

Analisis Penangkal Petir dan Luas Area yang Terproteksi Pada BTS

Muhammad Fauzi¹⁾, Muliadi²⁾, Muhammad Raudhi Azmi^{3*)}, Syukri⁴⁾, Teuku Multazam⁵⁾

^{1, 2, 3, 4, 5)} Prodi Teknik Elektro, Universitas Iskandarmuda

Jl. Kampus UNIDA, Surien, Meuraxa, Kota Banda Aceh, Aceh 23234

*Corresponding author E-mail: raudhi.azmi@gmail.com

ABSTRACT

Lightning is a natural phenomenon that often occurs in Indonesia. Lightning can also be called an unpredictable natural phenomenon now lightning is an important problem to deal with because lightning can damage and even kill living things. The telecommunications tower building located in the village of Padang Bak Jeumpa, Aceh Barat Daya Regency, Aceh Province is the tallest in the area. With a 72 m high tower that stands in the middle of a densely populated residential area, this telecommunications tower is very risky to be struck by lightning either directly or indirectly so that it can cause an increase in the electromagnetic field that damages electronic and telecommunications equipment. This study aims to analyze the lightning protection system in the Tanjong Bungong BTS tower so that the external and internal resistance values in the Tanjong Bungong BTS tower can be determined and the grounding system in the Tanjong Bungong BTS tower and the area protected by the lightning rod system in the BTS tower can be determined. The results show that the annual lightning strikes (Nd) in the area are 3.93 lightning strikes/year and the efficiency value of SPP $E = 97\%$ so that it requires a level I SPP level. Furthermore, the average value of internal and external grounding resistance is 0, respectively. 30 ohms and 0.32 where these values meet the PUIPP and SNI 03-7015-2004 standards with a standard value of no more than 5 Ohm the grounding electrode at the Tanjong Bungong BTS has been paralleled so that the electrode measurement using an earth tester is smaller than comparison of the calculation of the formula with the area protected by the lightning rod system as far as 124.7 meters.

Keywords: Lightning Protection, base transmission station (BTS), Grounding, Grounding Barriers, Arrester

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 Desa Padang Bak Jeumpa Kabupaten Aceh Barat Daya, Provinsi Aceh merupakan bangunan tertinggi yang ada di daerah tersebut dengan menara setinggi 72 m yang berdiri di tengah pemukiman padat penduduk, maka menara telekomunikasi ini sangat riskan tersambar petir baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga dapat menyebabkan kenaikan medan elektromagnetik yang merusak peralatan elektronik dan telekomunikasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem penangkal petir pada menara BTS Tanjong Bungong sehingga dapat diketahui nilai hambatan eksternal dan internal dimenara BTS Tanjong Bungong dan mengetahui sistem pentanahan pada menara BTS Tanjong Bungong serta luas daerah yang terproteksi oleh sistem penangkal petir di menara BTS tersebut. Hasilnya didapatkan bahwa sambaran petir pertahun (Nd) di daerah tersebut adalah sebanyak 3.93sambaran petir/tahun dan nilai efisiensi SPP $E = 97\%$ sehingga memerlukan tingkat SPP level I. selanjutnya nilai rata-rata hambatan pentanahan internal dan eksternal masing-masing sebesar 0,30 ohm dan 0,32 dimana nilai tersebut telah memenuhi standar PUIPP dan SNI 03-7015-2004 dengan nilai standar tidak boleh lebih dari 5 Ohm elektroda pembedaan pada BTS Tanjong Bungong sudah di paralelkan sehingga pengukuran elektroda dengan menggunakan alat ukur earth tester lebih kecil dari perbandingan hitungan rumus dengan luas daerah terproteksi sistem penangkal petir sejauh 124.7meter.

Kata Kunci: Penangkal Petir, base transmision sasion (BTS), Grounding, Hambatan Pentanahan, Aresster

I. PENDAHULUAN

Petir merupakan peristiwa alam berupa pelepasan energi sesaat (*energy storage*) berupa rangkaian aliran listrik yang sangat besar yang akan di lepaskan oleh alam semesta dengan tujuan ke bumi yang bersifat netral [1][2]. Hampir

seluruh daerah Indonesia mengalami rawan petir. Bencana petir dapat berupa serangan petir yang mengganggu transmisi listrik tegangan tinggi, dan dapat merenggut nyawa bagi yang terkena serangan langsung. Begitu besar bahaya yang ditimbulkan akibat adanya sambaran petir ini, sehingga masyarakat perlu waspada dan hati-hati pada saat

terjadi hujan disertai petir, apalagi bagi masyarakat yang tinggal berada di bawah atau di sekitar Menara *Base Transceiver Station* (BTS). Akibat sambaran tersebut terjadi kerusakan-kerusakan peralatan listrik pada perumahan masyarakat sekitar [2].

Karakteristik petir Indonesia sangat berbeda dengan negara lainnya sehingga menjadi standar pada badan standarisasi petir dunia. Kerapatan sambaran petir Indonesia yang sangat besar sekitar $12/km^2$ per tahun, yang berarti pada setiap luas area $1 km^2$ berpotensi menerima sambaran petir sebanyak 12 kali setiap tahunnya dan dengan arus puncak yang sangat tinggi dapat mencapai 200 kA [3].

Karakteristik petir Indonesia juga menyebabkan kerusakan yang parah di dibandingkan dengan negara lain sehingga gedung-gedung tinggi, pemancar TV, tower, dan bangunan tinggi mendapat imbas petir yang besar pula, sebagaimana disebutkan di atas. Oleh sebab itu, tempat-tempat tersebut memerlukan sistem proteksi untuk melindungi dan mengurangi dampak yang ditimbulkan dari sambaran petir baik secara langsung maupun tidak langsung [4][5].

Menara telekomunikasi yang terletak di Tanjung Bungong Kabupaten Aceh Barat Daya merupakan bangunan tertinggi yang ada di daerah tersebut dengan tipe Menara *Self Support Tower* (SST) empat kaki dan tinggi 75m yang berdiri di tengah pemukiman padat penduduk. Menara telekomunikasi ini sangat riskan tersambar petir baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga dapat menyebabkan timbulnya induksi magnetik dan menyebabkan rusaknya peralatan telekomunikasi/elektronik yang berada di wilayah menara tersebut.

Mengingat adanya kemungkinan kerusakan yang diakibatkan oleh sambaran petir, maka di perlukan sistem pembumian atau penangkal petir yang sesuai dengan standar di titik tersebut. Pemakaian sistem proteksi sudah dikenal sejak dulu, namun pada sistem proteksi tradisional hanya sebagai pelindung dari bahaya kebakaran sedangkan untuk tegangan lebih ataupun arus lebih masih belum bisa diserap sepenuhnya oleh penangkal petir tradisional. Seiring dengan kemajuan teknologi yang berkembang, semakin besar pula tingkat kerusakan yang diakibatkan akibat oleh sambaran petir. Sambaran petir pada jarak yang jauh sudah mampu merusak sistem elektronik perangkat telekomunikasi seperti alat pemancar, sistem kontrol, dan sebagainya [2].

Melihat dari banyaknya manfaat yang diperoleh dengan menerapkan prinsip proteksi untuk melindungi peralatan listrik, elektronik, maupun perangkat telekomunikasi salah satunya seperti BTS. BTS juga salah satu bentuk infrastruktur telekomunikasi yang berperan penting dalam mewujudkan komunikasi nirkabel antara jaringan operator dengan perangkat komunikasi. Tugas utama BTS adalah mengirimkan dan menerima sinyal radio ke perangkat komunikasi seperti telepon rumah, telepon seluler dan sejenis gadget lainnya. Kemudian sinyal radio tersebut akan diubah menjadi sinyal digital yang selanjutnya dikirim ke terminal lainnya menjadi sebuah pesan atau data [6].

Pada umumnya tower BTS dianggap BTS itu sendiri. Faktanya, tower BTS adalah salah satu komponen dari perangkat BTS. Sedangkan tower (tanpa BTS) adalah suatu menara yang dibuat dari besi atau pipa. Dalam pembuatan tower BTS bentuknya bisa bervariasi, ada yang kaki segi

empat, kaki segitiga, bahkan ada yang hanya berupa pipa panjang saja. Tower BTS milik PT Tower Bersama Group dengan tinggi antara 40 hingga 75 meter. Tiap daerah memiliki panjang tower BTS yang berbeda-beda disesuaikan dengan kondisi geografis serta luas jangkauan jaringan yang ditargetkan [6].

Bedasarkan latar belakang di atas, penulis ingin menganalisis sistem penangkal petir pada BTS Tanjung Bungong, yaitu menggunakan metode analisa pentanahan berdasarkan Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) dan SNI-03-7015-2004 yaitu $<5\Omega$ serta dengan menggunakan alat *eart testern* (pengukuran grounding) [7][8].

Selanjutnya, penelitian dilakukan untuk mendapatkan nilai hambatan pembumian eksternal dan internal sistem pertanahan pada BTS Tanjung Bungong serta sejauh mana luas daerah yang bisa diproteksi pada saat terjadi sambaran petir di BTS Tanjung Bungong. Adapun manfaat penelitian yaitu agar sistem proteksi yang ada pada BTS Tanjung Bungong menjadi lebih baik dan untuk tahanan pentanahan pada menara BTS Tanjung Bungong memenuhi standar PUIPP dan SNI 03-7015-2004 dengan nilai standar tidak boleh lebih dari 5 Ohm.

II. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada salah satu tower BTS Tanjung Bungong yang terletak di Desa Padang Bak Jeumpa Kabupaten Aceh Barat Daya Propinsi Aceh.

Selanjutnya pada saat melakukan survey ke lapangan, penulis memperoleh beberapa data dari beberapa narasumber PT Tower Bersama Group yaitu data existing pada area tower dan menara. Selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

TABEL 1 DATA EXISTING PADA AREA TOWER

No	Parameter	Keterangan (m)
1.	Tinggi yang tidak meruncing	70
2.	Lebar kaki menara	6 x 6
3.	Lebar pada bagian atas menara	1 x 1
4.	Tinggi total menara	72

TABEL 2 DATA EXISTING MENARA

No	Jenis Bangunan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)
1	Pagar	15	17	2.5
2	Shelter	4	3	2

Dalam penelitian ini ada dua jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder.

A. Data primer

Data primer yaitu data yang di peroleh langsung dari lapangan atau penelitian di BTS milik PT. Tower Bersama Group seperti:

1. Detail Engineering Drawing (DED) Menara

DED menara yaitu bisa berupa gambar detail bangunan atau bestek bisa terdiri dari gambar rencana teknis. Gambar

rencana teknis meliputi arsitektur, struktur, mekanikal dan elektrikal, serta tata lingkungan.

2. Jenis dan sistem penangkal petir *eksternal*

Jenis dan sistem penangkal petir *eksternal* berfungsi sebagai penerima sambaran petir langsung yang mampu dengan cepat mendistribusikan arus petir ke bumi. Adapun jenis penangkal petir *eksternal* yaitu [9][10][11]:

a. Penangkal Petir

Penangkal Petir merupakan sebuah perangkat seperti (besi, tembaga, kuningan, dan aluminium) yang berfungsi sebagai jalannya petir menuju ke bumi tanpa mengganggu media yang dilewatinya. Data *existing* penangkal petir BTS Tanjong Bungong selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 3.

TABEL 3 DATA *EXISTING* PENANGKAL PETIR BTS TANJONG BUNGONG

No	Parameter	Keterangan
1	Jenis logam	Splitzen kuningan tembaga
2	Panjang	1/2 " x 50-60 cm
3	Luas penampang	2 inch
4	Kabel penyalur	2 kabel A3C (Aaac)
5	Kabel penyalur ke tanah	75 meter
6	Menggunakan system pembumian	System TN-C (Terra Neutral-Combined)
7	Elektroda pentanahan	Elektroda batang
8	Kedalaman dari permukaan	5 meter

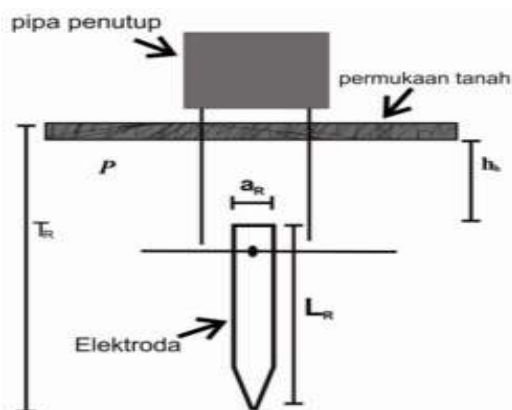
Perhitungan nilai hambatan pada penangkal petir yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut [9]:

$$R_p = \frac{\rho}{2\pi L_p} \left[\ln \left(\frac{8W_p}{0.5W_p + T_p} \right) - 1 \right] \quad (1)$$

Dimana R_p adalah nilai hambatan pentanahan pelat (Ohm), ρ adalah hambatan jenis tanah (Ohm meter), L_p adalah panjang pelat (1 meter), W_p adalah lebar pelat (1 meter), T_p adalah kedalaman pelat ke tanah (5 meter).

b. Grounding rod (Elektroda batang pagar)

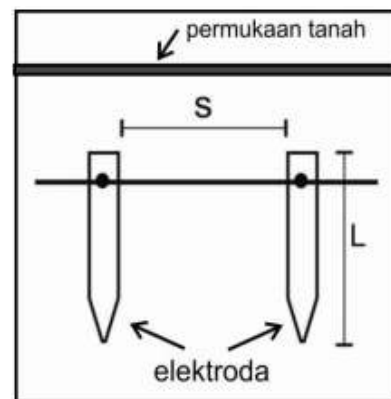
Grounding rod atau lebih jelasnya elektroda batang pagar yang ada pada BTS Tanjong Bugong ada dua titik batang elektroda dengan arah berlawanan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. *Grounding rod* [9]

Pada BTS Tanjong Bungong terdapat 2 titik susunan elektroda yang telah di tanam tegak lurus yaitu dengan jarak

(s) yang berbeda. Diketahui jarak (s) lebih besar dari panjang (L) elektroda ($s > L$), untuk lebih jelasnya jarak antara elektroda dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Jarak antara elektroda batang [9]

Adapun parameter elektroda batang yang digunakan pada BTS Tanjong Bungong selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

TABEL 4 DATA ELEKTRODA BATANG PADA BTS TANJONG BUNGONG

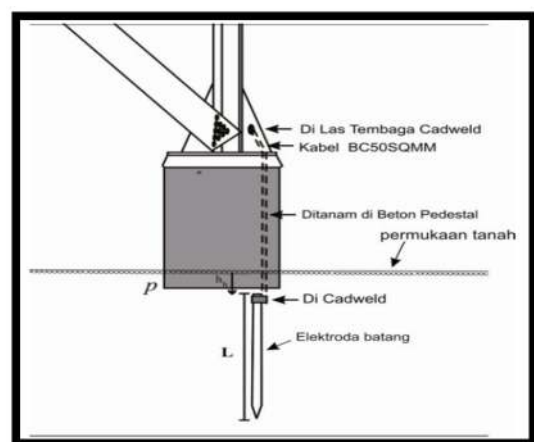
No	Parameter	Keterangan
1	Diameter (ar)	2 cm
2	Panjang elektroda batang (L_R)	5 meter
3	Kedalaman dari permukaan tanah (T_R)	5 Meter
4	Kedalaman antara permukaan tanah (h_h)	30 cm
5	Tahanan jenis tanah (p)	30 Ω

Untuk mendapatkan nilai hambatan pentanahan pada *grounding rod*, maka persamaan yang digunakan yaitu [9]:

$$R = \frac{\rho}{4 \times \pi \times L} \left[\ln \frac{4 \times L}{a} - 1 \right] + \frac{\rho}{4 \times \pi \times s} \left[1 - \frac{L^2}{3 \times s^2} + \frac{2 \times L^4}{5 \times s^4} \right] \quad (2)$$

c. Elektroda batang pada kaki tower

Elektroda pada kaki tower BTS Tanjong Bungong dengan tipe *Self Supporting Tower* (SST) mempunyai empat kaki dengan elektroda masing-masing yang telah ditanam beriringan pada saat awal pembangunan menara di mulai. Model elektroda batang sistem pentanahan kaki tower yaitu seperti tergambar berikut ini.



Gambar 3. Elektroda batang pada kaki tower [9]

Parameter pentanahan kaki tower selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 5.

TABEL 5 PARAMETER PENTANAHAN KAKI TOWER BTS TANJONG BUNGONG

No	Parameter	Keterangan
1	Tipe kaki	4 SST
2	Jenis logam	Besi baja
3	Jenis kabel penyalur ke tanah	BC 50 CQMM
4	Penyambung	Di las tembaga dan di <i>cadweld</i>
5	Jenis elektroda bumi	Elektroda batang

Selanjutnya nilai hambatan sistem pentanahan kaki tower dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [9]:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln \frac{2L}{a} - 1 \right] \quad (3)$$

Dimana ρ adalah tahanan jenis tanah (30 Ohm), L adalah panjang elektroda batang (5 meter), a adalah diameter elektroda batang (0,02 meter), dan R adalah nilai hambatan pentanahan (Ohm).

d. Konduktor penyalur (*down conductor*)

Konduktor penyalur (*down conductor*) adalah bagian dari sistem proteksi eksternal yang di maksudkan untuk melewati arus petir dari sistem terminasi udara ke sistem pembumian. Konduktor penyalur perlu merancang agar tidak menimbulkan induksi terhadap peralatan-peralatan listrik yang terdapat di dalam ataupun di sekitar bangunan/BTS yang di proteksi. Adapun ukuran minimum bahan sistem penangkal petir (SPP) sesuai standart untuk konduktor penyalur (*down conductor*) adalah dapat di lihat pada pada Table 3.

TABEL 3. UKURAN MINIMUM BAHAN KONDUKTOR PENYALUR [9]

Tingkat Proteksi	Bahan	Konduktor Penyalur (mm ²)
I sampai IV	CU	35
	Al	70
	FE	50

3. Jenis sistem penangkal petir *internal*

Perlindungan Internal lebih cenderung pada arus lemah yang dihasilkan dari sambaran petir dan tidak tersalur dengan baik ke dalam *grounding sistem*, sambaran petir langsung dapat mengakibatkan medan magnet yang sangat kuat dan merambat pada sistem instalasi kelistrikan suatu gedung. Medan magnet tersebut sering dikatakan induksi bagi para ahli listrik. Selanjutnya, untuk mengurangi dampak induksi yang disebabkan medan elektromagnetik disarankan untuk memasang sistem internal proteksi atau arrister dan *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) terutama untuk system kelistrikan, LAN maupun *Private Automatic Branch Exchange* (PABX), atau peralatan telekomunikasi di BTS tersebut yang harus di lindungi dari sambaran petir [9].

4. Luas area yang terproteksi oleh sistem proteksi pada BTS

Luas area yang terproteksi oleh sistem proteksi atau penangkal petir pada BTS tersebut setelah hasil perhitungan menggunakan data keadaan lokasinya.

B. Data sekunder

Data sekunder yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung untuk mendukung data primer yang akan di lakukan nantinya dengan cara mengumpulkan data dari berbagai sumber dan literatur yang berhubungan dengan masalah yang penulis angkat untuk memperoleh referensi serta untuk mendapatkan akses izin dari perusahaan terkait dalam melaksanakan survey di tower BTS milik PT. Tower Bersama Group seperti:

- Surat izin masuk kelokasi tower milik PT. Tower Bersama Group
- Pendamping di lapangan dari MFO PT. Tower Bersama Group
- Peminjaman peralatan antara lain :
 - Alat Pelindung Diri (APD)
 - Alat *Earth Tester* untuk pengukuran Grounding
 - Alat ukur untuk proses pengukuran dilapangan

C. Luas Area yang Terproteksi Pada BTS

Untuk menghitung luas area yang terproteksi pada BTS Tanjung Bungong terlebih dahulu harus mengetahui hari guruh di daerah tersebut. Jumlah hari guruh (T_d) di area BTS Tanjung Bungong menurut data dari SNI 03-7015-2004 yaitu 178 hari guruh/tahun. Nilai frekuensi sambaran petir yang diperbolehkan pada bangunan hanya sebesar 10^{-1} /tahun. Maka dapat dicari perkiraan bahaya akibat sambaran petir (R) untuk kebutuhan menara telekomunikasi dan ruangan *shelter* terhadap kebutuhan proteksi petir maupun tingkat proteksinya yaitu dengan menggunakan rumus Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) [7][8][12].

$$R = A + B + C + D + E \quad (4)$$

Dimana:

- A = Indeks bahaya berdasarkan jenis bangunan
- B = Indeks bahaya berdasarkan konstruksi bangunan
- C = Indeks bahaya berdasarkan tinggi bangunan
- D = Indeks bahaya berdasarkan situasi bangunan
- E = Indeks bahaya berdasarkan hari guruh yang terjadi

D. Perhitungan Proteksi Petir Menurut SNI 03-7015-2004

Untuk menghitung proteksi petir menurut SNI 03-7015-2004 (nilai kerapatan sambaran petir, area cakupan ekivalen menara, frekuensi sambaran petir langsung, efisiensi SPP dan tingkat proteksinya), yaitu dengan menggunakan persamaan berikut ini [4][8][13]:

- Nilai kerapatan sambaran petir (N_g)

$$N_g = 0,04 \times T_d^{1,25} / km^2 / tahun \quad (5)$$

- Nilai area cakupan ekivalen menara (A_e)

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

Dimana h adalah tinggi menara (meter), a adalah panjang menara (meter), dan b adalah lebar menara (meter).

- Nilai frekuensi sambaran petir langsung (N_d)

Perhitungan yang diperkirakan ke struktur untuk di proteksi menggunakan rumus:

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} / tahun \quad (7)$$

- Nilai efisiensi SPP (System Proteksi petir) dan tingkat proteksi

Nilai frekuensi sambaran petir tahunan setempat (N_c) yang diperbolehkan adalah 10^{-1} /tahun dari BMKG. Penentuan tingkat proteksi pada bangunan berdasarkan perhitungan N_d dan N_c adalah sebagai berikut:

Jika Nilai $N_d > N_c$ maka diperlukan sistem proteksi petir.

Jika Nilai $N_d < N_c$ maka tidak perlu sistem proteksi petir.

Maka dalam perhitungan didapatkan $N_d > N_c$ dihitung dengan rumus:

$$E = 1 - N_c / N_d \quad (8)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Menghitung Nilai Hambatan Pembumian Eksternal

Pembumian eksternal yang terdapat pada BTS Tanjung Bungong yaitu *lightning rod* yang berada pada ujung menara, *grounding rod* (pagar BTS) yang terletak pada pagar area menara dengan titik arah yang berlawanan dan elektroda batang pada kaki tower. Adapun nilai hambatan pembumian eksternal hasil perhitungan dengan menggunakan rumus pada persamaan (1), (2), dan (3) selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL 4. HASIL PERHITUNGAN NILAI HAMBATAN PEMBUMIAN EKSTERNAL

No.	Parameter	Nilai Hambatan (Ohm)
1	<i>lightning rod</i> (Ujung menara)	2.8
2	<i>Grounding rod</i> (pagar titik A)	2.42
3	<i>Grounding rod</i> (pagar titik B)	2.44
4	Kaki tower	4.9
Rata - rata		2.53

Berdasarkan Table 4 didapatkan bahwa nilai hambatan pentanahan eksternal pada ujung menara sebesar 2.8 ohm, pada pagar BTS masing-masing titik A sebesar 2.42 ohm dan titik B adalah sebesar 2.44 ohm, pada kaki tower sebesar 4.9 ohm. Jadi, rata-rata nilai hambatan pentanahan apabila di paralelkan diperoleh sebesar 2.53 ohm. Selanjutnya, hasil pengukuran sistem pentanahan dengan menggunakan *eart tester* yang ada pada BTS Tanjung Bungong selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 5.

TABEL 5. HASIL PENGUKURAN NILAI HAMBATAN PEMBUMIAN EKSTERNAL

No.	Parameter	Nilai Hambatan (Ohm)
1	<i>lightning rod</i> (Ujung menara)	0.26
2	<i>Grounding rod</i> (pagar titik A)	0.56
3	<i>Grounding rod</i> (pagar titik B)	0.26
4	Kaki tower	0.21
Rata - rata		0.32

Table 5 menunjukkan bahwa nilai hambatan pentanahan eksternal pada ujung menara yaitu sebesar 0.26 ohm, pada pagar BTS masing-masing titik A sebesar 0.56 ohm dan titik B adalah sebesar 0.26 ohm, pada kaki tower sebesar 0.21 ohm. Jadi, rata-rata nilai hambatan pentanahan apabila di paralelkan diperoleh sebesar 0.32 ohm. Selanjutnya, jarak pengamatan titik elektroda antara titik A ke B dengan jarak 39 m dan jarak pengamatan elektroda dari

titik B ke A yaitu 26 m, selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 6.

TABEL 6. JARAK PENGAMATAN ELEKTRODA TITIK A-B DAN B-A

No.	Titik Antara Elektroda	Jarak (m)
1	A - B	39
2	B - A	26

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengukuran seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan 5 menunjukkan bahwa nilai hasil perhitungan berbeda dengan nilai hasil pengukuran dikarenakan pada saat dilakukan pengukuran sistem instalasi elektroda di BTS tanjong bungong sudah di paralelkan, sedangkan pada hasil perhitungan hanya menghitung pada satu titik elektroda saja. Oleh karena itu maka dapat di simpulkan nilai grounding pada menara BTS Tanjung Bungong sudah memenuhi sesuai standart nasional indonesia (SNI-03-7015-2004) dan peraturan umum instalasi penangkal petir (PUIPP) untuk total seluruh system pentanahan tidak boleh lebih dari 5 Ω .

B. Pengukuran Nilai Hambatan pada Pembumian Internal

Pembumian *internal* yang berada dalam *shelter* (*internal*) di ukur menggunakan alat *eart tester* pada busbar *grounding* yang sudah tersistem juga dengan *central grounding*. Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa sedang dilakukan proses pengukuran nilai hambatan pada pembumian *internal*. Dari hasil pengukuran di dapatkan bahwa nilai hambatan pada pembumian *internal* sebesar 0.30 Ohm.



Gambar 4. Pengukuran nilai hambatan pada pembumian *internal*

C. Analisis Sistem Pentanahan Pada BTS

Dari hasil survey pengambilan data langsung dilapangan serta analisa perhitungan dapat disimpulkan bahwa sistem pentanahan pada BTS Tanjung Bungong menggunakan sistem Tanah TN-C (*Terra Neutral-combined*) dan hasilnya masih memenuhi standar yang ditetapkan. Pada sistem ini saluran netral dan saluran pengamanan disatukan pada sistem secara keseluruhan. Pada semua bagian sistem juga mempunyai saluran PEN yang sama yang berfungsi sebagai kombinasi antara saluran N dan PE.

D. Menghitung Luas Area yang Terproteksi Pada BTS

Perhitungan kebutuhan proteksi petir berdasarkan PUIPP yaitu dengan menggunakan data keadaan lokasinya, maka untuk bangunan menara telekomunikasi diperoleh:

TABEL 7 DATA KEADAAN LOKASI BTS

No	Keterangan	Indeks
1	Faktor kerusakan berdasarkan penggunaan bangunan	3
	Bangunan dan isinya cukup penting (menara, pabrik, gedung)	
2	Faktor kerusakan berdasarkan konstruksi bangunan	1
	Bangunan dengan konstruksi beton bertulang atau rangka besi	
3	Faktor kerusakan berdasarkan ketinggian bangunan (dalam meter)	5
	>26 s.d 35	
4	Faktor kerusakan berdasarkan situasi bangunan	1
	Tiga per empat tinggi bukit sekitar atau di pegunungan 1000 meter	
5	Faktor kerusakan berdasarkan hari guruh per tahun	6
	Hari guruh menurut data BMKG (T_d) (178)	
Nilai Total		16
6	Tingkat kebutuhan instalasi petir berdasarkan faktor kerusakan	R
	Perkiraan bahaya (agak besar) dan Instalasi petir (dianjurkan)	16

Dengan menggunakan persamaan (4), maka didapatkan bahwa perkiraan bahaya akibat sambaran petir (R) yaitu sebesar **16**, maka $R > 14$, sehingga menara telekomunikasi sangat memerlukan proteksi petir. Selanjutnya, dengan menggunakan persamaan (5), (6), (7), dan (8), maka didapatkan bahwa nilai kerapatan sambaran petir (N_g) adalah sebesar $26,0/km^2/tahun$, area cakupan ekivalen menara (A_e) adalah sebesar $151794,14 m^2$, frekuensi sambaran petir langsung (N_d) adalah sebesar $3,93/tahun$, dan efisiensi SPP adalah sebesar 97%. Jadi, dengan nilai tersebut maka hubungan antara nilai E (Efisiensi) dengan tingkat proteksinya berada pada tingkat proteksi I dengan nilai E diantara 97% - 98%. Karena itu BTS memerlukan SPP minimal tingkat proteksi dengan level I

Dengan tingkat proteksi ke I, maka zona proteksi (R) yang di peroleh yaitu sebesar 124,7 meter.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa radius proteksi atau jarak terluar dari pusat lingkaran yang masih dapat dilindungi yaitu sejauh $\pm 124,7$ meter. Selanjutnya, hasil perhitungan kerapatan sambaran petir dan zona yang terproteksi di BTS Tanjong Bungong selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 8 berikut:

TABEL 8 HASIL PERHITUNGAN ZONA YANG TERPROTEKSI

No	Parameter	Nilai
1	Kerapatan Sambaran Petir (N_g)	$26,0/km^2/tahun$
2	Area Cakupan Ekivalen Menara (A_e)	$151794,14 m^2$
3	Frekuensi Sambaran Petir langsung (N_d)	$3,93/tahun$
4	Efisiensi SPP (System Proteksi Petir)	0,97
5	Zona yang terproteksi	124,7 m

IV. KESIMPULAN

Tahanan pentanahan pada menara BTS Tanjong Bungong memiliki nilai *grounding* rata-rata sebesar 0.32 Ohm dan sudah memenuhi standar PUIPP serta SNI 03-7015-2004 dengan nilai standar tidak boleh lebih dari 5 Ohm. Jarak (radius) proteksi penangkal petir terhadap daerah sekitarnya yaitu sejauh 124.7 meter dengan luas area cakupan ekivalen menaranya $151794,14 m^2$ sehingga dapat dikatakan bahwa sistem proteksi yang ada pada BTS Tanjong Bungong sudah baik. Menara BTS Tanjong Bungong dengan tinggi 72 m memerlukan sistem proteksi dengan nilai $N_d = 3.93$ sambaran petir per tahun dengan nilai efisiensi $SPP E = 97\%$ sehingga menara BTS Tanjong Bungong memerlukan tingkat SPP level I.

REFERENSI

- [1] S. Ak. Hutagaol, "Studi Tentang Sistem Penangkal Petir pada BTS (Base Transceiver Station)," Medan Univ. Sumatera Utara, pp. 1–78, 2009.
- [2] N. Ariana and E. Riana, "Analisis Sistem Penangkal Petir Pada Bts Di Pt. Dayamitra Telekomunikasi (Mitratel)," 2019.
- [3] F. A. Sinaga and Ansori1, "Evaluasi Sistem Proyeksi Petir Menara Telekomunikasi PT Dayamitra Telekomunikasi (Telkom Group) Simpang Timbangan Indralaya," Mikrotiga, vol. 2, no. 1, pp. 11–15, 2015.
- [4] E. Z. Abrar Tanjung, "Analisis Sistem Pengaman Menara Seluler Smartfren Pada Perumahan Masyarakat," J. Elem., vol. 1, no. 2, pp. 10–19, 2015.
- [5] I. G. S. Widharma, I. N. Sunaya, I. G. P. Arka, and I. G. N. Sangka, "Sistem Proteksi Gangguan Petir pada Stasiun Pemancar TV," Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform., vol. 9, no. 3, pp. 96–101, 2019, doi: 10.31940/matrix.v9i3.1436.
- [6] G. Tampak, P. Base, and T. Station, "Survei Topografi Untuk Menentukan Garis Tampak Pandang Base Transceiver Station (BTS)," Teknik, vol. 28, no. 1, pp. 55–60, 2007, doi: 10.14710/teknik.v28i1.2029.
- [7] Departemen Pekerjaan Umum Indonesia, "Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) Untuk Bangunan Di Indonesia," 1983.
- [8] B. S. Nasional, SNI 03-7015-2004 Untuk Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung. 2004, p. 112.
- [9] D. W. Sekti, "Analisis Pengaman Eksternal Gangguan Petir Di Stasiun Pemancar Tvri Semarang (Gombel)," 2015.
- [10] R. Rohani, "Evaluasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Di Gedung Rektorat Universitas Negeri Yogyakarta," J. Edukasi Elektro, vol. 1, no. 2, pp. 187–195, 2017, doi: 10.21831/jee.v1i2.17423.
- [11] I. Artikel, "Metode Sangkar Faraday Pada Gedung Keuangan Negara," vol. IX, no. 2, 2020.
- [12] R. Prasetyo, "Penentuan Kebutuhan Proteksi Petir pada Gedung Bertingkat Kantor BPJS Ketenagakerjaan Cabang Blitar.," J. QUATek., vol. 7, pp. 27–42, Oct. 2017, doi: 10.30957/quateknika.v7i2.240.
- [13] F. A. Zahra, "Analisis Sistem Penangkal Petir pada BTS (Based Transceiver Station) (Suatu Studi pada BTS X – Ciampea, Dramaga Bogor)," Univ. Negeri Jakarta, pp. 1–16, 2015.