

## EVALUASI SISTEM PENGGROUNDINGAN TOWER BASE TRANSCEIVER STATION PADA PT. X

Ela Vonica<sup>\*1</sup>, Panangian Mahadi Sihombing<sup>2</sup>, Sri Indah Rezkika<sup>3</sup>, Sari Novalianda<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Al-Azhar, Jl. Pintu Air IV No. 214, Kwala Bekala, Medan, Sumatera Utara

Email : <sup>\*1</sup> elavonica98@gmail.com

### Artikel Info

#### Artikel Historis :

Terima 18 April 2022

Terima dan di revisi 19 April  
2022

Disetujui 26 April 2022

Kata Kunci :

*Base Transceiver Station,*  
*Penangkal Petir, Tahanan*  
*Pentanahan, dan Standar PUIL*  
*2000.*

### Abstrak

Kebutuhan layanan telekomunikasi nirkabel telah mendorong peningkatan jumlah tower di Indonesia yang berfungsi sebagai pemancar dan penerima (*Base Transceiver Station – BTS*) sinyal komunikasi. Hal ini diperlukan untuk menjamin kelancaran layanan telekomunikasi diantara pengguna layanan telekomunikasi. Namun, untuk memastikan tujuan tersebut dapat tercapai maka tower dirancang dengan ketinggian lebih dari 30 m dari permukaan tanah. Sehingga, hal tersebut menyebabkan tower berpeluang terhadap dampak sambaran petir khususnya pada daerah dengan jumlah petir pertahun yang tinggi. Dengan demikian, peluang kerusakan peralatan tower atau BTS akibat sambaran petir juga tinggi. Untuk mengatasi masalah tersebut maka pada tower dipasang sebuah sistem penangkal petir yang umumnya tersusun dari penangkal petir eksternal dan penangkal petir internal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem penangkal petir eksternal khususnya pada bagian tahanan pentanahan di salah satu BTS di Kota Medan. Untuk mengetahui kinerja tahanan pentanahan tersebut maka telah dilakukan perbandingan hasil pengukuran tahanan pentanahan terhadap standar PUIL 2000. Selain itu, dilakukan juga perbandingan nilai tahanan pentanahan berdasarkan hasil pengukuran dan hasil perhitungan. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan data spesifikasi sistem pentanahan pada BTS yang diperoleh dari lapangan maka diketahui nilai tahanan pentanahan pada BTS sebesar  $0,43\Omega$ , nilai tahanan pentanahan kaki tower sebesar  $0,70\Omega$  dan tahanan pentanahan penangkal petir  $0,78\Omega$ . Sedangkan hasil pengukuran tahanan pentanahan menggunakan alat earth tester diperoleh nilai tahanan pantanahan BTS sebesar  $0,5\Omega$ , tahanan pentanahan kaki tower  $0,70\Omega$  dan tahanan pentanahan penangkal petir  $0,78\Omega$ . Dengan demikian, tahanan pentanahan pada BTS tersebut telah memenuhi Standar PUIL 2000 yaitu tidak lebih dari 1 Ohm.

#### Keywords :

*Base Transceiver Station, Lightning*  
*Rod, Grounding Resistance, and*  
*PUIL 2000 Standard.*

#### Abstract

*The need for wireless telecommunication services has increased the number of towers as transmitters and receivers (base transceiver station - BTS) for communication signals in Indonesia. To ensure the smooth running of telecommunications services, the tower is designed to a height more than 30 m above ground level. Thus, this causes the tower to have a high chance of being struck by lightning,*

*especially in areas with high annual rainfall. Thus, it can cause damage to the tower or BTS equipment. To overcome this problem, a lightning rod system is installed on the tower, generally composed of an external lightning rod and an internal lightning rod. This study aims to determine the performance standard of an external lightning rod system, especially for grounding resistance at one BTS in Medan City. To determine the performance standard of grounding resistance in BTS, a comparison of the measurement results of grounding resistance against the PUIL 2000 standard is carried out. In addition, a comparison of the value of grounding resistance is also carried out based on the measurement results and calculation results. Based on the results of calculations using the grounding system specification data on BTS obtained from the field, it is known that the grounding resistance value of the BTS is  $0.43\Omega$ , the tower leg grounding resistance is  $0.70\Omega$ , and the lightning rod grounding resistance is  $0.78\Omega$ . While the results of the measurement of grounding resistance using an earth tester, the BTS ground resistance value is  $0.5\Omega$ , the tower foot grounding resistance is  $0.70\Omega$ , and the lightning rod ground resistance is  $0.78\Omega$ . Thus, the grounding resistance of the BTS has complied with the 2000 PUIL Standard, which is no more than 1 Ohm.*

## PENDAHULUAN

Peningkatan pengguna layanan jaringan telekomunikasi di Indonesia terjadi sangat cepat. Hal ini disebabkan karena biaya yang dikeluarkan oleh pengguna untuk layanan telekomunikasi cukup terjangkau. Jaringan telekomunikasi di Indonesia saat ini masih tergantung pada kinerja tower telekomunikasi. Dengan demikian, pembangunan tower untuk layanan telekomunikasi terjadi peningkatan. Selain itu, untuk menjamin kelancaran layanan telekomunikasi maka setiap tower telekomunikasi harus memiliki kinerja yang baik. Salah satu penyebab penurunan kinerja pada tower telekomunikasi adalah akibat sambaran petir. Karena sifat petir yang cenderung menyambar benda yang berukuran tinggi seperti yang umumnya dimiliki oleh setiap tower telekomunikasi. Maka, setiap tower harus dilengkapi penangkal petir untuk menghindari kerusakan perangkat di dalamnya akibat sambaran petir. Ketinggian tower di Indonesia umumnya berkisar lebih dari 16 m dari permukaan tanah dan biasanya harus lebih tinggi dari benda disekitarnya [1]. Saat ini, sistem penggrounding telah diterapkan pada setiap tower untuk melindungi tower beserta perangkat elektronik disekitarnya secara khusus dari efek sambaran petir. Perangkat-perangkat elektronik tersebut meliputi alat pemancar dan penerima sinyal, inverter, baterai,

alat pemroses sinyal, alat pengatur suhu ruangan (*Air Conditional* - AC) dan lain-lain. Salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja sistem penggrounding adalah besar tahanan pentanahan yang dihasilkan oleh sistem tersebut. Besar nilai tahanan pentanahan dipengaruhi oleh kondisi tanah dan jenis sistem penggrounding yang digunakan. Kondisi tanah sangat bergantung pada cuaca daerah setempat sehingga tahanan pentanahan dapat berubah sesuai keadaan lingkungan saat pengukuran. Dengan demikian, untuk menjamin kinerja tower dapat bekerja dengan baik maka tower harus memiliki tahanan pentanahan kurang dari 1 Ohm [2]. Nilai tahanan pentanahan kurang dari 1 Ohm juga dipilih berdasarkan jenis perangkat elektronik pendukung yang digunakan oleh tower telekomunikasi.

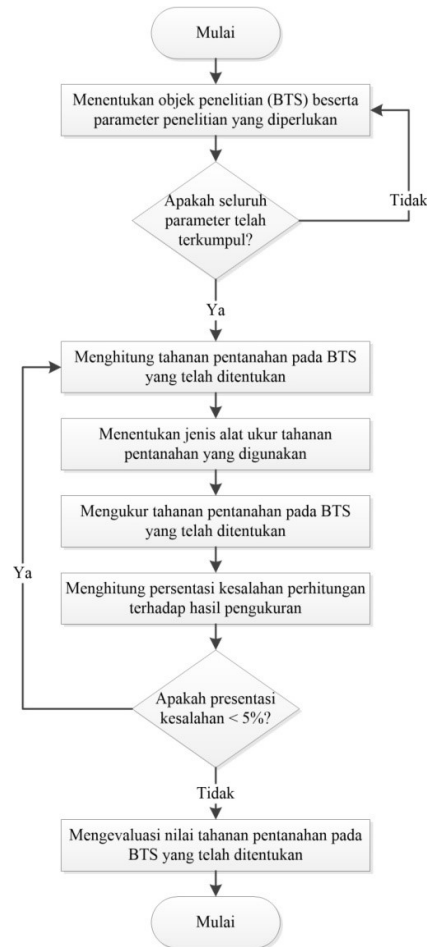
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem penggrounding pada salah satu BTS milik PT X yang ada di Kota Medan. Evaluasi tersebut dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dan perhitungan tahanan pentanahan BTS terhadap nilai standar tahanan pentanahan. Pengukuran tahanan pentanahan BTS dilakukan dengan menggunakan alat *earth tester*. Sedangkan nilai standar yang digunakan adalah

berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode eksperimen dan metode kuantitatif. Kedua metode tersebut dipilih karena pada penelitian ini memerlukan data pengukuran berupa tahanan pentanahan *Base Transceiver Station* (BTS). Selain itu, pada penelitian ini juga menggunakan beberapa persamaan matematis untuk menghitung tahanan pentanahan BTS. Selanjutnya, kedua hasil tersebut dianalisis dan dibandingkan sehingga diperoleh hasil evaluasi sistem penggrounding pada BTS tersebut. Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini diperlihatkan pada diagram alir Gambar 1 dan dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahapan pertama yang dilakukan adalah menentukan objek penelitian. Objek penelitian yang dipilih pada penelitian ini adalah sistem pentanahan eksternal pada salah satu BTS milik PT. X. Bagian-bagian sistem pentanahan eksternal yang diteliti pada penelitian ini adalah tahanan pentanahan penangkal petir, tahanan pentanahan BTS dan tahanan pentanahan setiap kaki tower. Adapun parameter-parameter yang diperlukan adalah tahanan jenis tanah ( $\Omega m$ ), jenis elektroda pentanahan beserta dimensinya, dan kedalaman elektroda pentanahan.
2. Tahapan selanjutnya adalah menghitung tahanan pentanahan penangkal petir, tahanan pentanahan BTS, dan tahanan pentanahan kaki tower.



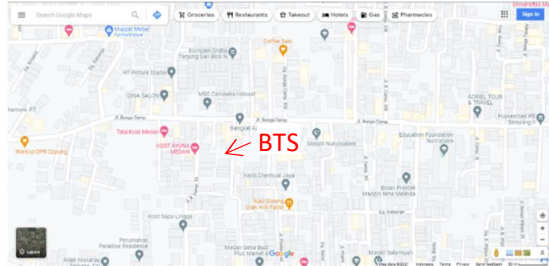
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengukuran tahanan pentanahan pada setiap pentanahan pada penangkal petir, pentanahan BTS, dan pentanahan pada kaki-kaki tower. Pada penelitian ini digunakan alat ukur earth tester Merek Kyoritsu 4105A.
4. Tahap terakhir adalah mengevaluasi seluruh kinerja tahanan pentanahan pada BTS berdasarkan data hasil pengukuran di lapangan dengan data hasil perhitungan menggunakan persamaan matematis.

## Waktu dan Tempat Penelitian

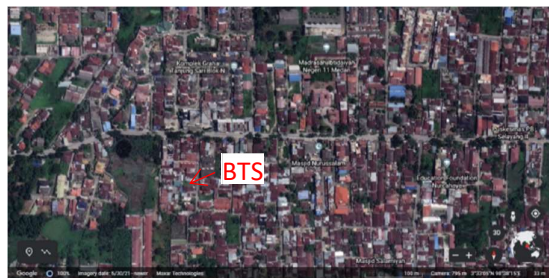
Pengambilan data BTS dilakukan pada Tanggal 02 – 23 Agustus 2021 di Jalan Setiabudi Lingkungan XI, Kelurahan Tanjung Sari, Kecamatan Medan Selayang, Kota

Medan, Provinsi Sumatera Utara. Lokasi BTS tersebut diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi BTS Penelitian

Sedangkan tampilan sebenarnya dari tampak atas di sekeliling BTS diperlihatkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Tampilan Atas BTS Penelitian



Gambar 4. BTS  
Parameter Penelitian

Terdapat tiga bagian pentanahan pada proteksi eksternal pada BTS yang diteliti, yaitu pentanahan penangkal petir, pentanahan BTS (shelter), pentanahan kaki tower. Sehingga,

terdapat tiga tabel parameter pentanahan, yaitu Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Parameter Pentanahan Penangkal Petir

Parameter	Keterangan
Jenis elektroda	Plat
Dimensi plat (panjang, lebar dan tebal)	1m x 1m x 3mm
Kedalaman elektroda	2m
Jumlah elektroda	Tunggal
Jenis tahanan tanah	Rawa ( $30\Omega m$ )

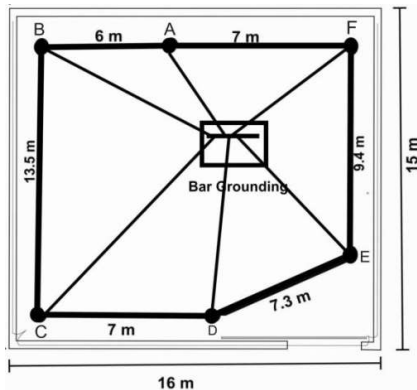
Tabel 2. Parameter Pentanahan Shelter

Parameter	Keterangan
Jenis elektroda	Batang (Rod)
Diameter elektroda	2cm
Kedalaman elektroda	5m
Jumlah elektroda	6 buah (A-F)
Jarak F – A	7m
Jarak A – B	6m
Jarak B – C	13,5m
Jarak C – D	7m
Jarak D – E	7,3m
Jarak E – F	9,4m
Jenis tahanan tanah	Rawa ( $30\Omega m$ )

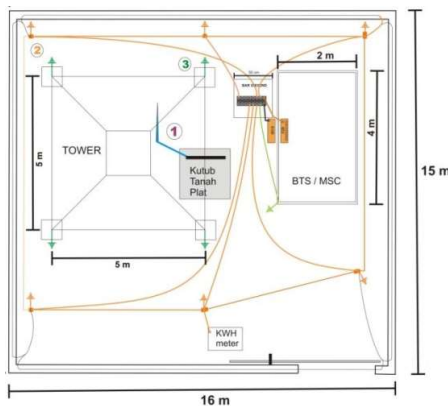
Tabel 3. Parameter Pentanahan Kaki Tower

Parameter	Keterangan
Tipe kaki tower	4SST
Jenis elektroda	Batang
Diameter elektroda	2cm
Kedalaman elektroda	10m
Jumlah elektroda	Tunggal
Jenis tahanan tanah	Rawa ( $30\Omega m$ )

Berdasarkan Tabel 2, terdapat enam buah elektroda batang yang terpasang pada sistem pentanahan BTS (shelter). Tampilan keenam elektroda batang tersebut diperlihatkan pada Gambar 5. Sedangkan tampilan keseluruhan bagian pentanahan diperlihatkan pada Gambar 6. Pada Gambar 6, keterangan angka 1 adalah penangkal petir, angka 2 adalah elektroda batang dan angka 3 adalah kaki tower.

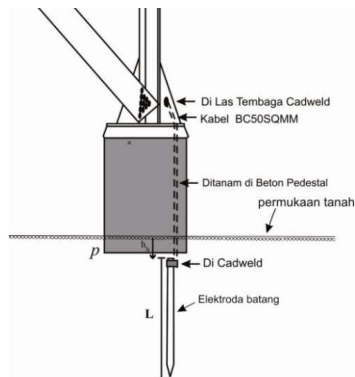


Gambar 5. Jarak Antara Elektroda Batang



Gambar 6. Posisi Pentanahan BTS

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa jenis elektroda yang digunakan untuk pentanahan pada setiap kaki tower adalah elektroda batang. Sedangkan konfigurasi pemasangan elektroda tersebut diperlihatkan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Elektroda Batang pada Kaki Tower

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahanan Pentanahan Penangkal Petir

Berdasarkan data pentanahan penangkal petir pada Tabel 1 maka tahanan pentanahan dapat dihitung sebagai berikut [3], [4].

$$R_{pl} = \frac{\rho}{2\pi L_{pl}} \left[ \ln \left( \frac{8W_{pl}}{0,5W_{pl} + T_{pl}} \right) - 1 \right]$$

$$R_{pl} = \frac{30}{2 \times 3,14 \times 1} \left[ \ln \left( \frac{8 \times 1}{0,5 \times 1 + 2} \right) - 1 \right]$$

$$R_{pl} = 0,78 \Omega$$

Dimana  $R_{pl}$  adalah tahanan total pentanahan jenis plat ( $\Omega$ ).  $L_{pl}$  adalah panjang plat (m).  $W_{pl}$  adalah lebar plat (m).  $T_{pl}$  adalah tebal plat (m). Berdasarkan hasil perhitungan tersebut tahanan pentanahan penangkal petir pada BTS sebesar  $0,78\Omega$ . Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan tahanan pentanahan penangkal petir pada BTS sebesar  $0,34 \Omega$ .

### Tahanan Pentanahan Shelter

Berdasarkan PUIL 2011, tahanan pentanahan kurang dari  $1 \Omega$  diperlukan oleh shelter BTS untuk melindungi perangkat-perangkat elektronika Telekomunikasi dari efek sambaran petir. Dengan demikian, diperlukan beberapa elektroda pentanahan yang dirangkai secara paralel seperti diperlihatkan pada Gambar 5 dan Gambar 6 untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan tersebut. Dengan menggunakan data pada Tabel 2 dapat dihitung tahanan pentanahan pada Elektroda Batang A sebagai berikut [5].

$$R_{bpA} = \frac{\rho}{4\pi L_b} \left[ \ln \left( \frac{4L_b}{A_b} \right) - 1 \right] + \frac{\rho}{4\pi s_{FA}} \left[ 1 - \frac{L_b^2}{3 \times s_{FA}^2} + \frac{2 \times L_b^4}{5 \times s_{FA}^4} \right]$$

$$R_{bpA} = \frac{30}{4 \times 3,14 \times 5} \left[ \ln \left( \frac{4 \times 5}{0,02} \right) - 1 \right] + \frac{30}{4 \times 3,14 \times 7} \left[ 1 - \frac{5^2}{3 \times 7^2} + \frac{2 \times 5^4}{5 \times 7^4} \right]$$

$$R_{bpA} = 2,67\Omega$$

Berdasarkan hasil perhitungan tahanan pentanahan Elektroda Batang A pada shelter sebesar  $2,67\Omega$ . Dengan menggunakan metode yang sama, telah dihitung nilai tahanan pentanahan setiap elektroda batang pada Shelter seperti pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4.** Perhitungan Tahanan Pentanahan Shelter

Elektroda Batang	Tahanan Pentanahan
A	$2,67\Omega$
B	$2,70\Omega$
C	$2,52\Omega$
D	$2,67\Omega$
E	$2,60\Omega$
F	$2,59\Omega$

Berdasarkan data hasil perhitungan tahanan pentanahan pada shelter BTS seperti diperlihatkan pada Tabel 4, maka dapat dihitung tahanan pentanahan total sebagai berikut [6].

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{bpA}} + \frac{1}{R_{bpB}} + \frac{1}{R_{bpC}} + \frac{1}{R_{bpD}} + \frac{1}{R_{bpE}} + \frac{1}{R_{bpF}}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2,67} + \frac{1}{2,70} + \frac{1}{2,52} + \frac{1}{2,67} + \frac{1}{2,60} + \frac{1}{2,59}$$

$$R_T = 0,43\Omega$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh tahanan total pentanahan pada shelter sebesar  $0,43 \Omega$ . Sedangkan berdasarkan hasil pengukuran seperti pada Gambar 8 tahanan pentanahan pada shelter sebesar  $0,55 \Omega$ .



**Gambar 8.** Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Shelter

### Tahanan Pentanahan Kaki Tower

Berdasarkan data pada Tabel 3 maka dapat dihitung tahanan pentanahan pada salah satu kaki tower sebagai berikut [7], [8].

$$R_b = \frac{\rho}{2\pi L_b} \left[ \ln \left( \frac{4L_b}{A_b} \right) - 1 \right]$$

$$R_b = \frac{30}{2\pi \times 3,14 \times 10} \left[ \ln \left( \frac{4 \times 5}{0,02} \right) - 1 \right]$$

$$R_b = 2,82\Omega$$

Karena tower ini memiliki 4 kaki yang dilengkapi dengan sistem pentanahan yang identik, maka dapat dihitung tahanan pentanahan total kaki tower sebagai berikut [6].

$$\frac{1}{R_{bT}} = \frac{1}{R_{b1}} + \frac{1}{R_{b2}} + \frac{1}{R_{b3}} + \frac{1}{R_{b4}}$$

$$\frac{1}{R_{bT}} = \frac{1}{2,82} + \frac{1}{2,82} + \frac{1}{2,82} + \frac{1}{2,82}$$

$$R_{bT} = 0,70 \Omega$$

Berdasarkan hasil perhitungan, tahanan total pentanahan kaki tower sebesar  $0,70 \Omega$ , sedangkan berdasarkan hasil pengukuran di lapangan sebesar  $0,51 \Omega$ . Dengan demikian, perbedaan hasil perhitungan dan pengukuran di lapangan terhadap tahanan pentanahan pada BTS diperlihatkan pada Tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Data Hasil Perhitungan dengan Pengukuran Tahanan Pentanahan BTS

Pentanahan	Hasil Perhitungan	Hasil Pengukuran
Penangkal Petir (RPpl)	$0,78\Omega$	$0,34\Omega$
Shelter (RPT)	$0,43\Omega$	$0,55\Omega$
Kaki Tower (RPb)	$0,70\Omega$	$0,51\Omega$

Berdasarkan data pada Tabel 5 di atas, maka dapat diketahui bahwa nilai tahanan pentanahan pada tower PT. X yang berada di Jalan Setia Budi telah memenuhi standar PUIL

2011 karena memiliki tahanan pentanahan kurang dari  $1 \Omega$ .

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data pengukuran dan perhitungan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. BTS PT. X yang berada di Jalan Setia Budi terdiri dari tiga bagian pentanahan, yaitu pentanahan penangkal petir berbentuk plat, pentanahan kaki tower dan shelter berbentuk batang dengan masing-masing nilai tahanan pentanahan hasil pengukuran adalah  $0,34\Omega$ ,  $0,55\Omega$  dan  $0,51\Omega$ .
2. Setiap nilai tahanan pentanahan pada BTS telah memenuhi standar PUIL 2011 karena kurang dari  $1 \Omega$ .
3. Nilai tahanan pentanahan hasil perhitungan untuk setiap pentanahan pada BTS tidak berbeda jauh dari hasil pengukuran di lapangan.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. M. Seniari, A. Kurniawan, I. M. Ginarsa, and Jurusan, "Analisis Tegangan Lebih Induksi Akibat Medan Listrik (E) dan Medan Magnet (H) pada Dua Buah Tower yang Terinjeksi Arus Petir," *Dielektrika*, vol. 6, no. 1, pp. 122–131, 2019.
- [2] B. S. N. Standar Nasional Indonesia, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*, vol. 0225, no. PUIL. Standar Nasional Indonesia, 2011.
- [3] J. Arifin, "Pengukuran Nilai Grounding Terbaik Pada Kondisi Tanah Berbeda," *J. ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, pp. 40–47, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.251.
- [4] Arief Budi Handayani, "Studi Sistem Proteksi Pentanahan pada BTS (Base Transceiver Station) Tipe SST di BSC (Base Station Controller) Jember," 2016, [Online]. Available: repository.unmuhjember.ac.id.
- [5] E. H. Febriani Syafran Putri, "Evaluasi Sistem Proteksi Petir pada Tower PT Sampoerna Telekomunikasi Indonesia (Ceria) Pekanbaru," *Univ. Riau*, vol. Volume 4, no. No. 2, pp. 1–6, 2017.
- [6] Joninton, "Evaluasi Sistem Perlindungan pada BTS (Base Transceiver Station) Arena Remaja Pontianak PT.Indosat terhadap Sambaran Petir," 2016.
- [7] A. Tanjung and E. Zondra, "Analisis Sistem Pengaman Menara Seluler Smartfren Pada Perumahan Masyarakat Di Kelurahan Umban Sari," *ELEMENTER*, vol. 1, no. 2, pp. 10–19, 2015.
- [8] F. A. Sinaga and Ansyori, "Evaluasi Sistem Proteksi Petir Menara Telekomunikasi PT Dayamitra Telekomunikasi (Telkom Group) Simpang Timbangan Indralaya," *Mikrotiga*, vol. 2, no. 1, pp. 11–15, 2015.