

ANALISIS MODEL PENTANAHAN MENARA BTS (*BASED TRANSCEIVER STATION*) DENGAN TAHANAN PENTANAHAN MODEL BC SPIRAL

Irawati¹⁾, Ismuharam²⁾, Edy Sumarno³⁾, Ria Gazali⁴⁾, Deasy Kartikasari⁵⁾

^{1,2,3}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

^{4,5}Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi, ITB Swadharma

Correspondence author: Irawati, dosen02831@gmail.com, Tangerang Selatan, Indonesia

Abstract

Insufficient grounding strength during operation may cause malfunction and damage to electronic devices. There is an increased risk of arrhythmia due to lightning strikes. The smaller the number found at each grounding angle, the more stable the grounding system is. The research aims to obtain as much grounding as possible. The technique used to reduce the amount of grounding output is to place electrodes in the ground. The technique will help increase the efficiency of the grounding system. In addition, measuring soil characteristics is very important to understand the value of the type of resistance, which then influences the overall grounding resistance. The strength of the grounding is greatly influenced by its type, so it is necessary to carry out a thorough analysis based on soil characteristics, which is usually carried out in constructing BTS towers with the BC Spiral model. Based on the analysis results, the resistance of the BTS model to abrasion is 0.26 ohms, while the PUIL 2000 standard is less than 2 ohms. The measurements on the BTS model using the BC Spiral model are close to the expected results. The results of this research provide a positive picture of the effectiveness of the grounding system implemented, and this conclusion can be used to ensure good protection of electronic devices on the BTS tower from potential damage due to lightning strikes. Continuously update safety standards and carry out routine maintenance to ensure grounding system performance remains optimal.

Keywords: bts tower, grounding system, bc spiral model, puil 2000

Abstrak

Kekuatan pentanahan yang tidak memadai selama pengoperasian dapat menyebabkan kegagalan fungsi dan kerusakan pada perangkat elektronik. Resikonya akan terjadi peningkatan aritmia akibat sambaran petir. Semakin kecil angka yang dapat ditemukan pada setiap sudut pentanahan maka semakin stabil sistem pembumiannya. Tujuan penelitian adalah memperoleh pentanahan sebanyak-banyaknya. Teknik yang digunakan untuk mengurangi jumlah hasil pentanahan adalah dengan menempatkan elektroda di dalam tanah. Hal ini akan membantu meningkatkan efisiensi sistem pembumiannya. Selain itu, pengukuran karakteristik tanah sangat penting untuk memahami nilai jenis tahananannya, yang kemudian memengaruhi tahanan pentanahan secara keseluruhan. Kekuatan pentanahan sangat dipengaruhi oleh jenisnya, sehingga perlu dilakukan analisis

menyeluruh berdasarkan karakteristik tanah, yang biasa dilakukan pada pembangunan menara BTS dengan model BC Spiral. Berdasarkan hasil analisa, ketahanan model BTS terhadap abrasi adalah 0,26 ohm, sedangkan standar PUIL 2000 kurang dari 2 ohm. Hasil pengukuran yang dilakukan pada model BTS dengan menggunakan model BC Spiral sudah mendekati hasil yang diharapkan. Hasil penelitian ini memberikan gambaran positif tentang keefektifan sistem pentanahan yang diterapkan, dan kesimpulan ini dapat digunakan untuk memastikan perlindungan yang baik terhadap perangkat elektronik di tower BTS dari potensi kerusakan akibat sambaran petir. Perbaharui terus standar keamanan dan lakukan pemeliharaan rutin untuk memastikan kinerja sistem pentanahan tetap optimal..

Kata Kunci: tower bts, pentanahan, bc spiral, puil

A. PENDAHULUAN

Sistem proteksi sangat penting dan harus ada pada setiap sistem proteksi listrik, terutama pada bangunan dengan ketinggian seperti tower BTS. Bagian terpenting adalah *grounding* atau dikenal juga dengan sistem pentanahan. Oleh karena itu, sistem pentanahan berfungsi sebagai pengaman dalam suatu jaringan tertentu yang tersusun dari berbagai gangguan baik internal atau eksternal, tergantung pada asal mula gangguan. Berbeda dengan gangguan luar seperti gangguan petir dan hubungan singkat internal ke tanah, hubungan singkat internal atau eksternal mempunyai tegangan yang lebih besar. Karena pentingnya, sistem ini diperlukan syarat kehandalan yang mutlak dalam sistem pentanahan menara BTS tersebut (Du, 2024).

Menara BTS menggunakan sumber listrik sebagai sumber catu daya untuk menghidupkan perangkat listrik dan perangkat elektronik. Dari perangkat-perangkat listrik dan elektronik dimana ada rangkaian pensaklaran (*switching*) dapat menyebabkan lonjakan tegangan listrik.

Satu-satunya strategi paling efektif untuk menurunkan tegangan permukaan tanah adalah dengan memperkuat pentanahan listrik yang terletak di dalam tanah. Mengingat lokasi BTS listrik terletak pada area dengan struktur tanah, maka perlu

dilakukan prosedur pentanahan yang tepat dengan tujuan mendapatkan material pentanahan yang lebih baik. Standar yang disarankan pada PUIL 2000 (Badan Standar Nasional, 2000) Nilai tahanan pada sebuah bangunan yang aman dari sambaran petir adalah sebesar 5 Ohm, sedangkan untuk peralatan elektronik adalah sebesar 2 Ohm. Karena arus hubung singkat ke tanah dapat menyebabkan perbedaan tegangan memiliki potensi bahaya yang signifikan jika nilai ketahanannya tinggi. Oleh karena itu, diperlukan jumlah petanahan yang terbatas untuk menghadapi potensi masalah dan hambatan yang signifikan terhadap arus hubung singkat ke tanah..

Sistem proteksi sering mendapat gangguan, yaitu sambaran petir karena antenna keberadaan dan menaranya ada di lapangan dan atau di tempat tinggi. Agar sistem ini bebas dari gangguan pihak luar, maka harus diintegrasikan dengan sistem pentanahan; ini sangat penting untuk bidang elektronik dan telekomunikasi. Gangguan semacam ini perlu ditutup dengan sistem pelindung untuk mencegah masuknya gangguan. Satu-satunya metode yang sekarang digunakan untuk mengurangi hambatan pentanahan adalah *Earth Tester*, yang secara teori bekerja dengan menempatkan arus malam hari di dalam sistem pentanahan; namun, kemunculan sistem seperti itu belum pernah diamati.

Karena fakta bahwa mereka biasanya terdiri dari gelombang sinusoidal (AC) atau, kadang-kadang, impulsif (petir) dengan frekuensi tinggi atau yang terdiri dari arus, bentuk gelombang menjadi lebih kompleks dan sulit dipahami.

Telekomunikasi sangat penting dalam masyarakat modern seperti kita saat ini karena menara telekomunikasi, juga dikenal sebagai BTS (*Base Transceiver Station*), harus memiliki kondisi kerja yang sangat efektif. Selain mencari lokasi yang cocok, ada dua faktor lain yang penting untuk mendapatkan BTS yang berkualitas. Yang pertama adalah memiliki daftar listrik cadangan yang baik untuk memastikan peralatan tersebut berjalan dengan baik. Peralatan yang dibutuhkan oleh menara BTS seperti: antena pengirim dan penerima, alat pemrosesan sinyal, tanpa terkecuali alat-alat pendukung lainnya seperti: Sistem Pendingin, lampu, dan lain-lain. Sedangkan faktor yang kedua adalah pengaman terhadap sambaran petir dan lonjakan listrik juga harus diperhatikan karena tinggi menara telekomunikasi tersebut yang umumnya berkisar antara 16 meter hingga 72 meter (Yanto et al., 2021)



Gambar 1 Menara BTS (*Base Transceiver Station*)

Menara BTS adalah suatu node tertentu dalam jaringan telekomunikasi seluler yang terdiri dari suatu bangunan dengan antena yang berfungsi sebagai penguat sinyal daya dan dipasang di atasnya sehingga dapat terhubung ke pelanggannya operator jaringan telekomunikasi seluler tersebut. Menara BTS

memiliki daerah cangkupan yang luasnya tergantung dari kuat lemahnya pancaran daya dari sinyal yang dikirimkan ke pelanggan. Sebagian besar dari mereka menggunakan sistem GSM (*Global System Communication*) dan CDMA (*Code Division Multiple Acces*) yang terhubung langsung dengan *Mobile Station* (Febriansyah & Fatoni, 2023).

Untuk mengatasi permasalahan tersambarnya petir pada BTS maka instalasi kelistrikan maupun pengamanan pentanahan harus dilakukan dengan benar dan sesuai dengan pedoman dari standar Persyaratan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) yang ditetapkan oleh badan yang berwenang, dimana nilai lebih kecil dari 5 Ohm untuk hambatan penangkal petir dan lebih kecil dari 2 Ohm untuk hambatan pembumian perlengkapan listrik elektronik. Tahanan pembumian ini akan berguna untuk menanggulangi sambaran petir serta arus listrik bocor dari peralatan listrik yang berasal dari listrik penerangan, arus listrik, rangkaian *switching* dan elektrostatik *discharge*.

Berdasarkan hasil proses evaporasi menggunakan pemasangan penangkal petir untuk membuat *enclosure*. *Enclosure* tersebut terdiri dari beberapa batang elektrostatik yang disejajarkan dengan orientasi arus. Hal ini dilakukan agar insulasi dapat terbuka. Metode Tahanan Pembumian dapat menurunkan nilai tahanan sekecil mungkin dengan cara elektroda pada tanam dipermukaan tanah. Tahanan juga dapat disesuaikan dengan jenis dan kondisi lahan tempat menara berada, dengan membagi lahan menjadi beberapa bagian dengan panjang antara 0,5 hingga 1 meter.

Pada saat perakitan elektroda tahanan dapat berbentuk memanjang, radial, melingkar, atau gabungan dari semuanya. Elektroda ini biasa menggunakan ukuran standard PUIL2000 yaitu kabel BC 50 mm² dengan panjang 25 M (Nugraha et al., 2023).

Tahanan pembumian terdiri dari hantaran hubung tanah dan tahanan elektroda tanah. Atau, pembumian istirahat total mengacu pada pembumian istirahat dari sistem pembumian yang rusak pada titik tertentu (Kalosa et al., 2020).

Ada 2 macam pembumian (Pasisarha et al., 2022), yaitu :

1. Pembumian netral sistem, pembumian ini menyambung ke tanah di sisi sistem yang dirugikan oleh arus listrik selama operasi bisnis rutin. Tujuan pembumian ini adalah untuk meningkatkan tegangan pada saat terjadi kesalahan atau komunikasi hubung singkat satu fasa..
2. Pembumian peralatan, Model ini menghubungkan ke bumi pada bagian luar dari celah yang disebabkan oleh listrik arus dalam kehidupan kerja biasa..

Tabel 1. Spesifikasi Tahanan Tanah berdasarkan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Tahanan Tanah (Ohm meter)
Air laut dan air tawar	10 – 100
Rawa	10 – 40
Tanah liat dan tanah lading	20 – 100
Pasir basah	50 – 200
Kerikil basah	200 – 3000
Pasir dan batu kerikil kering	<10000
Tanah berbatu	2000 – 3000

Kandungan zat - zat kimia dalam tanah primer, zat organik maupun anorganik yang mungkin larut memerlukan pertimbangan lebih lanjut. Didaerah dengan tingkat curah hujan tinggi biasanya memiliki ketahanan jenis tanah yang tinggi karena garam yang terdapat di lapisan atas larut. Di kawasan ini, cara efektif untuk melaksanakan pentanahan adalah dengan memasang tiang listrik di lokasi yang sudah banyak terdapat larutan garam (Hardi et al., 2023). Kandungan air tanah berkorelasi signifikan dengan perubahan tahanan, terutama kandungan air

tanah hingga 20%. Hasil uji laboratorium tanah merah menunjukkan penurunan kandungan air tanah dari 20% menjadi 10%. Inilah yang menyebabkan spesies tahan tanah naik hingga 30 kali setiap tahun. 20% udara di loteng harus dibiarkan beberapa kali.(Ritonga et al., 2023).

Karena letaknya yang dekat dengan katulistiwa, letak geografis Indonesia menyebabkannya dikenal sebagai daerah yang sering terjadi badai petir. Hal ini membuat bahaya dan kecelakaan lebih sering terjadi akibat badai petir. Sambaran petir dapat mengakibatkan terganggunya sistem kelistrikan atau lambannya gedung perkantoran. Efek sambaran petir saat ini lebih besar sesuai dengan panas dan padatnya wilayah di sekitarnya.(Du, 2024).

Secara umum ada tiga bagian utama peralatan pada sistem penangkal petir, antara lain, *splitzen* atau alat penerima, konduktor atau kawat penyalur, dan *elektroda* pentanahan atau *grounding* serta alat-alat pendukung lainnya untuk instalasi sistem pentanahan (Ermawati, 2022).

Sistem proteksi petir memiliki dua tempat untuk dilindungi yaitu (Gemilang et al., 2022) : Proteksi Eksternal dan Proteksi Internal



Gambar 2. Elektroda spiral

Untuk menggunakan *elektroda spiral* dapat di turunkan rumusnya sebagai berikut :

$$R = \frac{\rho}{\pi \cdot L_W} \left[\ln \left(\frac{2L_W}{\sqrt{d_W Z_W}} \right) + \frac{1,4L_W}{\sqrt{A_W}} 5,6 \right]$$

Keterangan :

R = Tahanan pentanahan plat (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ω_m)
 L_W = Panjang plat (meter)
 d_W = Diameter elektroda (meter)
 A_W = Luasan yang dicakup oleh grid ($m^2\Omega m$)
 Z_W = kedalaman penanaman (meter)

Saat dilakukan pengujian untuk mengetahui kondisi sambungan atau tahanan tanah, *grounding pit* atau bak control berfungsi sebagai kontrol untuk penyambungan batang tembaga ke kabel *grounding*.



Gambar 3. Bak control

Pada instalasi pentanahan terdapat EGB (*External Grounding Box*) yang berfungsi sebagai terminal *grounding* untuk perangkat radio pemancar sinyal yang berada di pondasi RBS dimana tiap unit BTS pasti terdapat perangkat pendukung yang letaknya berada di dasar dari badan menara itu sendiri dan berjumlah lebih dari 1 unit, berdimensi 700 x 50 mm tebal 6 mm dengan lubang bervariasi antara 10 sampai 12 lubang, dimana *busbar* pada EGB ini selanjutnya di sambungkan ke *main grounding box* atau bak control.



Gambar 4. *External grounding box*

Earth Grounding Tester (Arifin, 2021), Alat ini digunakan untuk mengetahui hasil tahanan atau ketahanan sistem pentanahan

pada instalasi penangkal petir yang sudah selesai. Mesin ini digital, sehingga hasilnya memiliki tingkat amplifikasi yang sangat tinggi.



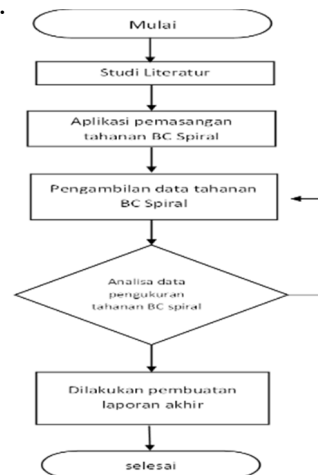
Gambar 5. (a) *Grounding tester* (b) Rangkaian pengukuran pentanahan.

Dalam melakukan pemasangan pentanahan, resistansi pentanahan - yang dapat berupa perlawanan pentanahan dari tanah listrik tergantung pada jenis dan keadaan serta perlawanannya sangatlah penting. Permukaan elektroda bumi harus memiliki koneksi yang baik dengan tanah terdekat. Artikel yang sudah lama beredar tentang kendaraan listrik di bumi menekankan pentingnya ketahanan pentanahan (Manik, 2020).

B. METODE PENELITIAN

Diagram alir Penelitian

Agar di dapat penelitian yang dapat dipertanggung jawabkan maka tahapan penelitian sesuai dengan diagram alir seperti gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

Studi Literatur

Dengan metode ini, akan dicari, dikumpulkan, dan dipelajari materi teori atau praktik dari beberapa buku dan jurnal yang terkait dengan pemasangan list server dan pemasangan pentanahan untuk proyek penelitian saat ini.

Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk analisis akan dikumpulkan dari sumber-sumber berikut: Pengamatan, dengan melakukan pengamatan dan pengukuran di lokasi dimana BTS berada. Dokumentasi, metode pengumpulan data menggunakan kamera dengan pengambilan gambar saat melakukan penelitian, yaitu sambil mengukur berlangsung di lokasi.

Teknik Analisa Data

Metodologi penelitian ini dimulai dengan pemasangan alat pengukur tanah, membuat rancangan skema pengukuran, mengatur pintu listrik pengukuran dan tanam, mencatat hasil penelitian, dan menganalisis hasil penelitian.

Penelitian ini cukup eksperimental, dan penting untuk mengumpulkan semua bahan yang diperlukan sebelum memulai pengukuran. Mengidupkan alat ukurnya (*earth tester*) dan membuat skema sistem untuk perawatan aki selanjutnya. Setelah membuat rancangan skema pengukuran, motor listrik kedalaman yang tersembunyi di dalam tundra dihidupkan. Hasil pengukuran yang telah selesai akan dibahas. Bagian selanjutnya menganalisis hasil pengukuran untuk mengetahui apakah tingkat tensi yang diterapkan sudah valid atau belum. Jika perlu, dapat dilakukan proyek tambahan untuk meningkatkan nilai yang diperoleh.

Pengukuran pada sistem pentanahan Menara BTS menggunakan sistem BC spiral yang diparalelkan ke semua jenis pentanahan, dari hasil pengukuran nantinya akan dibandingkan dengan pengukuran nilai standar yang di keluarkan oleh PUIL 2000.

Peralatan

Peralatan dan bahan untuk mendapatkan hasil penelitian yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Earth Tester

Alat ukur grounding yang digunakan adalah *earth tester* merek Kyoritsu type KEW 4105A.



Gambar 7. *Earth tester*

2. GPS (Global Positioning System)

Alat ini digunakan untuk mencari titik kordinat lokasi menara BTS berada.



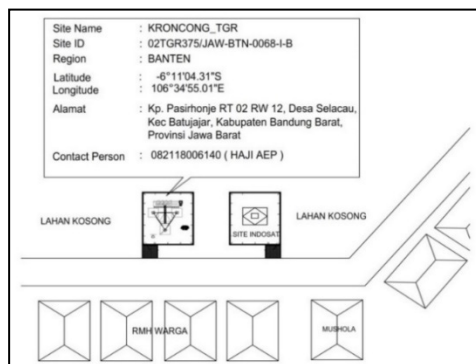
Gambar 8. GPS(Global Positioning System)

3. Meteran

Alat ini digunakan untuk memastikan jarak antara batang tembaga 2 dan 3 milik grounding tester dan juga dapat digunakan sebagai mengukur luasan dari masing – masing lokasi menara.



Gambar 9. Meteran



Gambar 10. Denah lokasi yang akan dilakukan penelitian.

Sebagai penguat ke akuratan hasil penelitian, penulis juga melampirkan foto GPS dengan format desimal, yang dimana untuk melakukan sebuah *maintenance* biasanya team *Operator Maintenance* (OM) menara BTS juga menggunakannya sebagai alat untuk mencari titik lokasi menara BTS itu berada.



Gambar 11. GPS lokasi BTS dilakukan penelitian

Lokasi BTS ini merupakan bangunan tertinggi dari bangunan-bangunan sekitarnya yang terdapat area pemukiman warga dan pabrik-pabrik.

Terakhir, sebagai tindak lanjut investigasi ini, kami melakukan pemeriksaan terhadap peralatan eksternal yang ditemukan di BTS Tanjong Bungong, yaitu penangkal petir di pintu masuk gedung, penangkal petir (disebut juga tiang BTS) di pagar luas bangunan, dan reng listrik pada atap bangunan.

Pengukuran Lokasi

Pengukuran dimana lokasi ini sistem pentanahan menggunakan sistem BC spiral yang di paralel kan ke semua item

pentanahan. Pengukuran menggunakan nilai standar yang di keluarkan oleh PUIL2000.

Tabel 2. Tahanan standar yang disyaratkan sesuai PUIL2000

No	Item	Syarat standar (Ω)
1	Bak control / main <i>grounding</i>	< 2 Ω
2	Kaki menara	< 2 Ω
3	Busbar pondasi RBS	< 2 Ω
4	Busbar lower menara	< 2 Ω
5	Pagar BRC	< 2 Ω
6	Pole KWH	< 2 Ω
7	Pole ACPDB	< 2 Ω
8	Kabel tray	< 2 Ω
9	Ring parameter	< 2 Ω

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengukuran di wilayah Banten

Pada Menara BTS jenis konduktor pentanahan yang digunakan menggunakan kabel BC *spiral* dengan spesifikasi berikut ini :

Tabel 3. Detail Penggunaan Kabel BC *spiral*

No	Jenis Konduktor	Jenis Bahan	Panjang	Satuan	Kedalaman Pentanahan
1	BC <i>Spiral</i> 50mm ²	Tembaga	25	Meter	3 Meter

Mengacu pada standarisasi bahwa Menara BTS cukup menggunakan BC *spiral* sebagai *main grounding* yang di mana tiap ujung kabel *grounding* di *parallel* kan ke kaki menara dengan cara di *cadwel* sedangkan hubungan ke bak kontrol dengan cara di baut, untuk pemasangan kabel BC Spiral dapat dilihat pada gambar 12 berikut ini.



Gambar 12. Pemasangan Kabel BC Spiral

Sementara untuk penyambungan ke kaki-kaki menara dengan cara di baut pada kaki menara serta bak kontrol tersebut, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 13, dan 14 berikut ini.



Gambar 13. Penyambungan Kabel BC *Spiral* Ke Kaki Menara



Gambar 14. Penyambungan Kabel BC *Spiral* Ke Bak Kontrol

Pengukuran Tahanan Pentanahan Pada BTS menggunakan BC Spiral.

Sebelum dilakukan pengukuran, perlu diketahui terlebih dahulu spesifikasi dari BTS tersebut, adapun hasil yang didapat dapat dilihat pada tabel 4. berikut ini.

Tabel 4. Spesifikasi Luas Lahan dan Bangunan Menara BTS

Jenis Bangunan	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)
<i>Menara</i>	1,5	1.5	36	2,25
<i>Shelter</i>	2,5	1,5	1	3,75
Total luas <i>Site</i>	8	8	-	64

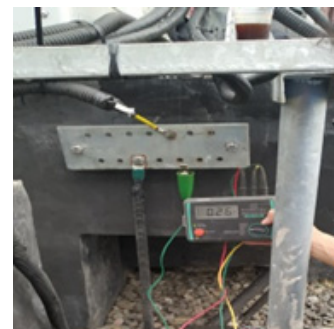
Dari tabel 4 dijelaskan bahwa spesifikasi luas lahan yang di gunakan dan ukuran ketinggian menara yang terpasang, dimana untuk instalasi pengamanan pentanahan menyesuaikan dengan kondisi luas lahan, kontur tanah, dan ketinggian menara BTS itu sendiri.



Gambar 15. Menara BTS Menggunakan Kabel BC Spiral



Gambar 16. Pengukuran Tahanan Pentanahan pada bak kontrol Menara BTS



Gambar 17. Pengukuran Tahanan Pentanahan pada kali-kaki Menara BTS

Pengukuran Tahanan isolasi Dengan Sistem Pentanahan BC Spiral

Tabel 5. Syarat Standar Pengukuran yang disarankan

No	Perangkat Pentanahan	Syarat standar (Ω)
1	Bak control / main <i>grounding</i>	< 2 Ω
2	Kaki <i>menara</i>	< 2 Ω
3	Busbar pondasi RBS	< 2 Ω
4	Busbar lower <i>menara</i>	< 2 Ω
5	Pagar BRC	< 2 Ω
6	Pole KWH	< 2 Ω
7	Pole ACPDB	< 2 Ω
8	Kabel tray	< 2 Ω
9	Ring parimeter	< 2 Ω

Pada Tabel 5 merupakan hasil syarat standar nilai pentanahan untuk semua item pentanahan, hasil pengukuran pentanahan yang di dapat dilakukan pengukuran sebanyak tiga kali, agar didapat hasil yang dapat dipertanggungjawabkan maka dilakukan perbandingan dengan hasil tahanan pentanahan terendah dan tertinggi. Berikut ini hasil yang di dapat untuk pengukuran pentanahan menggunakan perhitungan sebagai berikut

$$R = \frac{\rho}{\pi \cdot L_W} \left[\ln \left(\frac{2L_W}{\sqrt{d_W Z_W}} \right) + \frac{1,4L_W}{\sqrt{A_W}} 5,6 \right]$$

$$R = \frac{10}{3,14 \cdot 25} \left[\ln \left(\frac{2 \cdot 25}{\sqrt{100 \cdot 1}} \right) + \frac{1,4 \cdot 25}{\sqrt{100}} 5,6 \right]$$

$$R = 0,1356 \Omega$$

Tabel 6. Hasil Pengukuran Pentanahan BC spiral

No	Perangkat Pentanahan	Hasil Ukur 1 (Ω)	Hasil Ukur 2 (Ω)	Hasil Ukur 3 (Ω)	Hasil Rata-Rata (Ω)
1	Bak Kontrol / main <i>grounding</i>	0,38	0,35	0,37	0,36
2	Kaki Menara	0,19	0,17	0,21	0,19
3	Busbar pondasi RBS	0,26	0,24	0,22	0,24
4	Busbar lower menara	0,53	0,51	0,55	0,53

No	Perangkat Pentanahan	Hasil Ukur 1 (Ω)	Hasil Ukur 2 (Ω)	Hasil Ukur 3 (Ω)	Hasil Rata-Rata (Ω)
5	Pagar BRC	0,18	0,21	0,21	0,20
6	Pole KWH	0,13	0,16	0,18	0,16
7	Pole ACPDB	0,17	0,20	0,21	0,19
8	Kabel tray	0,34	0,32	0,34	0,33
9	Ring Parimeter/ BC Spiral	0,14	0,14	0,19	0,15

Dari hasil pengukuran pada tabel 6 terdapat perbedaan hasil antara pengukuran pertama, kedua, dan ketiga, namun perbedaan hasil pengukuran ini tidak terlalu signifikan angkanya di sebabkan oleh jarak batang konduktor *grounding* tester tiap pengukuran diberi perbedaan jarak antara 1 sampai dengan 2 meter. Dari hasil data penelitian yang dilakukan sebanyak sembilan kali pengulangan pengukuran dan tiga kali masa percobaan pengukuran dapat dilihat pada gambar 18 berikut ini.



Gambar 18. Grafik Pengukuran Pentanahan BC spiral

Pada gambar 4.7 merupakan hasil percobaan pengukuran yang di lakukan pada menara BTS, dimana pengukuran menggunakan sistem pentanahan kabel BC spiral, kabel BC pada umumnya di buat melingkar dan ditanam pada kedalaman tertentu agar menghasilkan nilai pengukuran sekecil mungkin agar dapat menyelamatkan menara tersebut dari gangguan petir yang tidak diinginkan.

2. Hasil Penelitian Pengukuran di wilayah Tanjong Bungong

Penangkal petir, tiang pentanahan (pagar BTS), dan batang listrik adalah contoh komponen eksternal yang ada di BTS Tanjong Bungong. Penangkal petir terletak di pintu masuk gedung.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Nilai Hambatan Penumbumian Eksternal

No	Parameter	Nilai Hambatan (Ω)
1	Lighting Rod (ujung menara)	2.80
2	Grounding rod (pagar titik A)	2.42
3	Grounding rod (pagar titik B)	2.44
4	Kaki menara	4.90
Total		2.53

Berdasarkan tabel 7, resistansi minimum yang tidak normal terdapat pada pintu masuk gedung sekitar 2,8 Ohm, pada BTS pagar sekitar 2,42 Ohm dan 2,44 Ohm, dan pada kaki gedung, dimana kira-kira 4,9 Ohm. Rata-rata hambatan nilai pentanahan adalah 2,53 Ohm bila diparalelkan. Sebagai langkah terakhir, secara lengkap hasil pengujian sistem pentanahan yang dilakukan di BTS Tanjong Bungong disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Nilai Hambatan Penumbumian Eksternal

No	Parameter	Nilai Hambatan (Ohm)
1	Lighting rod (ujung Menara)	0.26
2	Grounding rod (pagar titik A)	0.56
3	Grounding rod (pagar titik B)	0.26
4	Kaki menara	0.21
Total		0.32

Pengukuran Nilai Hambatan pada Penumbumian Internal

Penumbumian internal yang berada di dalam *shelter* diuji dengan menggunakan *earth tester* pada *grounding busbar* yang telah terpasang bersama dengan *grounding* sentral. Proses pengukuran nilai hambatan

internal menunjukkan bahwa resistansi internal sekitar 0,30 Ohm.

Analisa

Berdasarkan hasil pengujian dan hasil koreksi dapat disimpulkan bahwa perbedaan antara hasil pengujian dan hasil koreksi disebabkan sistem instalasi listrik pada BTS Tanjong Bungong diparalelkan pada saat dilakukan koreksi, sedangkan hasil pengujian untuk hitungan hanya melibatkan satu titik listrik. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa tingkat pentanahan di gedung BTS Tanjong Bungong telah selesai sesuai dengan standar nasional Indonesia (SNI-03-7015-2004) dan dibutuhkan lebih dari lima orang untuk memasang sistem penangkal petir.

Sementara hasil perhitungan yang menggunakan persamaan menghasilkan tahanan penumbumian sebesar 0,1356 Ohm, sedangkan hasil pengukuran terhadap tahanan pentanahan pada *Ring perimeter / Bc spiral* sebesar 0,15 Ohm, sementara nilai tahanan pentanahan tertinggi berada pada *Busbar lower* menara yaitu sebesar 0,53 Ohm, nilai tersebut adalah hasil pengukuran yang dilakukan sebanyak tiga kali selanjutnya di rata-ratakan. Jika dibandingkan antara dua lokasi tersebut maka BTS Tanjong Bungong dan BTS Banten, yang menggunakan sisten *BC spiral* masih lebih baik karena nilai tahanan penumbumiannya mempunyai nilai yang lebih kecil yaitu berkisaran antara 0,15 Ohm dan 0,53 Ohm.

D. PENUTUP

Setelah melakukan evaluasi sistem pentanahan di lokasi menara BTS di Banten serta menganalisa data-data dan item pengaman yang ada, maka penulis dapat menyimpulkan, tingkat perlindungan sistem proteksi penumbumian menara BTS di Banten ini, dikelompokkan dalam tingkat perlindungan untuk bangunan menara dan instalasi elektronika pada perangkat yang ada

di menara BTS. Hasil dari nilai tahanan pada menara BTS sudah sesuai dengan standarisasi PUIL 2000 dimana hasil pengukuran yang di dapat rata – rata < 2 Ohm sehingga instalasi tahanan pentanahan di lokasi ini berfungsi dengan baik.

Tahanan pentanahan di stasiun BTS di Tanjong Bungong memiliki resistansi rata-rata sekitar 0,32 Ohm dan sudah melampaui standar PUIL 2000 dengan resistansi yang tidak lebih dari 5 Ohm. Jika dibandingkan dengan menggunakan BC spiral mempunyai nilai sebesar 0,15 Ohm. Jadi dari data tersebut sistem BC spiral mempunyai nilai yang lebih bagus bila dibandingkan dengan sistem batang elektroda. Sementara Untuk kedalaman pemasangan pentanahan sistem BC spiral hanya membutuhkan kedalaman hanya sekitar 1 meter, sementara sistem batang elektroda membutuhkan sekurang-kurangnya sedalam 5 meter untuk mendapatkan nilai pembumian dibawah 5 Ohm.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, J. (2021). Pengukuran Nilai Grounding Terbaik Pada Kondisi Tanah Berbeda. *Eltikom: Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi Dan Komputer*, 5(1), 40–47. <https://doi.org/10.31961/eltikom.v5i1.251>
- Badan Standar Nasional. (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000): Vol. SNI 04-022*.
- Du, X. (2024). Construction Technology of Lightning Protection Devices in Building Electrical Installation Engineering. *Journal of Electronic Research and Application*, 8(1), 22–27. <https://doi.org/10.26689/jera.v8i1.5860>
- Ermawati. (2022). Perencanaan Penangkal Petir Di Gedung Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru. *Jurnal Surya Teknika*, 8(2), 320–326. <https://doi.org/10.37859/jst.v8i2.3273>
- Febriansyah, A., & Fatoni. (2023). Analisis Titik Lokasi Base Transceiver Station Berdasarkan Faktor Daerah Fresnel. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 4(2), 1163–1172. <https://doi.org/10.30865/klik.v4i2.1266>
- Gemilang, F., Rahmadewi, R., & Hidayat, R. (2022). Sistem Proteksi Sambaran Petir Pada Base Transceiver Station Telkomsel Karawang. *Jurnal Power Elektronik*, 11(1), 51–56. <https://doi.org/10.30591/polektro.v11i1.2730>
- Hardi, G. U., Taufiq, T., Putri, R., & Nasution, F. A. (2023). Pengaruh Tahanan Jenis Tanah Terhadap Sistem Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang Dilokasi Gedung Teknik Elektro Unimal. *Insologi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(2), 314–326. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i2.1818>
- Kalosa, M. S., Setiawidayat, S., & Mukhsim, M. (2020). Pengaruh Sistem Pentanahan Terhadap Arus Gangguan Tanah Pada Sistem Distribusi 20 Kv. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 4(2), 138. <https://doi.org/10.22373/crc.v4i2.7067>
- Manik, C. T. S. (2020). Measurement of Earth Value Using Earth Tester Measurement at Efarina University. *Journal of Science Technology (JoSTec)*, 2(1), 42–47. <https://doi.org/10.55299/jostec.v2i1.51>
- Nugraha, G. W. S., Sunardi, S., & Arifianto, T. (2023). Pembuatan Sistem Grounding Axle Counter Berdasarkan Tahanan Jenis Tanah dan Kedalaman Grounding. *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.20895/jtece.v5i1.803>
- Palilu, A. G. (2015). Studi Awal Perencanaan
-

- Jumlah Kebutuhan BTS dalam Penerapan Menara Bersama Telekomunikasi di Kota Palangka Raya. *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*, 12(4), 269.
<https://doi.org/10.17933/bpostel.2014.120403>
- Pasisarha, D. S., Sarjono, B., Setyoko, & Purnomo, H. (2022). Pembumi Jenis Pelat Impedansi Pembumian Dengan Variasi Luas Dan Bahan Elektroda. *RBITH : Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial*, 18(2), 162–175.
<https://doi.org/10.32497/orbith.v18i2.3816>
- Ritonga, C., Harahap, R., Yusmartato, & Armansyah. (2023). Evaluasi Sistem Pembumian Peralatan Listrik Pada Gedung Pesantren Mawaridussalam Kecamatan Batang Kuis Kabupaten Deli Serdang. *JET : Journal of Electrical Technology*, 8(1), 7–12.
<https://doi.org/10.30743/jet.v8i1.6829>
- Setiawan, R. (2022). Analisis Perbandingan Pengaruh Nilai Tahanan Pentanahan Berdasarkan Jenis Tanah, Kelembapan Tanah dan Temperatur Tanah (Studi Kasus : Desa Merak Belantung, Kecamatan Kalianda, Lampung Selatan, Lampung). *EICTEE : Engineering Journals of Information. Control, Telecommunication and Electrical*, 3(2), 1–10.
<https://doi.org/10.33365/jictee.v3i2.2508>
- Tao, L., Chunlin, G., Jingjing, Y., Jianing, W., Chenliang, Z., & Huiyuan, M. (2020). Analysis on DC Side Protection Strategy for Grounded Power Battery Energy Storage System. *IEEE/IAS Industrial and Commercial Power System Asia (I&CPS Asia)*, 1006–1011.
<https://doi.org/10.1109/ICPSAsia48933.2020.9208496>
- Yanto, E. D., Imansyah, F., Pontia, F. T., Yacoub, R. R., & Marpaung, J. (2021). Identifikasi Pengukuran Intensitas Radiasi Medan Elektromagnetik Pemancar Televisi dan Pengaruh Terhadap Kesehatan Manusia. *JEEEIT : Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology*, 9(2), 102–106.
<https://doi.org/10.26418/j3eit.v9i2.51368>