

# Analisis Sistem Proteksi Petir pada Menara BTS 42 Meter PT. Telekomunikasi Selular

Dicky Yulvarizal<sup>1)</sup>, Iswadi Hasyim Rosma<sup>1)</sup>

Program Studi Teknik Elektro S1

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

\*Email : dicky.yulvarizal6832@student.unri.ac.id

## ABSTRACT

*Lightning is a natural phenomenon that cannot be controlled or prevented by humans. Lightning strikes not only strike flat areas such as the field, but objects with high structures will be very vulnerable to lightning strikes. Objects that have high-rise structures include trees, housing, skyscrapers, electricity transmission towers, and Base Transceiver Station (BTS) transmitting towers. BTS is a tall building that has a role in the sustainability of data information provision. To prevent the magnitude of the influence of lightning on the information data that is distributed so as not interrupted Lightning Protection System (LPS) is needed. Determination of whether the building requires LPS or not, can be known through several standards, namely the PUIPP standard, NFPA 780 standard and IEC 1024-1-1 standard. In this study, the authors took the 42-meter BTS tower building PT. Telekomunikasi Selular (TELKOMSEL) - Pekanbaru as an object and uses the rolling sphere method as a protection method.*

Key word: lightning, lightning protection system, BTS, air terminal, down conductor, grounding

## 1. PENDAHULUAN

Petir merupakan gejala alam yang tidak dapat dikendalikan ataupun dicegah oleh manusia. Kejadian petir terbentuk karena adanya ketidak seimbangan antara awan bermuatan negatif dan awan bermuatan positif di atmosfer. Sambaran petir tidak hanya menyambar ke area datar seperti lapangan, namun objek dengan struktur yang tinggi akan sangat rentan terhadap sambaran petir. Objek-objek yang mempunyai struktur bangunan tinggi antara lain pepohonan, perumahan, gedung pencakar langit, menara transmisi listrik, dan menara pemancar *Base Transceiver Station* (BTS).

Indonesia secara geografis terletak di garis khatulistiwa dengan jumlah hari guruh rata-rata 120 hari per tahun. Mengingat kerusakan-kerusakan yang dapat timbul akibat adanya sambaran petir, maka munculah berbagai usaha untuk mengatasi petir yang dikenal sebagai usaha proteksi petir.

## 2. TEORI DASAR

Landasan teori ini bertujuan agar teori – teori relevan dapat digunakan sebagai acuan dalam pemecahan masalah yang timbul selama penulisan penelitian ini.

### 2.1 Petir

Petir merupakan peristiwa pelepasan listrik antara suatu awan bermuatan dengan bumi, atau antara awan bermuatan dengan awan bermuatan lainnya. Dalam peristiwa ini, jarak antara awan ke awan atau awan ke bumi relatif cukup tinggi dan dapat diasumsikan sebagai jarak antar elektroda.

### 2.2 Proses Terjadinya Petir

Proses terjadinya sambaran petir dibagi menjadi empat tahap, yakni pembentukan awan petir, *downward leader*, *upward leader* dan *return stroke*.

### 2.3 Sambaran yang dilepaskan oleh petir

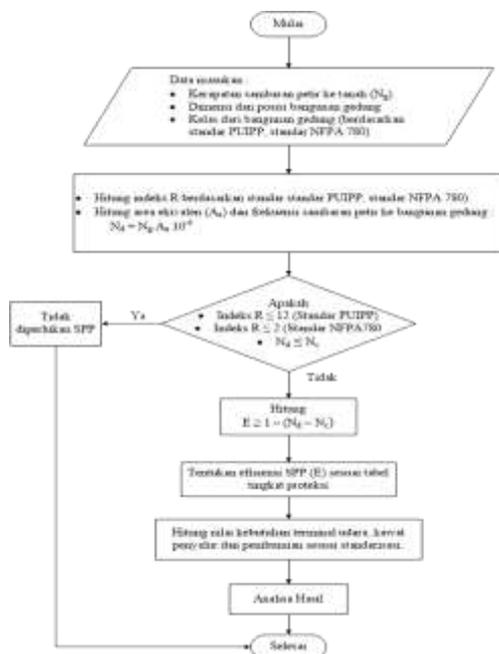
Sambaran-sambaran yang dilepaskan oleh petir pada umumnya dapat menimbulkan tegangan abnormal yang sangat berbahaya bagi peralatan yang terpasang dan juga jiwa manusia pada area tersebut.

### 2.4 Sistem Proteksi

Sistem proteksi petir digunakan untuk memberikan perlindungan terhadap bahaya sambaran petir bagi orang dan bangunan. Berdasarkan tempatnya, sistem proteksi petir dapat dibagi menjadi dua bagian,

yakni sistem proteksi petir eksternal dan sistem proteksi petir internal.

### 3. METODE PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan menggunakan menara BTS sebagai objek penelitian. Adapun menara BTS yang menjadi objek penelitian adalah bangunan menara BTS 42 meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru. Menara BTS 42 meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru dengan lokasi yang terletak di Jalan Utama Sari No. 217 Kel. Tangkerang Selatan, Kec. Bukit Raya, Pekanbaru, Riau.



Gambar 4.1 Menara BTS 42 Meter

#### 4.1 Analisis Taksiran Sambaran Petir

Untuk mengetahui apakah sebuah bangunan diperlukan sistem proteksi petir atau tidak, dapat diketahui melalui perhitungan taksiran resiko sambaran petir, yakni standar PUIPP (Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir), NFA 780 (National Fire Protection Association 780) dan IEC 1024-1-1.

Untuk perhitungan penentuan kebutuhan sistem

proteksi yang digunakan di menara BTS 42 meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru dapat digunakan standar PUIPP. Adapun perhitungan penentuan kebutuhan sistem proteksi petir sebagai berikut. (PUIPP, 1983)

$$R = A + B + C + D + E$$

$$R = 2 + 2 + 6 + 0 + 8$$

$$R = 18$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan nilai indeks R sebesar 18, yang mana jika nilai indeks R melebihi 14 memiliki perkiraan bahaya yang sangat besar dan sangat dibutuhkan sistem proteksi. Oleh karena itu, berdasarkan standar PUIPP menara BTS 42 meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru memerlukan sistem proteksi petir.

Untuk perhitungan penentuan kebutuhan sistem proteksi yang digunakan di menara BTS 42 meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru dapat digunakan standar NFA 780. Adapun perhitungan penentuan kebutuhan sistem proteksi petir sebagai berikut. (NFA, 2004)

$$R = \frac{A + B + C + D + E}{F}$$

$$R = \frac{10 + 3 + 10 + 1 + 9}{1}$$

$$R = 33$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan nilai indeks R (perkiraan bahaya) sebesar 33, jika nilai indeks R melebihi 7 sangat diperlukan sistem proteksi. Oleh karena itu, berdasarkan standar NFA 780 menara BTS 42 meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru memerlukan sistem proteksi petir.

Kebutuhan sistem proteksi petir dapat ditentukan dengan perhitungan berdasarkan standar IEC 1024-1-1. Standar IEC 1024-1-1 menggunakan cara perhitungan dengan data hari guruh, data ukuran bangunan/daerah, area proteksi, frekuensi sambaran langsung setempat ( $N_d$ ) dan frekuensi sambaran tahunan ( $N_c$ ) yang diperbolehkan pada struktur, dengan terlebih dahulu menghitung kerapatan sambaran ke tanah ( $N_g$ ). Nilai kerapatan sambaran petir ke tanah ( $N_g$ ) dipengaruhi oleh hari guruh rata-rata pertahun ( $T_d$ ) tersebut.

Tabel 1. Jumlah hari guruh daerah Pekanbaru tahun 2019 (sumber: BMKG Balai Besar Wilayah I)

Bulan	Jumlah Hari
Januari	14
Februari	13
Maret	13
April	21
Mei	15
Juni	9
Juli	5
Agustus	3
September	6
Oktober	23
November	21
Desember	17
<b>Total hari guruh</b>	<b>160</b>

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa jumlah hari guruh rata-rata pertahun di daerah Pekanbaru adalah 160. Kerapatan sambaran petir ke tanah ( $N_g$ ) dapat

dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut. (IEC 1024-1-1, 1993)

$$N_g = 0,04 \cdot T_d^{1,25}$$

$$N_g = (0,04)(160)^{1,25}$$

$$N_g = 22,76 \text{ sambaran per km}^2 \text{ per tahun}$$

Daerah yang diproteksi adalah daerah di sekitar struktur sejauh 3h, dimana h adalah tinggi struktur yang diproteksi.

$$3h = 3 \cdot 42 \text{ m}$$

$$3h = 126 \text{ m}$$

Untuk luas daerah permukaan tanah yang dianggap sebagai struktur yang mempunyai frekuensi sambaran langsung tahunan dapat dihitung sebagai berikut. (IEC 1024-1-1, 1993)

$$A_e = ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2$$

$$A_e = (5,2)(5,2) + (6)(42)(5,2 + 5,2) + (9)(3,14)(42)^2$$

$$A_e = 52.498,48 \text{ m}^2$$

Perhitungan jumlah rata-rata frekuensi sambaran petir langsung per tahun ( $N_d$ ) dapat dicari melalui persamaan berikut. (IEC 2014-1-1, 1993)

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6}$$

$$N_d = (22,76)(52.498,48)(10^{-6})$$

$$N_d = 1,19 \text{ sambaran petir per tahun}$$

Frekuensi sambaran petir tahunan setempat ( $N_c$ ) merupakan nilai ketetapan yang bernilai  $10^{-1}$  yang diperbolehkan. Penentuan tingkat proteksi pada bangunan  $N_d$  dan  $N_c$  didasarkan pada syarat sebagai berikut.

- Jika  $N_d \leq N_c$  tidak diperlukan sistem proteksi petir.
- Jika  $N_d \geq N_c$  diperlukan sistem proteksi petir.

Berdasarkan syarat tersebut maka menara BTS 42 Meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru diperlukan sistem proteksi yang dapat dihitung nilai efisiensi sistem proteksi petir sebagai berikut.

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d}$$

$$E \geq 1 - \frac{10^{-1}}{1,19}$$

$$E \geq 1 - 0,084$$

$$E \geq 0,916$$

$$E \geq 91,6\%$$

Bedasarkan hubungan antar nilai E (efisiensi) sebesar 0,916 atau 91,6% berada pada tingkat proteksi II dengan nilai efisiensi diantara 90%-95%. Oleh karena itu, menara BTS 42 Meter PT. TELKOMSEL – Pekanbaru memerlukan SPP minimal dengan tingkat proteksi level II.

## 4.2 Perhitungan Daerah Proteksi Sistem Proteksi Petir

Untuk mengetahui apakah daerah bangunan tersebut sudah terpasang sistem proteksi petir secara baik atau tidak, dapat digunakan metode bola bergulir untuk menganalisis sistem proteksi daerah bangunan tersebut. Berdasarkan tabel radius proteksi dari bola bergulir untuk

tingkat proteksi level II, radius proteksinya adalah sebesar 30 m dan untuk perhitungan arus puncak (I) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut. (E.R. Love, 1973)

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

$$I = \sqrt[0,75]{R}$$

$$I = \sqrt[0,75]{30}$$

$$I = 93,22 \text{ kA}$$

Jarak sambar ( $d_s$ ) petir terhadap bangunan dapat dihitung dari persamaan berikut. (E.R. Love, 1973)

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

Dengan menggunakan asumsi hasil perhitungan parameter arus petir untuk daerah Pekanbaru nilai arus puncak petir (I) minimal sebesar 93,22 kA untuk proteksi level I dapat dihitung jarak sambar sebagai berikut. (E.R. Love, 1973)

$$d_s = (10)(93,22)^{0,65}$$

$$d_s = 190,63 \text{ m}$$

Dengan jarak bangunan (shelter) yang berjarak 6 meter dari titik tengah menara dan tinggi menara adalah 42 meter, serta panjang batang finial menara adalah 1 meter, maka dapat dicari sudut perlindungan penangkal petir menara terhadap bangunan (shelter) menggunakan persamaan sudut lindung untuk  $h < d_s$  sehingga didapat panjang radius proteksi bola bergulirnya menggunakan persamaan sebagai berikut. (Widhya Putra, 2009)

$$R = \sqrt{\square_1(2d_s - \square_1)}$$

$$R = \sqrt{43((2)(190,63 - 43))}$$

$$R = 112,68 \text{ m}$$

maka luas radius perlindungan menara BTS yang dilengkapi terminal udara adalah sebagai berikut. (Widhya Putra, 2009)

$$A = \pi \cdot R^2$$

$$A = (3,14) \cdot (112,68)^2$$

$$A = 39867,89 \text{ m}^2$$

Jarak aman terjauh shelter dari sambaran langsung petir dengan tinggi bangunan setinggi 3 meter yang diukur dari titik 0 meter (pusat menara) menggunakan persamaan 2.5 adalah sebagai berikut. (Widhya Putra, 2009)

$$R_2 = R \left[ 1 - \sqrt{\frac{2d\square_2 - \square_2^2}{2d\square_1 - \square_1^2}} \right]$$

$$R_2 = 112,68 \left[ 1 - \sqrt{\frac{(2)(190,63)(3) - (3)^2}{(2)(190,63)(43) - (43)^2}} \right]$$

$$R_2 = 112,68 \left[ 1 - \sqrt{\frac{1134,78}{14545,18}} \right]$$

$$R_2 = (112,68)(0,721)$$

$$R_2 = 81,24 \text{ m}$$

## 4.3 Konduktor Pembumian

Konduktor pembumian yang digunakan pada

menara BTS 42 meter PT. Telekomunikasi Selular (TELKOMSEL) – Pekanbaru adalah jenis bahan aluminium. Pemilihan bahan aluminium untuk bahan SPP sudah menjadi pilihan yang tepat jika disesuaikan dengan kondisi lingkungan menara BTS, selain itu harga dari aluminium sebagai bahan SPP konduktor pembumian termasuk murah. Nilai luas penampang minimum yang diperbolehkan adalah 25 mm<sup>2</sup>.

Lokasi dari menara BTS 42 meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru merupakan lokasi dengan tanah jenis rawa yang memiliki tahanan tanah sebesar 30 Ω-meter. Sistem pembumian yang digunakan dengan cara menanamkan elektroda batang yang ditanam tegak lurus dengan permukaan tanah. Adapun perhitungan dari tahanan pembumian adalah sebagai berikut.

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \cdot \ln \left( \frac{4L^2}{d^2} - Q \right)$$

$$R = \frac{30}{(4)(3,14)(15 + 3)} \cdot \ln \left( \frac{(4)(15 + 3)^2}{(0,02)(15)} - 1 \right)$$

$$R = 1,088\Omega$$

Hasil dari perhitungan tahanan pembumian menunjukkan bahwa memenuhi standar pembumian. Serta, tahanan pentanahan pada menara BTS 42 meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru sudah bagus.



Gambar 4.2 Arrester OBO V20-C

Berdasarkan fungsi tersebut, *arrester* harus dapat menahan tegangan untuk waktu yang tak terbatas dan harus dapat melewatkan arus surja ke tanah tanpa mengalami kerusakan. *Arrester* yang terpasang pada menara BTS 42 meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru adalah *arrester* merk OBO V20-C. *Arrester* dapat menahan arus dari 60 kA hingga 110 kA. Adapun Gambar 3.6 merupakan *arrester* merk OBO V20-C.

## 5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian pada penelitian adalah berdasarkan perhitungan yang dilakukan untuk menentukan kebutuhan akan sistem proteksi petir pada bangunan menara BTS (*Base Transceiver Station*) 42 meter PT. TELKOMSEL Pekanbaru, dapat diketahui bahwa bangunan menara membutuhkan SPP (Sistem Proteksi Petir)

Metode bergulir digunakan untuk penggunaan SPP pada bangunan yang bentuknya rumit. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan didapatkan nilai arus puncak minimal 93,22 kA. Panjang radius proteksi bola

bergulirnya adalah 112,68 m dan luas radius perlindungan menara adalah 39867,89 m<sup>2</sup>.

SPP (sistem proteksi petir) yang sudah terpasang pada bangunan menara BTS (*Base Transceiver Station*) 42 meter PT. Telekomunikasi Selular (TELKOMSEL) – Pekanbaru sudah sesuai standar dan hal itu dibuktikan oleh analisa melalui perhitungan perancangan SPP, sehingga jarang terjadi gangguan akibat sambaran petir.

## Daftar Pustaka

- IEC. (1993). *IEC 1024-1-1 Protection of structures against lightning*. Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2004). *Proteksi bangunan terhadap petir* –.
- Lazar, I. (1980). *Electrical System Analysis and Design for Industrial Plants*. McGraw-Hill.
- Putri, F. S. (2017). Evaluasi Sistem Proteksi Petir Pada Tower PT. Sampoerna Telekomunikasi Indonesia (CERIA) Pekanbaru. *Jom Fteknik, Volume 4*(No. 2), 1–6.
- Sinaga, F. A. (2015). *Telekomunikasi Pt Dayamitra Telekomunikasi ( Telkom Group ) Simpang*. 2(1), 11–15.
- Widhya Putra P. (2009). Universitas Indonesia Evaluasi Sistem Proteksi Petir Pada Base Tranceiver Station (BTS) Evaluasi Sistem Proteksi Petir Pada Base Tranceiver Station (BTS). *Evaluasi Sistem Proteksi Petir Pada Base Tranceiver Station (BTS) Skripsi*, 92.
- Zahra, F. A. (2015). *Analisis Sistem Penangkal Petir pada BTS (Based Transceiver Station) (Suatu Studi pada BTS X – Ciampea, Dramaga Bogor)*. 3–16.
- Peta Sambaran Petir Tahun 2019. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.2019.