



## Analisa Terhadap Eksternal Grounding Pada Perangkat Telekomunikasi (STO Telkom Padang)

Kartiria, Alfith

Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang

Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia

E-mail: [kartiriasonata@gmail.com](mailto:kartiriasonata@gmail.com)

Informasi Artikel	Abstrak
<b>Diserahkan tanggal:</b> 1	<p>Jenis tanah yang dimiliki oleh STO Padang yaitu pasir basah dengan nilai tahanan jenis tanahnya 200ohm, sehingga didapat nilai resistansi tahanan pentanahan tunggal sebesar 0,9129 ohm, dengan nilai pentanahan tersebut telah memenuhi persyaratan untuk pengamanan perangkat telekomunikasi yang berkisar antara 1-3 ohm, namun untuk mendapatkan nilai R sekecil mungkin perlu dilakukan tambahan batang elektroda sampai dengan 10 buah batang elektroda, sehingga didapatkan nilai akhir R sebesar 0.224 ohm. Pada saat ini jumlah finial yang digunakan untuk melindungi seluruh area adalah 5 buah dengan panjang 150cm, jumlah tersebut dapat melindungi area sejumlah 1934,397 m<sup>2</sup> sedangkan luas area keseluruhan 1500 cm<sup>2</sup>, apabila kita menggunakan 4 buah finial dengan panjang 150 cm seluruh area telah terlindung yaitu seluas 1547,5176 m<sup>2</sup></p>
<b>Direvisi tanggal:</b> 2 Juni 2020	
<b>Diterima tanggal:</b> 10 Juni 2020	
<b>Dipublikasikan tanggal:</b> 31 Juli 2020	
<b>Digital Object Identifier:</b> 10.21063/JTE.2020.3133920	
	<b>Kata kunci :</b> menara telekomunikasi, sistem proteksi



### 1. PENDAHULUAN

Petir telah banyak menimbulkan kerusakan yang merugikan manusia. Pemakaian peralatan telekomunikasi yang memiliki tegangan rendah telah meningkatkan statistik kerusakan akibat sambaran petir. Selain itu, saat ini pertumbuhan gedung-gedung bertingkat, sarana pembangkit tenaga listrik, telekomunikasi dan menara transmisi semakin pesat dan komponen-komponen elektronik yang dipakai semakin besar kapasitasnya serta semakin sensitif. Lagipula Indonesia mempunyai curah hujan yang tinggi dan kepadatan sambaran petir 30-120 hari per tahun.

Sudah menjadi hal yang wajar apabila kita menginginkan perangkat telekomunikasi, seperti transmisi radio perngkat sentral dan jaringan kabel, perangkat catu daya, dan teknik umum dapat bekerja dengan baik. Terlindung dari gejala alah dan gangguan manusia. Tegangan lebih petir dan switcing adalah gangguan terbesar pada perangkat telekomunikasi.

Oleh karena itu diperlukan usaha-usaha untuk menghindari timbulnya kecelakaan dan kerugian akibat sambaran petir dengan memberikan perlindungan eksternal dan internal, salah satu langkah yang dilakukan adalah dengan melakukan sistem pentanahan terhadap perangkat telekomunikasi.

Berdasarkan STEL-L-O 11-83, spesifikasi tahanan sistem pentanahan pada instalasi telekomunikasi sebesar 1 ohm. Spesifikasi ini cukup memuaskan namun masih diperlukan suatu penggandengan semua perangkat yang ada agar tidak menimbulkan beda tegangan tanah antar perangkat yang apabila diukur besarnya dapat mencapai ribuan volt. Beda tegangan ini dapat menyebabkan perangkat terbakar dan rusak berat dan tidak menutup kemungkinan bagi manusia yang berada didekat perangkat tersebut tersambar petir dan terancam jiwanya.

## 2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Peralatan yang digunakan Proses perbaikan sistem pentanahan telekomunikasi ini terdiri dari beberapa komponen, yaitu.

- a. *Finial & support anti girdling.*
- b. Batang tembaga pejal  $\frac{3}{4}$  inci 15 meter.
- c. Kabel BC
- d. *Ground Plate Bar.*
- e. *Electroda 100x100x0,4cm*
- f. *Arrester & NH Fuse.*
- g. *Schoen double hole & clamp anti girdling(choke effect).*
- h. Material Pendukung lainnya dan asesorisnya..
- i. Multimeter digital j. Elektroda batang bantu serta kabel penghubung.
- k. *Safety belt, Safety shoes.*

### 2.2 Tahap Penelitian

Analisis penelitian perbaikan sistem pentanahan telekomunikasi, langkah-langkah yang akan dilakukan sebagai berikut :

- a. Studi literature.

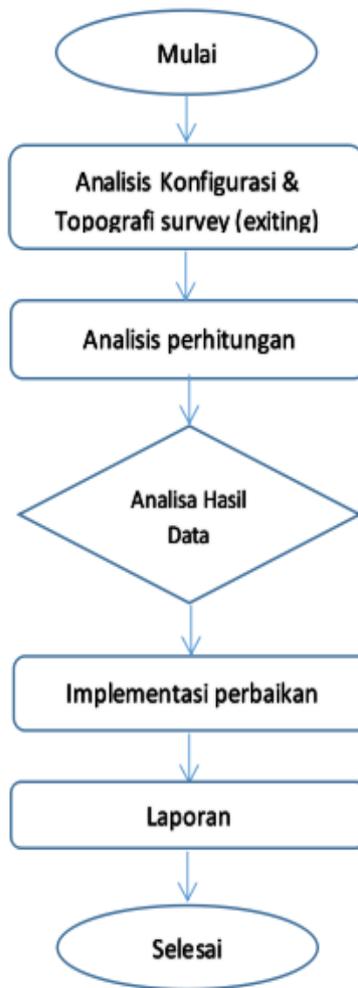
kajian penulis atas referensi-referensi yang ada baik berupa buku maupun karya-karya ilmiah yang berhubungan dengan penulisan penelitian ini.

- b. Observasi dan Pengumpulan Data.

Ini berupa observasi lapangan serta pengumpulan data yang diperoleh dari pengukuran antara lain:

1. Menentukan dan menghitung resistansi tahanan pentanahan.
2. Menentukan dan menghitung resistansi jumlah batang elektroda.

- c. Pengolahan Data. Analisa data yaitu pengolahan data dengan pengukuran dan perhitungan secara manual kemudian membandingkan hasilnya.



**Gambar 1.** Flowchart alur penelitian

2.2.1. Menghitung Tahanan Pentanahan

Besar tahanan pentanahan yang telah dibakukan pada STEL-L-011-83 yaitu :

**Tabel 1.** Keterangan besar tanahan pentanahan berdasarkan STEL-L-011-83.

No	Uraian	Keterangan
1	Transmisi Radio	Besar tahanan pentanahan maksimum 3 ohm
2	Sentral dan jaringan kabel	Besarnya tahanan pentanahan sentral yaitu : a. Sentral elektronik maks 1 ohm b. Sentral elektromekanik maks 3 ohm c. Sentral manual maks 3 ohm

		Besarnya tahanan pentanahan jaringan kabel : untuk Rangka Pembagi Utama (RPU) maks 3 ohm.
3	Catu daya dan teknik umum	a. Besarnya tahanan pentanahan catu daya maks 3 ohm b. Besarnya tahanan penangkal petir gedung maks 5 ohm

Karena tahanan pentanahan telah ditentukan maka dapat dicari kedalaman satu elektroda pentanahan yang akan kita gunakan sesuai rumus *HB. Dwight*, yaitu :

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

R = tahanan pentanahan (ohm)

$\rho$  = tahanan jenis tanah (ohm-cm)

L = panjang kutub tanah (cm)

A = jari-jari kutub tanah (cm)

2.2.2. Menghitung Jumlah Batang Elektroda

Apabila harga satu tahanan pentanahan belum memenuhi spesifikasi maka perlu ditentukan banyaknya batang elektroda yang harus digunakan dengan mengacu pada rumus sebagai berikut :

$$R_N = R_1 K / N \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

$R_N$  = Resistansi untuk N elektroda (ohm)

$R_1$  = Resistansi untuk 1 elektroda (ohm)

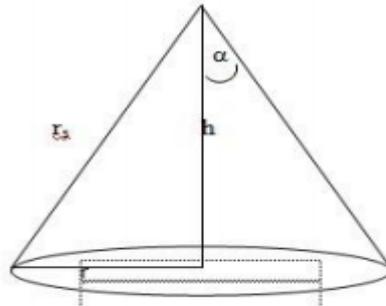
K = Faktor kombinasi =  $0,378 \ln = 0,89$

N = Jumlah elektroda yang diperlukan

Apabila setelah dilakukan perhitungan harga tahanan pentanahan yang diharapkan belum mencapai jumlah elektroda yang harus dipasang dapat dicari dengan memperhatikan luas tanah yang diamankan dan jarak terbaik untuk tiap elektroda (*interfacing Hemisphere*).

### 2.2.3. Menghitung Jumlah Penangkal Petir

Pada metode Sudut Proteksi, 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 2.** Daerah perlindungan penangkal petir

Berdasarkan perlindungan kerucut, untuk perlindungan normal sudut perlindungan sebesar  $45^\circ$  tetapi untuk bangunan yang berbahaya (mudah terbakar atau meledak) sudut perlindungannya dapat diambil lebih kecil dari harga tersebut. Bila onjek yang dilindungi bertambah tinggi maka sudut perlindungan dikurangi, walaupun tidak menghilangkan resiko masuknya petir ke daerah yang dilindungi.

## 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisa Eksternal Grounding Eksternal grounding

Eksternal grounding adalah grounding sisi eksternal yang terdiri dari kutub tanah, distribusi induk tanah, terminal cabang tanah, distribusi cabang tanah yang berhubungan secara berurutan dan membentuk satu kesatuan yang terpadu, berfungsi untuk menyamakan tegangan di semua titik maka tidak akan terjadi arus lebih yang akan merusak perangkat. Perangkat yang terdapat pada sisi eksternal yang harus diamankan sebagai berikut :

- a. Tower Transmisi
- b. Tangki BBM Solar
- c. Menara Air
- d. Pagar Besi
- e. Tiang Lampu Besi
- f. Instalasi Finial Gedung
- g. Terminal Induk

### 3.2. Sistem Pentanahan Franklin

Sistem pentanahan sistem franklin menempatkan sebuah batang penangkal petir dengan ujungnya dibuat runcing di bagian teratas dari bagian yang akan dilindungi. Ujung batang penangkal petir ini dibuat runcing dengan tujuan agar pada keadaan dimana terjadi aktivitas penumpukan muatan di awan, maka diujung itulah akan terinduksi muatan dengan rapat muatan yang relatif lebih besar bila dibandingkan dengan rapat muatan dari muatan-muatan yang terdapat pada bagian-bagian lain dari bangunan, dengan demikian dapat diharapkan bahwa kilat akan menyambar ujung dari batang penangkal petir itu terlebih dahulu.

Batang penangkal petir ini kemudian di ketanahkan melalui penghantar turun ke elektroda pengetanahan. Tujuan dari penghantar turun dan elektroda pengetanahan adalah sebagai jalan "by pass" bagi muatan bumi dan juga arus kilat untuk keluar atau memasuki bumi sehingga muatan bumi atau arus kilat tidak mengambil jalan melalui bagian-bagian lain dari bangunan yang bersangkutan.

Penangkal Petir Franklin merupakan rangkaian jalur konduktor dari atas bangunan ke sisi bawah / *grounding* dengan jalur kabel tunggal (satu buah kabel BC penurunan) terlihat pada gambar 3. dengan dasar pemikiran bahwa petir akan condong menyambar dari sisi atas, sehingga efisiensi dan penghematan material bahan bisa dilakukan. Sistem Franklin Rod berupa kerucut tembaga dengan daerah perlindungan berupa kerucut imajiner agar daerah perlindungan besar. Franklin Rod dapat dilihat berupa tiang-tiang di bubungan atap bangunan. Pengamanan bangunan terhadap sambaran kilat dengan menggunakan sistem penangkal petir Franklin merupakan cara yang tertua namun masih sering digunakan karena hasilnya dianggap cukup memuaskan, terutama untuk bangunan-bangunan dengan bentuk tertentu, seperti misalnya : menara, gereja dan bangunan-bangunan lain yang beratap runcing.



**Gambar 3.** Sistem Pentanahan Sistem Franklin

### 3.3. Analisa Kebutuhan Sistem Pengamanan Induk

Bila dianalisa dari segi kebutuhan bangunan akan instalasi system pentanahan dan penangkal petir, besar perkiraan bahaya sambaran petir terhadap gedung tersebut dapat ditentukan sebagai berikut :

Spesifikasi gedung sentral telepon (STO), dengan tinggi bangunan 18 m dengan bangunan konstruksi beton bertulang kerangka besi dan atap bukan logam, hari guruh pertahunnya 146/tahun.

Berdasarkan keterangan tersebut dapat ditentukan indeks-indeks komponen perkiraan bahaya sambaran petirnya adalah bangunan yang merupakan instalasi telekomunikasi mempunyai indeks = 5 point, dan konstruksi bangunan beton bertulang kerangka besi dan atap bukan logam mempunyai indeks = 2 point, tinggi bangunan yang dimiliki 18 m mempunyai indeks = 1 point, sedangkan situasi bangunan berada

ditanah datar maka indeks = 0 point serta hari guruh pertahun 146/ tahunnya maka diperoleh ondeks = 6 point, sehingga besar perkiraan bahaya sambaran petir diperoleh nilai :

$$R = 5 + 2 + 1 + 0 + 6 = 13 \dots\dots\dots(3.1)$$

Dari hal diatas untuk nilai R sama dengan 13 (dianjurkan) untuk memasang sistem pengamanan gedung sentral terhadap bahaya sambaran petir.

**3.4. Analisa Tahanan Pentanahan**

Kutub tanah adalah penghantar listrik yang ditanam dalam tanah dengan maksud memberi hubungan listrik dengan tanah, berbentuk lempengan plat segi empat atau batang/ stik terbuat dari tembaga.

Spesifikasi kutub tanah :

Kutub plat tembaga : 100x100x0,4cm

Kutub stik tembaga : 200cm, diameter 3/4 inchi

Lubang kutub plat tembaga : 100x100x200cm

Lubang kutub stik tembaga : diameter 120cm dan panjang 200cm

Dari spesifikasi tersebut dapat diperoleh :

$$L = 200 \text{ cm}$$

$$d = 3/4 \text{ inchi} \times 2,54 = 1,905 \text{ cm}$$

$$a = d/2 = 1,905/2 = 0,9525 \text{ cm}$$

$$\rho = 200 \ \Omega \text{ cm (tahanan jenis tanah pasir basah)}$$

NILAI RESISTIVITAS TANAH	
Jenis tanah	Nilai resistansi ( $\Omega$ -m)
Tanah rawa	30
Tanah liat & tanah lading	100
Pasir basah	200
Kerikil basah	500
Pasir dan kerikil kering	1000
Tanah berbatu	3000

**Tabel 2.** Nilai resistivitas tanah

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan tahanan kutub tanah batang tunggal (R) dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 R_{tunggal} &= \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \\
 &= \frac{200}{2.3,14.200} \left( \ln \frac{4.200}{0,9525} - 1 \right) \\
 &= \frac{1}{6,28} (6,733 - 1) \\
 &= 0,9129\Omega
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk elektroda tanah dalam susunan segi empat kosong batang elektroda yang tersusun dengan jumlah pasak sepanjang segi empat adalah 4, maka dapat dihitung nilai R sebagai berikut :

$$R = R_{tunggal} \frac{1+kx}{N} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

$$d=400 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 x &= \left( \frac{L}{\ln 48L/a - 1} \right) / d \\
 &= \left( \frac{200}{\ln 48L.200/0,9525 - 1} \right) / 400 \\
 &= \left( \frac{200}{8,6286} \right) / 400 = 0,058
 \end{aligned}$$

Maka nilai R adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 R &= 0,9129 \frac{1+8,5545.0,058}{4} \\
 &= 0,9129.0,374 \\
 &= 0,341\Omega
 \end{aligned}$$

Ternyata nilai R yang didapatkan dengan menggunakan jumlah pasak 4 adalah 0,341 ohm, sedangkan untuk mendapatkan hasil yang maksimal untuk tahanan resistansinya dibutuhkan nilai R yang lebih minimal (mendekati 0), untuk itu dilakukan perhitungan untuk nilai jumlah pasak 10.

Maka :

$$\begin{aligned}
 R &= 0,9129 \frac{1 + 24,9587 \cdot 0,058}{10} \\
 &= 0,9129 \cdot 0,245 \\
 &= 0,224 \Omega
 \end{aligned}$$

Setelah menghitung tahanan tanah batang untuk elektroda berjari-jari 3/4 inchi, diperoleh harga tahanan pentanahan 0,9129 ohm. Nilai tahanan pentanahan 0,9129 ohm ini sebenarnya telah memenuhi syarat untuk pengamanan perangkat telekomunikasi yang berkisar antara 1-3 ohm atau sekecil mungkin, namun disini memparalelkan segi empat batang elektroda untuk mendapatkan harta tahanan pentanahan yang sekecil-kecilnya.

**3.5. Analisa Jumlah Batang Elektroda**

Sebagaimana yang telah dihitung harga tahanan pentanahan sebesar 0.9129 ohm sudah mencukupi untuk pentanahan gedung dimana pentanahan perangkat sentral elektronik mengharuskan harga pentanahan berkisar antara 1-3 ohm atau sekecil mungkin, tujuannya adalah agar drop tegangan akibat hubung singkat dengan bumi menjadi kecil. Untuk itu digunakan 2 buah kutub batang elektroda. Sedangkan untuk mendapatkan nilai tahanan resistansi elektroda maka digunakan persamaan berikut :

$$R_N = R \cdot K/N \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana : R = 0.913 ohm

$$K = 0,378 \ln N + 0,89$$

$$N = 2$$

Maka :

$$\begin{aligned}
 R_N &= \frac{0,913 \cdot (0,378 \ln 2 + 0,89)}{2} \\
 &= 0,9 \cdot 0,576 \\
 &= 0,525 \Omega
 \end{aligned}$$

Ternyata dengan menggunakan 2 batangg elektroda maka didapat nilai tahanan total 0,525 karena itu ditambahkan lagi jumlah batang elektrodanya menjadi 4 buah.

Maka :

$$\begin{aligned}
 R_N &= \frac{0,913 \cdot (0,378 \ln 4 + 0,89)}{4} \\
 &= 0,9 \cdot 0,354 \\
 &= 0,318 \Omega
 \end{aligned}$$

Karena dengan menggunakan 4 buah jumlah batang elektroda didapatkan nilai tahanan total 0,3186 ohm. Dengan didapatkannya nilai tahanan total sebesar 0,3186 ohm belum memenuhi persyaratan untuk pengamanan perangkat telekomunikasi, maka jumlah batang elektrodanya ditambahkan menjadi 10 buah.

Sehingga :

$$\begin{aligned} R_N &= 0,913 \cdot (0,378 \ln 10 + 0,89) / 10 \\ &= 0,9 \cdot 0,176 \\ &= 0,1584 \Omega \end{aligned}$$

### 3.6. Analisa Jumlah Penangkal Petir

Penangkal petir yang digunakan adalah jenis Franklin dengan memasang beberapa finial pada setiap gedungnya, sedangkan untuk tower dipasang satu finial pada puncak tower. Adapun daerah yang dipasang finial adalah sebagai berikut :

#### 1. Tower Transmisi yang terpasang diatas tanah

Finial tower terbuat dari pipa galvanis dengan puncak finial bagian yang runcing terbuat dari tembaga pejal. Ukuran tinggi finial tower disesuaikan dengan kemampuan finial melindungi komponen yang terpasang pada tower tersebut dengan sudut pancar  $45^\circ$ . Finial tower diintegrasikan ke salah satu dengan kabel BC Dread/ BCC 50 mm. Kaki tower dihubungkan ke kutub tanah dan masing-masing kutub tanah diintegrasikan agar tidak terjadi beda potensial diantara kaki tower dengan menggunakan kabel BC Dread/ BCC 50 mm. Kabel yang diintegrasikan pada tiap kaki tower selanjutnya dihubungkan ke hand-Hole dengan menggunakan kabel BC Dread/ BCC 50 mm.

#### 2. Tower Transmisi yang terpasang diatap gedung

Finial tower terbuat dari pisa galvanis dengan puncak finial bagian yang runcing terbuat dari tembaga pejal, ukuran tinggi finial tower disesuaikan dengan kemampuan finial melindungi komponen yang terpasang pada tower tersebut dengan sudut pancar  $45^\circ$ . Finial tower diintegrasikan ke kabel BC Dread yang terdapat pada kaki tower, terintegrasi dengan kabel BC Dread/ BCC 50 mm. Salah satu dari kaki tower dihubungkan ke hand-hole dengan kabel BC Dread/BCC 50 mm.

#### 3. Instalasi pentanahan gedung dengan/ tanpa bumbungan.

Finial gedung terbuat dari tembaga pejal panjang 150 cm salah satu ujungnya runcing, dipasang dengan jarak 5-6 meter pada atap gedung. Kutub tanah ditanam pada sudut gedung dan salah satu kutub diintegrasikan ke hand-hole dengan kabel BC Dread/BCC 50 mm. Penyangga kabel yang terpasang pada atap dan dinding gedung terbuat dari plat tembaga tebal 3 mm dibentuk sedemikian rupa sehingga mampu menyangga kabel BC Dread/ BCC 35 mm. Jarak atap dan kabel yang disangga 10-15 cm, jarak antara penyangga kabel 5-6 cm.

Dari 4 buah bangunan yang dimiliki oleh STO area Padang, hanya gedung utama (Gedung Kandatel) yang memiliki 3 buah finial yang terdapat diatap gedung dengan panjang finial 150 cm dan 2 buah finial yang terdapat pada menara transmisi (menara transmisi diatas gedung dan menara transmisi diatas tanah). untuk luas area yang harus dilindungi dari sambaran petir adalah  $1500 \text{ m}^2$ . Apabila dilihat dari area yang dapat dilindungi oleh yang ada saat ini adalah sebagai berikut :

Untuk tinggi finial 150 cm radius area yang dapat dilindungi adalah 11,1 m.

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \pi \cdot r^2 \\
 &= 3,14 \times 11,1^2 \\
 &= 3,14 \times 123,21 \\
 &= 386,8794 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas area yang dilindungi :

$$\begin{aligned}
 A_5 &= 5 \times 386,8794 \\
 &= 1934,397 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dari hasil diatas luas area yang dilindungi oleh 5 buah finial 150 cm STO Padang telah melindungi area seluas 1934,397 m<sup>2</sup>, sedangkan luas area keseluruhan hanya 1500 m<sup>2</sup>. Apabila diperkirakan jumlah finial sebanyak 4 buah, maka luas area yang dapat dilindungi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 A_4 &= 4 \times 386,8794 \\
 &= 1547,5176 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Dengan demikian untuk melindungi keseluruhan area STO Padang hanya dibutuhkan 4 buah finial panjang 150 cm, dengan luas perlindungan yang diberikan sebesar 1547,5176 m<sup>2</sup>.

#### 4. KESIMPULAN

1. Dari hasil perhitungan terhadap nilai tahanan kutub tanah batang yang dimiliki telah memenuhi syarat yang ditentukan STE-L-001-83 yaitu sebesar 0,9126 ohm.
2. Sedangkan nilai minimum tahanan resistansi digunakan pasak jamak dalam susunan segi empat kosong, sehingga didapatkan nilai tahanan 0,224 ohm.
3. Untuk jumlah finial yang ada pada bangunan Kandatel yang ada saat ini adalah 5 buah dengan panjang 150 cm, yang terdapat pada bangunan dan menara transmisi. Dan untuk daerah yang dapat dilindungi adalah 1934,397 m<sup>2</sup>. Sedangkan luas area yang harus dilindungi adalah 1500 m<sup>2</sup> dengan kondisi ini jumlah finial yang ada telah dapat melindungi luas area keseluruhan. Apabila perkiraan jumlah finial sebanyak 4 buah, maka luas area yang dapat dilindungi adalah 1547,5176 m<sup>2</sup>.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk, “*Grounding Sumatera*”, Divisi Regional I Sumatera, 2000.
- [2] PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk, “*Eksternal Internal Grounding Protection*”, PT. Telkom Unit Area Padang.

- [3] Pabla, A.S, “ *Sistem Distribusi Daya Listrik*”, Erlangga, Jakarta, 1986.
- [4] T.S Hitauruk, “*Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*”, Erlangga, Jakarta, 1986.
- [5] . Widhya Putra P.2009. *evaluasi sistem proteksi petir pada base transceiver station (BTS)*. Skripsi. Universitas Indonesia
- [6] Diah,Nining.2009. *Pengaruh Sambaran Petir Terhadap Sistem Proteksi Pada Tower BTS (Base Transceiver Station)*. Universitas Lampung,Lampung