T)0,33 \text{ sambaran/km}^2 \text{ -tahun} \tag{1}$$

$$F_G = 123 \times 10^{-4} \times 2851^{0,563} \times 157^{0,33}$$

$$F_G = 0,0123 \times 88,138 \times 5,30$$

$$F_G = 5,745 \text{ sambaran/km}^2 \text{ -tahun}$$

2. Arus puncak petir

$$\hat{I} = 29,5143 \times F_g^{0,332737} \times e^{((-4,14107 \times 10^{-3} \times L_i) \times (-2,40752 \times 10^{-4} \times A))} \text{ kA} \quad (2)$$

dimana $L_i = 3 + \frac{13}{60} = 3,21667$

A = ketinggian awan rata-rata = 600 m

$$\hat{I} = 29,5143 \times 5,745^{0,332737} \times e^{((-4,14107 \times 10^{-3} \times 3,21667) \times (-2,40752 \times 10^{-4} \times 600))}$$

$$\hat{I} = 29,5143 \times 1,789 \times e^{((-0,0133) \times (-0,144))} \hat{I} = 52,801 \times e^{1,9152 \times 10^{-3}}$$

$$\hat{I} = 52,906 \text{ kA}$$

3. Kecuraman Arus Puncak Petir

$$\frac{di}{dr} = 1,2358 \times I^{0,7042} \text{ kA}/\mu\text{s} \quad (3)$$

$$\frac{di}{dr} = 1,2359 \times 52,906^{0,7042}$$

$$\frac{di}{dt} = 20,215 \text{ kA}/\mu\text{s}$$

4. Jarak sambaran petir

Menurut persamaan Amstrong dan Whitehead

$$r_s = 6,7 \times I^{0,80} \quad (4)$$

$$r_s = 6,7 \times 52,906^{0,80}$$

$$r_s = 160,279$$

Menurut persamaan Brown dan Whitehead

$$r_s = 7,1 \times I^{0,75} \quad (5)$$

$$r_s = 7,1 \times 52,906^{0,75}$$

$$r_s = 139,279 \text{ m}$$

Menurut persamaan R.H Golde

$$r_s = 10 \times I^{0,65} \quad (6)$$

$$r_s = 10 \times 52,906^{0,65}$$

$$r_s = 131,91 \text{ m}$$

C. Sudut Perlindungan Petir dan Radius Daerah Perlindungan Petir.

1. Menurut Amstrong dan Whitehead

a. Sudut proteksi petir

$$\alpha = \text{arc sin} \left[1 - \frac{h_1}{r_s} \right] \quad (7)$$

dimana:

h = tinggi finial dari permukaan tanah = 44 meter

r_s = jarak sambaran petir (m)

$$\alpha = \text{arc sin} \left[1 - \frac{44}{160,279} \right]$$

$$\alpha = 46,55^\circ$$

b. Radius perlindungan petir pada permukaan tanah

$$r = h \times \tan \alpha_2 \quad (8)$$

$$r = 44 \times \tan 46,55^\circ$$

$$r = 46,44 \text{ meter}$$

2. Menurut Brown dan Whitehead

a. $\alpha = \text{arc sin} \left[1 - \frac{44}{139,279} \right]$

$$\alpha = 43,235^\circ$$

b. Radius perlindungan petir

$$r_2 = 44 \times \tan 43,235$$

$$r_2 = 42,369 \text{ meter}$$

3. Menurut R.H Golde

a. $\alpha = \text{arc sin} \left[1 - \frac{44}{131,91} \right]$

$$\alpha = 41,835^\circ$$

b. Radius perlindungan petir pada permukaan tanah

$$r = 44 \times \tan 41,835$$

$$r = 39,388 \text{ meter}$$

TABEL 3
PERBANDINGAN JARAK SAMBARAN, SUDUT PERLINDUNGAN DAN RADIUS PERLINDUNGAN

	Jarak sambaran (m)	Sudut perlindungan finial menara(α)	Radius perlindungan pada permukaan tanah (m)
Amstrong & Whitehead	160,279	46,55 °	46,44
Brown & Whitehead	139,279	43,235°	42,369
R.H.Golde	131,91	41,835°	39,388

D. Sistem Pembumian

Sistem pembumian masing-masing kaki tower :

$$R_{tower} = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \frac{4L}{a} - 1 \right] \Omega \quad (9)$$

$$R_{tower} = \frac{30}{2 \times 3,14 \times 10} \left[\ln \frac{4 \times 10}{0,0075} - 1 \right]$$

$$R_{tower} = 3,61 \Omega$$

Pembumian peralatan menggunakan dua batang pembumian yang sama dengan pembumian kaki tower yang keduanya dihubungkan secara paralel maka :

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \right) \quad (10)$$

$$R = \frac{30}{4 \times 3,14 \times L} \left(\ln \frac{4 \times 10}{0,0075} + \ln \frac{4 \times 10}{3} - 2 + \frac{3}{20} - \frac{9}{1600} + \frac{81}{5120000} \right)$$

$R = 2,23 \Omega$ (nilai resistansi ekuivalen yang telah terhubung).

Penyambungan antara empat buah tembaga batang kaki tower dihubungkan secara paralel dan dua buah juga dihubungkan secara paralel kemudian semuanya dihubungkan menggunakan sistem pembumian grid yang ditempatkan dibawah pondasi pagar menggunakan kabel BC 50 mm dibawah pagar maka:

$$R = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 \times A}} \left(1 + \frac{1}{1+h(\frac{20}{A})} \right) \right] \Omega \quad (11)$$

Dimana : ρ = tahanan tanah
 L_T = panjang total kawat
 A = luas area cakupan pentanahan

$$R = 30 \left[\frac{1}{44} + \frac{1}{\sqrt{20 \times 120}} \left(1 + \frac{1}{1 + 0,5 \left(\frac{20}{120} \right)} \right) \right] \Omega$$

$$R = 1,75 \Omega$$

Maka besar resistansi *grounding* antara menara dengan pentanahan *grid* yang dihubungkan secara paralel :

$$\frac{1}{R_{ek}} = \frac{1}{1,5} + \frac{1}{2,23} + \frac{1}{1,75}$$

$$R_{ek} = 0,6 \Omega$$

E. Tegangan Induksi dari Konduktor Penyalur

Dari data yang di dapat, letak posisi antara konduktor penyalur dengan bagian BTS adalah sebagai berikut :

a = jarak sisi terdekat BTS dengan konduktor penyalur = 2 m

b = tinggi BTS = 2 m

c = jarak BTS dari konduktor penyalur = 2,5 m

Maka besarnya induktansi bersama dari konduktor penyalur terhadap peralatan BTS adalah :

$$M = 0,2 \times b \times \ln \left(\frac{c}{a} \right) \quad (12)$$

$$M = 0,2 \times 2 \times \ln 2,5/2$$

$$M = 0,089 H$$

Maka besarnya tegangan induksi

$$U_i = M \times \frac{di}{dt} \quad (13)$$

$$U_i = 0,089 \times 20,215$$

$$U_i = 1,799 kV$$

F. Tegangan Jatuh pada Sistem Pembumian

Tegangan jatuh pada sistem pembumian yang telah terintegrasi :

$$V = I_{con} \times R_{ek} \quad (14)$$

$$V = 52,906 \times 0,6$$

$$V = 31,74 kV$$

G. Pembahasan

Dari hasil perhitungan maka di dapat arus puncak petir di kab Indralaya melalui perhitungan dari hari guruh dan curah hujan pada tahun 2013 adalah sebesar 52,906 kA. Kepadatan sambaran petir 5,745 sambaran/km² – tahun dan kecuraman arus petir yaitu 20,215 kA/ μ s. Dengan menggunakan perhitungan sudut proteksi Amstrong & Whitehead di peroleh jarak sambar petir sebesar 160,279 m. Sistem proteksi eksternal finial memberikan radius perlindungan menara sejauh 46,44 m dengan nilai sudut perlindungan maksimum sebesar 46,55°. Pada menara telekomunikasi nilai resistansi pembumian pada ke empat kaki menara masing-masing adalah sebesar 3,61 Ω . Nilai resistansi pembumian ke 4 kaki tower yang sudah terhubung paralel sebesar 1,5 Ω .

Kemudian pembumian dari peralatan sebesar 2,23 Ω . Semua sistem pembumian pada area menara diintegrasikan atau dihubungkan dengan metode pembumian *grid* sehingga menghasilkan nilai pembumian ekivalen sebesar 0,6 Ω . Nilai pembumian ini sudah dikatakan baik karena berada di bawah nilai 1 Ω . Dengan menggunakan arus puncak maksimum petir sebesar 52,906 kA, diperoleh nilai tegangan jatuh pada sistem pembumian sebesar 31,74 kV. Dengan arus petir yang menyambar finial dan disalurkan melalui *down conductor* maka di sekitar *down conductor* terjadi tegangan induksi ke peralatan BTS yang nilainya sebesar 1,799 kV.

V. KESIMPULAN

1. Arus puncak petir maksimum untuk daerah Indralaya diperoleh sebesar 52,906 kA dan kecuraman sebesar 20,215 kA
2. Berdasarkan metode sudut proteksi petir, sistem proteksi petir eksternal sudah cukup baik karena radius proteksinya sudah mencakup seluruh area menara sebesar 46,44 m.
3. Sistem pembumian pada area menara sebesar 0,6 Ω sudah cukup baik karena di bawah nilai 1 Ω
4. Besarnya tegangan jatuh pada sistem pembumian yang telah terhubung dengan arus petir sebesar 52,905 kA adalah 31,74 kV.
5. Besarnya tegangan induksi yang muncul dari *down conductor* yang di aliri arus petir dengan kecuraman sebesar 20,215 kA sebesar 1,799 kV.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ricahya Wiguna Setiawan. 2012. *Analisa Koordinasi Surja Arrester Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV menggunakan ATP/EMTP dan Metode Monte Carlo di GIS Tandus*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- [2] Diah,Nining.2009. *Pengaruh Sambaran Petir Terhadap Sistem Proteksi Pada Tower BTS (Base Trasnceiver Station)*. Universitas Lampung,Lampung
- [3] Sibatuara, Henra. 2011. *Analisa Kinerja Petir Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 KV PT. PLN (Persero) Wilayah Sumatera Selatan*. Skripsi. Indralaya : Universitas Sriwijaya.
- [4] Gultom Rapido Parasian . 2008. *Studi perencanaan sistem pengaman terhadap sambaran petir eksternal pada bangunan gedung biro rector universitas sumatera utara . Universitas Sumatera Utara*. skripsi , Medan: Universitas Sriwijaya
- [5] Widhya Putra P.2009. *evaluasi sistem proteksi petir pada base transceiver station (BTS)*. Skripsi. Universitas Indonesia
- [6] Vernon cooray.2010. *lightning protection*.london, united kingdom : The institution of engineering and technology
- [7] Joffe, Elya B., Sang Lock, kai., 2010. *Grounds for grounding a circuit to system handbook*. New Jersey : jhon wiley & sons Inc
- [8] Unknown.2013. *Pembentukan Petir*. www.id.wikipedia.org/wiki/petir.diakses pada tanggal 3 maret 2014
- [9] Unknown.2010. *Penangkal Petir*. http :// portal .paseban .com /popular _science /133182/alat-penangkal-petir