

Sistem Proteksi Petir Tower Telekomunikasi di Kantor MSC PT. Smartfren

Riza Ria Wirasari^{1✉}, Andika Iskandar Makdunia²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Alwashliyah Medan, Indonesia

e-mail: riza.wirasari14@gmail.com

Abstrak

Tower BTS (Base Transceiver Station) merupakan bangunan yang tinggi dengan ketinggian minimal 25 Meter yang berfungsi sebagai penghubung antara satu BTS dengan BTS lainnya. *Tower* BTS dilengkapi dengan sistem proteksi eksternal dan internal yang didesign sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Berdasarkan standar Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL) untuk menghindari bahaya sambaran petir membutuhkan nilai resistansi pentanahan sebesar $<1\Omega$. Perangkat telekomunikasi dan *Tower* BTS sangat rentan mengalami kerusakan yang disebabkan oleh sambaran petir secara langsung. Pada saat *tower* BTS disambar petir secara langsung, maka arus lebih akan mengalir pada sistem yang berasal dari surja petir. Arus Surja petir akan terdistribusi ke saluran daya dan saluran radio yang dikoneksikan ke sistem pentanahan dengan metode *bounding bar*. Ada 3 sistem proteksi yang dipasang pada tower BTS yaitu Terminasi Udara (*Air Terminal*), Kabel Penyalur (*Down Conductor*) dan Batang Elektroda (*Grounding Rod*). Dengan adanya sistem proteksi petir yang dipasang pada tower, perangkat akan terhindar dari sambaran petir secara langsung.

Kata Kunci: *Base Tranceiver Station, Sistem Proteksi Petir, Sistem Pentanahan, Grounding Rod.*

Abstract

The BTS Tower (Base Transceiver Station) is a tall building with a minimum height of 25 meters which functions as a link between one BTS and another BTS. BTS towers are equipped with external and internal protection systems designed by Indonesian National Standards. Based on the General Electrical Installation Regulations (PUIL) standards, a grounding resistance value of $<1\Omega$ is required. Telecommunication equipment and BTS towers are very susceptible to damage caused by direct lightning strikes. When lightning strikes the BTS Tower directly, more current will flow into the system originating from the lightning surge. The lightning surge current will be distributed to the power lines and radio channels connected to the grounding system using the bounding bar method. Three are 3 protection systems installed on the BTS tower : Termination, Down Conductor and Grounding Rod. With a lightning protection system installed on the tower, devices will be protected from direct lightning strikes.

Keywords: *Base Tranceiver Station, Lightning Protection System, Grounding System, Grounding Rod.*

PENDAHULUAN

Telekomunikasi merupakan sesuatu yang menjadi kebutuhan penting bagi kehidupan masyarakat modern saat ini. Telekomunikasi tidak hanya dibutuhkan oleh masyarakat yang tinggal dipertanian saja. Tetapi juga dibutuhkan oleh masyarakat yang tinggal di daerah pedesaan. Tahun 2021 merupakan era transformasi digital, dimana bidang telekomunikasi menyediakan jaringan telekomunikasi digital yang canggih, dimana fitur-fitur menarik yang sedang trend di kalangan para orang tua dan anak muda dapat diakses dengan mudah. Dikarenakan adanya pandemi Covid 19 yang bermula di tahun 2020, telekomunikasi menjadi media yang paling dan sangat dibutuhkan semua kalangan terutama peserta akademisi. Pembatasan Skala Berskala Besar (PSBB) yang diberlakukan di tengah-tengah masyarakat menjadikan perusahaan penyedia jasa telekomunikasi berlomba-lomba mengembangkan jaringan telekomunikasi. Hal ini diupayakan supaya seluruh lapisan masyarakat yang ada di pedesaan dan dipertanian dapat mengakses jaringan telekomunikasi dengan lancar. Peningkatan jaringan telekomunikasi diiringi dengan penambahan jumlah BTS (*Base Transceiver Station*) di berbagai daerah.

Tower BTS (*Base Tranceiver Station*) dibangun dengan ketinggian minimal 25-100 Meter. BTS itu sendiri merupakan penghubung perangkat komunikasi dari satu jaringan ke jaringan yang lain. Perangkat-perangkat terdiri dari berbagai perangkat telekomunikasi seperti Antenna Radio Frekuensi, *Antenna Microwave*, RBS (*Radio Base Station*), *Transmission Equipment*, *Rectifier*, dan lain-lain. Sedangkan tower BTS terdiri dari tiang besi yang dibuat tinggi menjulang yang bangun diatas tanah secara langsung (*Greenfield*) ataupun diatas sebuah gedung (*Roof Top*). Tower BTS juga dikenal dengan menara BTS. Tower BTS dilengkapi dengan sistem proteksi eksternal dan internal grounding yang didesign dan dipasang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Sistem proteksi merupakan suatu kesatuan sistem perlindungan pada tower dan perangkat telekomunikasi dari sambaran petir dan tegangan berlebih dari arus PLN.

Petir merupakan suatu proses peristiwa di atmosfer berupa pelepasan muatan listrik dan pelepasan elektrostatis dari awan yang bermuatan terhadap bumi. Sambaran petir terjadi secara random yang tidak bisa dipastikan dan dikendalikan kejadiannya dan sambaran petir juga mengakibatkan kerusakan pada obyek yang disambar. Jenis petir yang sering menyambar secara vertikal adalah cloud to ground. Cloud to ground itu sendiri berasal dari awan *Cumulonimbus* yang melepaskan muatan elektrostatis dari awan terhadap bumi. Petir Cloud to Ground dibedakan atas 2 jenis, yaitu Cloud to Ground positif (CG+) yang ditandai dengan munculnya suara guruh yang kuat. Sedangkan petir Cloud to Ground negatif (CG-) tidak diikuti dengan suara guruh. Sambaran petir Cloud to Ground positif (CG+) paling sering menyambar tower BTS karena struktur tower yang tinggi dan terbuat dari bahan logam. Walaupun pada aktual kondisi sebenarnya setiap perangkat dan menara selalu dilengkapi dengan sistem proteksi petir, tetapi kerusakan karena sambaran petir masih saja sering terjadi. Petir juga dapat mengakibatkan kenaikan tegangan tanah pada daerah sekitar sambaran petir.

Sistem proteksi petir merupakan sistem pengamanan perangkat telekomunikasi yang melindungi peralatan dari sambaran petir. Sistem proteksi petir terdiri dari sistem proteksi eksternal dan sistem proteksi internal. Sistem pentanahan sering digunakan di bidang kelistrikan pada umumnya digunakan tujuan untuk mengamankan peralatan listrik dan perangkat elektronik maupun manusia yang berada disekitar gangguan. Sistem proteksi petir yang sudah dipasang pada sisi tower

sesuai dengan Standar Peraturan Umum Instalasi Penangkal petir (PUIPP) dan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-7015-2004).

Tujuan Penelitian ini adalah untuk 1.Menganalisis zona proteksi pada tower BTS dari sambaran petir.

METODE

Penelitian ini Kantor MSC SMARTFREN. Jalan Pulau Batam No.1 Kecamatan Percut Sei Tuan. Kabupaten Deli Serdang. Sumatera Utara Longitude : 98.6829114 Latitude : 3.6719

Dalam penelitian ini, sampel data diambil dari data existing hasil pengukuran sistem grounding yang menggunakan alat ukur jenis *kyoritsu*. Data-data yang diambil dari pengukuran dicatat secara periodik saat pengambilan data. Data-data hasil pengukuran ini akan menjadi acuan data masukan saat simulasi sambaran petir mengenai sistem proteksi petir dengan menggunakan *metode sudut proteksi*.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan metode studi literatur dan observasi. Metode observasi dilakukan dengan cara yaitu observasi partisipasif dan obeservasi non partisipasif. Metode observasi partisipasif dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung dalam kegiatan memperoleh sumber data. Dalam melakukan observasi, penulis melakukan pengambilan data karakteristik petir, data hasil pengukuran dan data pendukung lainnya. Sedangkan observasi non partisipasif dilakukan dengan melakukan pengukuran parameter yang diperlukan untuk pemodelan dan evaluasi pengukuran terhadap sistem proteksi *tower* BTS.

Teknik analisa data dilakukan dengan melakukan simulasi rangkaian ekuivalen sistem proteksi eksternal dengan menggunakan rumus sudut proteksi. Hal ini digunakan untuk menganalisa karakteristik dari impuls petir terhadap sistem proteksi eksternal tower telekomunikasi.

Air Terminal

Air Terminal merupakan bagina awal dari sistem proteksi petir yang berada paling atas pada *tower* BTS yang berfungsi sebagai menangkap arus impuls dari sambaran petir. Ketinggian menara 72 meter memiliki terminasi udara yang terbuat dari aluminium setinggi 2 meter dan memiliki satu sistem pentanahan yang terpisah. Sehingga penyaluran arus petir hanya melalui 1 panyalur konduktor. . *Air Terminal* dihubungkan dengan kabel grounding BC yang terisolasi. *Air terminal* akan berfungsi dengan baik jika, memenuhi standard SNI 03-7015-204.

Air Terminal atau terminasi udara dipasang pada ujung tower telekomunikasi yang berfungsi sebagai penerima sambaran langsung dari sambaran petir untuk disalurkan ke saluran konduktor. Untuk menentukan area yang diproteksi dari sistem proteksi eksternal, dapat ditentukan dengan menentukan sudut proteksi dari *Air Terminal* atau terminasi udara.

Dan untuk mengetahui radius area yang diproteksi dari sistem proteksi eksternal dapat menggunakan metode *Rolling Spehre* (RSM). 1). Nilai jarak sambar ditentukan dengan persamaan 2.16, 2). Nilai sudut proteksi ditentukan dengan persamaan 2.20. Data spesifikasi air terminal dan menara BTS dijelaskan melalui tabel 1

Tabel 1. Data Existing Menara BTS dan Spesifikasi Air Terminal

Jenis	Keterangan
Menara BTS	Tinggi total menara : 72 meter
	Panjang 2 meter
Air Terminal (Terminasi Udara)	Diameter 25 mm ²
	Hambatan jenis : $2.8 \times 10^{-8} \Omega m$
	Jenis bahan : Pipa logam Galvanis (Jenis aluminium)

Kabel Penyalur (*Down Conductor*)

Bagian proteksi eksternal yang ke-dua adalah *down conductor*. Adapun fungsi *down conductor* adalah menyalurkan arus petir dari terminasi udara ke sistem pentanahan (*grounding system*). Adapun data existing dari kabel penyalur dijelaskan pada tabel 2

Tabel 2 Data existing kabel penyalur tower BTS

Jenis	Keterangan
Kabel penyalur (<i>Down Conductor</i>)	Kabel Alumunium 70SQMM
	Panjang kabel : 75 meter
	Luas penampang : 50 mm ²
	Penyambungan secara cadwelding ke saluran elektroda batang.

Sistem Pentanahan

Elektroda pentanahan untuk sistem pentanahan yang digunakan adalah elektroda jenis pelat yang terintegrasi dengan elektroda batang. Maka nilai resitansi dari sistem pentanahan adalah : 1). Elektroda plat ditentukan pada persamaan 2.27, 2). Elektroda batang yang terdiri dari 6 elektroda batang yang tersusun secara paralel. Maka nilai resistansi total dari 6 elektroda batang adalah dengan menggunakan persamaan 2.25. Adapun data existing dari elektroda batang yang digunakan dijelaskan pada tabel 3

Tabel 3. Data Existing Elektroda Batang dan Plat Sistem Pentanahan Tower BTS

Jenis	Keterangan
	Jenis : Elektroda Batang
	Diameter : 2 cm
Elektroda Batang Sistem Pentanahan	Kedalaman dari permukaan tanah = 3 meter
	Kedalaman dari permukaan tanah = 30 cm
	Jenis : Tembaga
	Dimensi P = 1 meter; L = 1 meter
Elektroda Plat Sistem Pentanahan	Ketebalan = 3 mm
	Kedalaman plat = 4 meter
	Jenis : Tembaga

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, langkah awal adalah dengan melakukan perhitungan dan analisis resiko terhadap sambaran petir langsung yang menyambar menara kemudian ditangkap dan dialirkan ke sistem pentanahan. Perhitungan ini bertujuan untuk mendapatkan hasil evaluasi sistem proteksi petir yang telah ditetapkan oleh IEC62305. Pada tabel 4.1, menjelaskan data sambaran petir di lokasi penelitian Kantor MSC SMARTFREN pada tahun 2020 yang diambil dari data arsip sambaran petir di BMKG Medan Tuntungan.

Tabel 4.1 Data Sambaran Petir Tahun 2020

No	Bulan	Jumlah Hari Guruh (CG+) + (CG-)
1	Januari	3
2	Februari	2
3	Maret	2
4	April	21
5	Mei	72
6	Juni	9
7	Juli	3
8	Agustus	68
9	September	19
10	Oktober	12
11	November	3
12	Desember	4
Total Jumlah Hari/ Guruh (dalam setahun)		218

Nilai kerapatan sambaran petir ke tanah (N_g) dapat dihitung dengan persamaan 2.10.

$$N_g = 0,04 Td^{1,26} / km^2 / tahun. \text{ Dengan nilai } Td = 218 \text{ setahun}$$

$$N_g = 25 \text{ Sambaran} / km^2 / tahun$$

Penentuan nilai frekuensi sambaran langsung pada lokasi penelitian dapat dihitung dengan persamaan 2.11

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

Dimana, nilai A_e adalah cakupan dari struktur (m^2) yang memiliki frekuensi terkena sambaran langsung dalam setahun yang ditentukan dengan persamaan 2.12.

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

a dan b , merupakan panjang lebar dari menara BTS ($a=7$ meter; $b=7$ meter); h adalah tinggi menara BTS yaitu 72 meter.

$$A_e = (7 \times 7) + 6 \times 72 (7 + 7) + 9 \pi (72^2)$$

$$A_e = 152596,84 \text{ m}^2$$

Maka nilai frekuensi sambaran petir $N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} / tahun,$

$$N_d = 25 \times 150844,84 \times 10^{-6} / tahun$$

$$N_d = 3,814921 / tahun$$

Perhitungan nilai frekuensi dan kerapatan sambaran petir dapat menentukan nilai efisiensi dari sistem proteksi petir melalui persamaan 2.13.

$$E \geq 1 - \frac{Nd}{Ng}$$

$$E = 1 - \frac{3,814921}{25} = 0,84740316 = 0,84$$

Analisis Resiko Terhadap Sambaran Langsung

Dari hasil perhitungan resiko terhadap sambaran petir secara langsung, maka dapat dianalisis bahwa dengan nilai efisiensi sebesar 0,8, maka tingka/level proteksi dari penangkal petir berada pada level proteksi IV dan arus puncak dari petir memiliki nilai sebesar 100kA. Nilai ini tunjukkan sesuai dengan Tabel 4 yang telah ditetapkan oleh standar SNI-03-7014.1-2004.

Tabel 4. Standar SNI-03-7014.1-2004

Lightning Protection Level (LPL)	Parameter Probabilitas Arus Puncak Sambaran Petir	Arus Puncak(kA)
I	0,99	200
II	0,97	150
III	0,91	100
IV	0,84	100

Adapun hasil pengukuran resistansi pada sistem proteksi eksternal menara BTS menggunakan alat ukur *Earth Tester* dengan merk *Kyoritsu*. Data hasil pengukuran resistansi sistem proteksi external *Tower* BTS dapat ditunjukkan pada Tabel 4.9 dan Tabel 5

Tabel 5.Data Pengukuran Resistansi Sistem Proteksi External *Air Terminal*, Kabel Penyulur dan Elektroda Plat.

Pengukuran	Resistansi Air Terminal (Ω)	Resistansi Kabel Penyulur & Bus Bar Tower (Ω)	Resistansi Elektroda Plat Bak Kontrol (Ω)
Pengukuran ke-1	0,75	0,67	0,24
Pengukuran ke-2	0,70	0,65	0,26
Pengukuran ke-3	0,73	0,60	0,3
Pengukuran ke-4	0,70	0,60	0,23
Pengukuran ke-5	0,72	0,62	0,24

Tabel 6. Data Pengukuran Resistansi Sistem Pentahanan pada Stick Rod

Stick Rod	Resistansi Titik A (Ω)	Resistansi Titik B (Ω)	Resistansi Titik C (Ω)	Resistansi Titik D (Ω)	Resistansi Titik E (Ω)	Resistansi Titik F (Ω)
Pengukuran ke-1	0,20	0,21	0,25	0,23	0,23	0,25
Pengukuran ke-2	0,20	0,20	0,24	0,20	0,22	0,22
Pengukuran ke-3	0,25	0,24	0,20	0,21	0,20	0,21
Pengukuran ke-4	0,23	0,25	0,25	0,22	0,23	0,24
Pengukuran ke-5	0,22	0,24	0,24	0,25	0,26	0,25

Dari perhitungan, terlihat besarnya nilai arus surja maksimum yang terdistribusi pada masing-masing saluran berbeda-beda bergantung dari arus surja yang diinjeksikan. Semakin besar nilai arus surja yang diinjeksikan maka akan semakin besar pula nilai arus distribusinya. Perubahan waktu muka dan waktu ekor juga sangat berpengaruh terhadap besarnya arus surja maksimum pada masing-masing saluran. Pada saluran radio semakin besar waktu muka dan waktu ekor gelombang, maka akan semakin besar pula arus yang mengalir pada saluran radio. Hal ini dikarenakan pada saluran radio terdapat arrester, dimana pada kondisi normal arrester berfungsi sebagai isolator dengan impedansi yang besar. Ketika timbul arus surja, maka *arrester* berfungsi sebagai konduktor dengan impedansi yang kecil. Perubahan *arrester* dari isolator menjadi konduktor ini memerlukan waktu, sehingga apabila arus surja datang dengan waktu muka dan waktu ekor yang besar maka impedansi arrester akan semakin kecil dan akan menyebabkan arus yang dilewatkan arrester semakin besar. Jenis arrester yang digunakan pada menara telekomunikasi adalah Phoenix Contact dengan jenis FLT-CP-N/PE-350-ST untuk arus surja petir 100 kA[24]. Spesikasi dari arrester yang digunakan ditunjukkan pada tabel 7

Tabel 7. Spesifikasi Arrester pada perangkat BTS

Tegangan Pengenal Arrester (Uc)	350 V AC
Protection Level (Up/Tp)	1.5 kV
Faktor Perlindungan Arrester (Fp)	30%

Menentukan nilai BIL peralatan telekomunikasi dapat ditentukan dengan persamaan 2.14.

$$\text{Faktor Perlindungan (F}_p\text{)} = \frac{\text{BIL peralatan} - \text{TP Arrester}}{\text{BIL Peralatan}} \times 100\%$$

BIL Peralatan = 2.14 kV.

Berdasarkan nilai BIL diatas, didapatkan nilai tegangan maksimum yang bisa diproteksi oleh arrester adalah sebesar 2.14 kV.

SIMPULAN

Hasil perhitungan dan simulasi pemodelan pada sistem proteksi eksternal pada menara ataupun tower BTS dapat disimpulkan bahwa Berdasarkan analisis resiko, menara BTS yang memiliki ketinggian 72 meter yang terletak di MSC Mabar memiliki peluang tersambar petir $Nd = 3,814921$ /tahun. Dengan nilai efisiensi SPP sebesar $= 0.84$ atau 84% , sehingga menara BTS memerlukan tingkat SPP minimum berada pada Level Proteksi Petir IV dengan nilai arus petir maksimum 100 kA. Adapun jarak sambar arus petir mencapai 223,124 meter dengan luas perlindungan sebesar 86.525,84 m². Adapun radius proteksi bola bergulir $R_1 = 166$ meter yang diukur dari titik nol menara BTS dan $R_2 = 93,83$ meter yang diukur dari batas akhir R_1 . Adapun sudut perlindungan dari Air terminal adalah $\alpha = 71,26^\circ$. Pentanahan digunakan sistem driven enam rod yang dimodelkan sesuai dengan pemasangan sistem pentanahan pada menara telekomunikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- D. Permata and N. Purwasih, "Pengaruh Sambaran Petir Terhadap Sistem Proteksi pada Tower BTS (Base Transceiver Station)," J. Rekayasa dan Teknol. Elektro, vol. 3, no. 2, pp. 96–108, 2009.
- Dommel, H.W, 1996. "Elektromagnetic Transient Program", Vancouver, Kanada
- Golde, R. H. Lightning. Volume 2. London : Academic Press Inc, 1981.
- Gonen, Turan, 1998, "Electric Power Transmission System Engineering", John Wiley & Sons, USA
- Michal, Jaroslaw W, 2012, "New MOV Model With Hysteris Loop In Programm ATP/ EMTP", Technical University of Bialyok, Polan
- "PUIPP untuk bangunan Indonesia Direktorat Penyelidikan masalah bangunan departemen pekerjaan umum 1983]
- Rakotmolo A, et al, 1994, "Lightning Distribution Through Earthing System", IEEE Trans Power Appar, And Syst, pp 419-423
- Samsulbahri, "Konsep Dasar Telekomunikasi Selular", 2009
- T.Hutauruk [1991], "Pengetanahan Netral Sistem tenaga & Pengetanahan Peralatan", Benerbit Erlangga Jakarta. [13] Priker, L, & Hoodalen, K,H, 2009, ATPDRAW version 5.5 for Windows 9x/NT/2000/xp/Vista. NTNU, Norway
- Xue, Haoyan, (2011), Analysis of Switching Transient Overvoltage in the Power System of Floating Production Storage and Offloading Vessel, Master of Science Thesis, Faculty of Elektrical Engineering, Mathematic and Computer Science, Delft University of Technology.
- Zoro,Reynaldo, "Tropical Lightning Current Parameters and Protection Transmission Lines"ITB, Bandung
- Zoro,Reynaldo, "Induksi dan Konduksi Gelombang Elektromagnetik Akibat Sambaran Petir pada Jaringan Tegangan Rendah, ITB, Bandung
- Zoro, R [2018], "Sistem Proteksi Petir Pada Sistem Tenaga Listrik", Penerbit Erlangga, Jakarta