

STUDI ANALISA PENTANAHAN TANKI BBM PT. AKR CORPORINDO TBK CIWANDAN-BANTEN

Triongko Priyono¹, Angga Pramodita²

Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jakarta

triongkopriyono@unkris.ac.id, adjaypramodita@gmail.com

Abstrak. Wilayah Indonesia dilewati oleh garis ekuator dunia yang menyebabkan Indonesia menjadi daerah konvektif paling aktif. Didukung dengan wilayah perairan Indonesia yang sangat luas menghasilkan awan-awan cumulonimbus yang merupakan awan penyebab utama kejadian petir dan juga hujan. Dalam pekerjaan teknik listrik sering terjadi orang terkena induksi (aliran listrik) dan sering terjadi salah sambung atau terjadinya kecelakaan.

Salah satu hal dalam kehandalan beroperasinya sistem kelistrikan dan keamanan pada manusia yang berada disekitarnya adalah sistem pentanahan. Batasan nilai tahanan pentanahan untuk area bagian konduktor terbuka dan pentanahan pada proteksi penyalur petir maksimal yang diizinkan adalah 3Ω di lokasi tanki BBM PT.Akr Corporindo Tbk dengan kondisi tanah berjenis humus lembab. Obyek yang dilakukan pengukuran dan perbaikan tahanan pentanahan terdiri dari 7 titik pentanahan pada area bagian konduktor terbuka dan 1 titik pentanahan proteksi penyalur petir.

Pengukuran tahanan pentanahan menggunakan metode 3 titik, alat ukur yang digunakan adalah digital earth resistance tester. Perbaikan nilai tahanan pentanahan untuk hasil yang tidak sesuai menggunakan metode driven ground, elektroda batang yang digunakan adalah copper rod berdiameter 15mm².

Katakunci: Elektroda pentanahan, tahanan pentanahan, copper rod.

Abstract. Indonesian territory is crossed by the world equatorial line which makes Indonesia the most active convective area. Supported by Indonesia's vast territory produces cumulonimbus clouds which are the main causes of thunder and rain. In electrical engineering work that often occurs in people who are affected by induction (electric current) and often occurs incorrectly or accidents occur.

Things that need to be considered in the electrical and security system in humans related to the grounding system. The limit of the earth resistivity value for the open conductor and ground area of the maximum permitted distributor protection is 3Ω at the location of PT.Akr Corporindo Tbk fuel tank with humus humid soil type conditions. The object which is measured and corrected by earth consists of 7 ground points in the open conductor area and 1 lightning protection protection point.

The measurement of earth resistance uses the 3 point method, the measuring instrument used is a digital earth resistance tester. Improvement of ground resistivity values for results that are not appropriate using the soil-driven method, which is to implant several rods perpendicular to the ground. The rod electrodes used are copper rods with a diameter of 15mm².

Keywords: Grounding electrode, grounding resistance, copper rod.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan adanya persyaratan umum instalasi listrik (PUIL 2011). Diharapkan dapat nilai tahanan pada sistem pentanahan yang baik. Batasan nilai tahanan untuk pentanahan area bagian konduktor terbuka dan pentanahan pada proteksi penyalur petir maksimal yang diizinkan 3 Ohm sesuai dengan referensi Akr *Project*.

Setelah dilakukan pengamatan langsung terhadap lokasi penelitian bahwa pada lokasi ini dengan kondisi tanah jenis humus lembab yang berdekatan dengan pelabuhan. Pada PUIL 2011 telah dijelaskan pula, nilai resistansi jenis tanah sangat berbeda-beda bergantung pada jenis tanah.

Untuk mendapatkan kehandalan dan keamanan pemakaian tenaga listrik pada bangunan harus ada suatu interkoneksi yang baik antara sistem penyalur petir, pentanahan perangkat elektronika yang ada pada bangunan dan pentanahan sistem tenaga listrik.

1.3 Rumusan Masalah

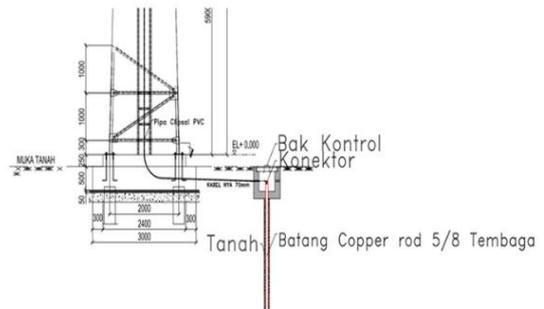
1. Berapa besar jumlah rata-rata tahanan pentanahan sebelum dan sesudah diperbaiki dilokasi tanki BBM PT. Akr Ciwandan-Banten?
2. Bagaimana cara mengukur tahanan pentanahan dan menganalisa perbaikan tahanan pentanahan untuk hasil tahanan pentanahan yang tidak sesuai?
3. Bagaimana cara optimalisasi pada sistem pentanahan agar berjalan dengan baik?

II. LANDASAN TEORI

2.1 Fenomena Petir

Petir merupakan peristiwa alam yaitu proses pelepasan muatan listrik (*electrical discharge*) yang terjadi di atmosfer. Peristiwa pelepasan muatan ini akan terjadi karena terbentuknya konsentrasi muatan-muatan positif dan negative di dalam awan atau perbedaan muatan dengan permukaan bumi.

Bagian utama kilat petir yang menimbulkan kerusakan adalah sambaran balik. Ini adalah bagian kilat, yang berupa muatan petir yang diluahkan ke bumi. Besar arus yang mengalir pada sambaran ini adalah berkisar antara 2.000 A sampai 200 kA. Berikut adalah gambar penyaluran arus petir pada sistem pentanahan.

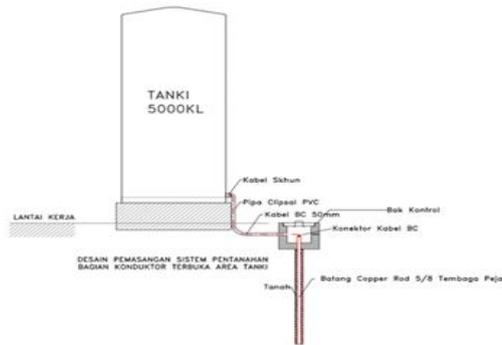


Gambar 1. Penyaluran arus petir ke tanah

Karakteristik Tanki BBM dan Sistem Pentanahan

Menurut Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia tentang pengawasan instalasi penyalur petir pasal sembilan ayat b menyatakan bahwa bangunan dimana disimpan, diolah atau digunakan bahan yang mudah meledak atau terbakar seperti pabrik-pabrik amunisi, gudang penyimpanan bahan peledak perlu dipasang instalasi penyalur petir. Berikut adalah gambar sistem

pentanahan pada tanki BBM yang akan diukur tahanan pentanahanya.



Gambar 2. Pentanahan tanki BBM

Sistem pentanahan adalah suatu cara pengamanan listrik yang mencegah bertahanya tegangan sentuh yang tinggi pada BKT (bagian konduktif terbuka) karena bekerjanya alat pengaman arus lebih apabila terjadi gangguan pada instalasi listrik suatu bangunan. Sistem pentanahan dibedakan menjadi dua macam yaitu:

- a. Sistem Pentanahan Pengaman (Sistem PP)
Sistem pentanahan dengan satu titik yang ditanahkan langsung. BKT instalasi dihubungkan ke elektroda bumi dengan cara listrik terpisah dari elektroda bumi sistem tenaga listrik.
- b. Sistem Pentanahan Netral Pengaman (Sistem PNP)
Sistem pentanahan yang dilakukan dengan cara menghubungkan semua BKT perlengkapan instalasi melalui penghantar proteksi ke titik sistem tenaga listrik yang ditanahkan sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi maka akan terjadi pemutusan suplai secara otomatis dengan bekerjanya gawai proteksi

Susunan pentanahan dapat digunakan tersambung atau terpisah untuk keperluan proteksi dan fungsional menurut persyaratan instalasi listrik. Persyaratan untuk keperluan proteksi harus selalu lebih diutamakan. Elektroda bumi pada instalasi harus dihubungkan pada terminal pembumian dengan menggunakan konduktor pembumian. Elektroda pentanahan ialah penghantar yang ditanam dalam bumi.

Macam-macam Alat Pentanahan

Ada empat macam alat pentanahan, yaitu:

- a. Batang pentanahan tunggal.
- b. Batang pentanahan ganda. Terdiri dari beberapa batang tunggal yang dihubungkan paralel.
- c. Anyaman pentanahan, merupakan anyaman tembaga.
- d. Pelat pentanahan, yaitu plat tembaga.

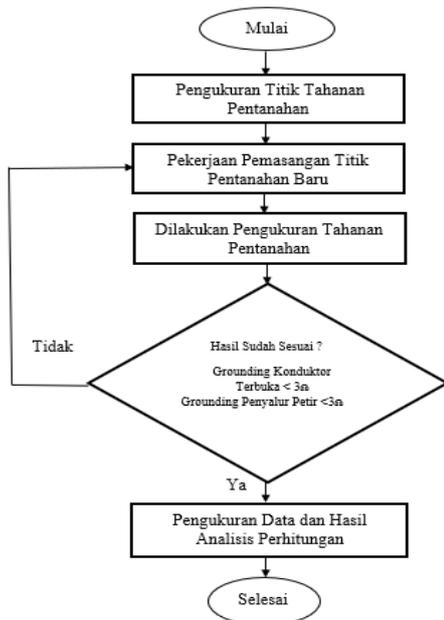
Tahanan Pentanahan

Unsur lain yang menjadi bagian dari tahanan pentanahan adalah tahanan dari tanah yang ada di sekitar alat pentanahan yang menghambat aliran muatan listrik (arus listrik) yang keluar dari alat pentanahan tersebut. Arus listrik yang keluar dari alat pentanahan ini menghadapi bagian-bagian tanah yang berbeda tahanan jenisnya. Untuk jenis tanah yang sama, tahanan jenisnya dipengaruhi oleh kedalamannya. Makin dalam letaknya, umumnya makin kecil tahanan jenisnya. Berikut adalah tabel tahanan jenis tanah dan tahanan pentanahanya.

Macam Tanah	Tahanan Jenis ($\Omega\cdot m$)	Tahanan Pentanahan (Ω)					
		Kedalaman Batang Pentanahan (m)			Panjang Pita Pentanahan (m)		
		3	6	10	5	10	20
Humus lembab	30	10	5	3	12	6	3
Tanah liat	100	33	17	10	40	20	10
Tanah liat berpasir	150	50	25	15	60	30	15
Pasir lembab	300	66	33	20	80	40	20
Pasir kering	1.000	330	165	100	400	200	100
Beton 1:5	400	-	-	-	160	80	40
Kerikil lembab	500	160	80	48	200	100	50
Kerikil kering	1.000	330	165	100	400	200	100
Tanah berbatu	30.000	1.000	500	300	1.200	600	300
Batu karang	10^7	-	-	-	-	-	-

III. METODE PENELITIAN

3.2 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian yang digunakan untuk menyusun tugas akhir ini dilakukan di lokasi tanki BBM PT. Akr Corporindo Tbk Ciwandan-Banten, terhitung dari tanggal 13 Mei 2019 sampai dengan 29 Mei 2019.

3.3.1 Obyek Penelitian

Pengukuran kondisi masing-masing titik tahanan pentanahan meliputi nilai tahanan pentanahan suatu industri di lokasi tanki BBM PT. Akr Corporindo Tbk Ciwandan-Banten meliputi:

Titik tahanan pentanahan untuk area bagian konduktor terbuka:

1. Tanki 1 = 1 titik.
2. Tanki 2 = 1 titik.
3. Tanki 3 = 1 titik.
4. Filling Station 1 = 1 titik.
5. Filling Station 2 = 1 titik.
6. Pompa Filling 1 = 1 titik.
7. Pompa Filling 2 = 1 titik.

Titik tahanan pentanahan untuk instalasi penyalur petir:

1. Penyalur petir = 1 titik.

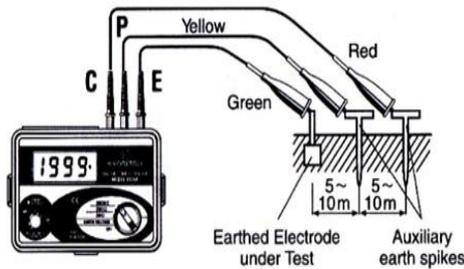
Dari data yang dikumpulkan oleh peneliti melalui wawancara dan observasi untuk kondisi jenis tanah masing masing area lokasi titik pentanahan dengan jumlah 8 titik pentanahan yaitu, Kondisi tanah berjenis humus lembab pada seluruh lokasi titik pentanahan bagian konduktor terbuka dan instalasi penyalur petir.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini digunakan dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya dapat lebih mudah. Instrumen yang digunakan adalah sebagai berikut:

No.	Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Digital Earth Tester	1 Buah
2.	Elektroda Bantu	2 Buah
3.	Kabel Penghubung 10 s/d 15 m	3 Buah
4.	Kunci-kunci	1 Set
5.	Copper Rod 15mm ² 4 m	18 Batang
6.	Copper Rod 15mm ² 2 m	8 Batang
7.	Sok Copper Rod 15 mm ²	10 Buah
8.	Kabel BC 50 mm ²	50 Meter
9.	Pipa Galvanis 6 m	6 Batang
10.	Pipa Clipsal 3 m	3 Meter
11.	Skhun Kabel	13 Buah
12.	Bor Beton	1 Set
13.	Konektor BC	10 Buah
14.	Tutup Bak Kontrol	8 Buah

3.6. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan



Gambar 4. Rangkaian pengukuran

1. Hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan di area titik pentanahan area bagian konduktor terbuka maksimal tahanan 3 Ω sesuai standar dari pihak Akr Project.

No.	Lokasi Pengukuran	Nilai Pengukuran	Kondisi	
1.	Tanki 1	5,92 Ω	Tidak Sesuai	R P
2.	Tanki 2	3,37 Ω	Tidak Sesuai	
3.	Tanki 3	3,82 Ω	Tidak Sesuai	
4.	Filling Station 1	3,64 Ω	Tidak Sesuai	
5.	Filling Station 2	3,60 Ω	Tidak Sesuai	
6.	Pompa Filling 1	4,67 Ω	Tidak Sesuai	
7.	Pompa Filling 2	3,44 Ω	Tidak Sesuai	

2. Hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan di area titik pentanahan bagian instalasi penyalur petir maksimal tahanan

3,03 Ω kondisi tidak sesuai referensi Akr Project <3 Ω.

3. Untuk hasil tahanan yang tidak sesuai pada hasil tabel diatas, maka peneliti menggabungkan hasil pengukuran pada tabel dibawah ini untuk memudahkan dalam melakukan perbaikan tahanan pentanahan pada sistem pentanahan.

Lokasi Pengukuran	Nilai Pengukuran	Kondisi	Keterangan
Tanki 1	5,92 Ω	Tidak Sesuai	Perbaiki
Tanki 2	3,37 Ω	Tidak Sesuai	Perbaiki
Tanki 3	3,82 Ω	Tidak Sesuai	Perbaiki
Filling Station 1	3,64 Ω	Tidak Sesuai	Perbaiki
Filling Station 2	3,60 Ω	Tidak Sesuai	Perbaiki
Pompa Filling 1	4,67 Ω	Tidak Sesuai	Perbaiki
Pompa Filling 2	3,44 Ω	Tidak Sesuai	Perbaiki
Penyalur Petir	3,03 Ω	Tidak Sesuai	Perbaiki

3.8 Metode Driven Ground Digunakan Untuk Perbaikan Tahanan Pentanahan

Hasil pengukuran tahanan pentanahan yang tidak sesuai standar akan menggunakan metode *driven ground*, yaitu menanamkan beberapa batang elektroda tegak lurus ke dalam tanah atau beberapa buah batang yang merupakan kelompok elektroda biasanya berdiameter 3/4 inci sampai dengan 2 inci dan panjangnya antara 3 meter sampai 15 meter. Pada penelitian ini *copper rod* yang digunakan berukuran 4 meter dan 2 meter per batangnya dengan diameter *copper rod* 15 mm². Mengacu pada tahanan jenis tanah dan tahanan pentanahannya dengan melakukan perhitungan secara teoritis menggunakan persamaan rumus *dwright*.

Tahap perbaikan pada titik pentanahan yang baru untuk hasil yang tidak sesuai dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Dilakukan penentuan titik dimana elektroda pentanahan akan ditanam. Dalam melakukan penanaman elektroda bisa diupayakan pada titik yang mudah untuk ditanam atau tidak terbentur dengan batu atau kerikil. jika masih membentur dengan batu atau kerikil yang keras, maka bisa dipindahkan ke titik sampingnya.
- b. Untuk memudahkan penanaman elektroda bisa dibantu dengan mempergunakan penyiraman air pada titik tersebut.
- c. Kemudian dilakukan pengukuran tahanan pentanahan dengan menggunakan *Digital Earth Resistance Tester 4015A*. dalam berbagai macam kedalaman pentanahan.
- d. Elektroda pentanahan pada penelitian ini menggunakan tembaga pejal (*copper rod*) dengan diameter 15 mm² sepanjang 4 meter. *copper rod* ini ditanam ke dalam tanah mulai kedalaman 2 meter dan ditambah 1 meter pengukuran.
- e. Jika pada penanaman elektroda pentanahan sampai habis (4 meter) masih belum didapatkan hasil pentanahan yang diizinkan (< 1 Ohm), maka dilakukan penyambungan elektroda pentanahan menggunakan *ground rod coupler*, agar batang *copper rod* dapat lebih panjang.
- f. Pemasangan kawat BC 50 mm sepanjang ± 6 meter pada batang *copper rod* yang telah tertanam di dalam tanah.
- g. Jika hasil sudah didapatkan dalam pengukuran, sistem

pentanahan disambungkan ke terminal.

- h. Tahap akhir pemasangan bak kontrol sistem pentanahan.
- i. Pengukuran ulang pada seluruh titik pentanahan baru yang telah terpasang.

3.8.1 Hasil Pengukuran Perbaikan Tahanan Pentanahan

Setelah dilakukan pengukuran maka didapatkan hasil pengukuran perbaikan tahanan pentanahan yang termaktub pada tabel dibawah ini.

No.	Lokasi Perbaikan	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (Ω - m)	Panjang Elektroda (m)	Nilai Tahanan (R)
1.	Tanki 1	Humus Lembab	30 Ω-m	7,20	2,38 Ω
2.	Tanki 2			5,70	2,78 Ω
3.	Tanki 3			6	2,70 Ω
4.	Filling Station 1			9,30	1,97 Ω
5.	Filling Station 2			10,40	1,79 Ω
6.	Pompa Filling 1			9,90	1,88 Ω
7.	Pompa Filling 2			10,40	1,79 Ω
8.	Penyalur Petir			23	0,95 Ω

Keterangan: Perhitungan hasil pengukuran perbaikan tahanan pentanahan pada tabel diatas akan dijelaskan pada bab analisa dan pembahasan.

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Telah dijelaskan pada landasan teori, Berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2011), Nilai tahanan pentanahan yang berada pada range 0 Ω – 5 Ω adalah nilai aman dari suatu instalasi pentanahan. Nilai tersebut berlaku untuk seluruh sistem dan instalasi yang terdapat sistem pentanahan di dalamnya.

Nilai tahanan pentanahan di lokasi tanki BBM PT. Akr Corporindo Tbk setelah dilakukan perbaikan menggunakan metode *driven ground* dengan analisa perhitungan persamaan rumus *dwright*, maka nilai tahanan pentanahan sudah memenuhi standar dari pihak Akr *Project* untuk nilai tahanan pentanahan bagian konduktor terbuka dan nilai tahanan proteksi instalasi penyalur petir nilai tahanan pentanahanya adalah sudah kurang dari 3 Ω.

4.2 Perhitungan Secara Teoritis Menggunakan Persamaan Rumus Dwight

Nilai tahanan pentanahan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan *dwright* sebagai berikut:

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

- dimana :
- R=Tahanan pasak ke tanah (Ohm).
- ρ=Tahanan tanah rata-rata (Ohm-m).
- L=Panjang pasak ke tanah (m).
- a=Jari-jari penampang pasak (cm).
- diketahui :

ρ = 30 (Ohm-m) dengan kondisi tanah berjenis humus lembab pada semua titik pentanahan di lokasi tanki BBM PT. Akr Corporindo Tbk.

a = Jari-jari penampang pasak yang digunakan sebesar 0,75 (cm).

Berikut analisa perhitungan secara teoritis perbaikan tahanan pentanahan di lokasi tanki BBM PT. Akr Corporindo Tbk menggunakan persamaan rumus *dwright*, dengan uraian sampel perhitungan dari beberapa titik pentanahan sebagai berikut:

1. Titik pentanahan pada bagian konduktor terbuka area tanki 3.

$$\begin{aligned} R &= \frac{30}{2 \times 3,14 \times 6} \left\{ \ln \frac{4 \times 6}{0,75} - 1 \right\} \\ &= \frac{30}{37,68} \left\{ \ln \frac{24}{0,75} - 1 \right\} \\ &= 0,79 \left\{ \ln 31 \right\} \\ &= 0,79 \quad (3,43) \\ &= 2,70 \Omega \end{aligned}$$

2. Titik pentanahan pada bagian konduktor terbuka area *filling station* 1.

$$\begin{aligned} R &= \frac{30}{2 \times 3,14 \times 9,30} \left\{ \ln \frac{4 \times 9,30}{0,75} - 1 \right\} \\ &= \frac{30}{58,40} \left\{ \ln \frac{37,2}{0,75} - 1 \right\} \\ &= 0,51 \left\{ \ln 48 \right\} \\ &= 0,51 \quad (3,87) \\ &= 1,97 \Omega \end{aligned}$$

3. Titik pentanahan bagian instalasi proteksi area penyalur petir.

$$\begin{aligned} R &= \frac{30}{2 \times 3,14 \times 23} \left\{ \ln \frac{4 \times 23}{0,75} - 1 \right\} \\ &= \frac{30}{144} \left\{ \ln \frac{92}{0,75} - 1 \right\} \\ &= 0,20 \left\{ \ln 121 \right\} \\ &= 0,20 \quad (4,79) \\ &= 0,95 \Omega \end{aligned}$$

Persamaan rumus *dwright* diatas menunjukkan, bahwa tahanan tanah merupakan faktor kunci yang menentukan tahanan elektroda dan pada kedalaman berapa elektroda tersebut harus ditanam di dalam tanah untuk memperoleh tahanan pentanahan yang rendah. Nilai tahanan tanah sangat bervariasi. Hal ini bergantung pada iklim, kandungan elektrolit dan jenis tanahnya.

4.3 Perbandingan Hasil Rata-rata Pengukuran Tahanan Pentanahan

Tabel 3.7 Perbandingan Hasil Rata-rata Tahanan Pentanahan

No.	Lokasi Pengukuran	Nilai Pengukuran Sebelum Perbaikan	Nilai Pengukuran Sesudah Perbaikan	Keterangan Sesudah Perbaikan
1.	Tanki 1	5,92 Ω	2,38 Ω	Sesuai Referensi Akr Project < 3 Ω
2.	Tanki 2	3,37 Ω	2,78 Ω	
3.	Tanki 3	3,82 Ω	2,70 Ω	
4.	Filling Station 1	3,64 Ω	1,97 Ω	
5.	Filling Station 2	3,60 Ω	1,79 Ω	
6.	Pompa Filling 1	4,67 Ω	1,88 Ω	
7.	Pompa Filling 2	3,44 Ω	1,79 Ω	
8.	Penyalur Petir	3,03 Ω	0,95 Ω	
Rata-rata Tahanan		3,93 Ω	2,03 Ω	

Perbandingan antara nilai tahanan pentanahan sebelum dan sesudah perbaikan tahanan pentanahan menggunakan metode *driven ground* dengan melakukan analisa persamaan menggunakan rumus *dwright* adalah sebagai berikut:

$$\frac{3,93 - 2,03}{3,93} \times 100 \% = 48,3 \%$$

V. KESIMPULAN

1. Setelah dilakukan perbaikan pada tahanan sistem pentanahan, maka di lokasi tanki BBM PT. Akr Corporindo Tbk tersebut seluruh nilai tahanan pentanahannya sudah sesuai dengan referensi Akr Project yaitu kurang dari 3 Ω. Dan masih termasuk dalam kategori aman karena standar PUIL tentang sistem tahanan pentanahan yaitu maksimal 5 Ω.
2. Hasil pengukuran nilai rata-rata tahanan pentanahan pada sistem pentanahan sebelum perbaikan sebesar 3.93 Ω dan sesudah dilakukan perbaikan menggunakan metode *driven ground* sebesar 2,02 Ω.
3. Dari perbandingan nilai rata-rata tahanan, maka diperoleh penurunan nilai tahanan pentanahan sebesar 48,3 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Badan Standarisasi Nasional. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000, 2011).
- [2]Asep D Hermawan. (2010). Optimalisasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Menggunakan Jenis Early Streamer. Tugas Akhir. Universitas Indonesia.
- [3]Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. :PER. 02/MEN/1989 Tentang Pengawasan Instalasi Penyalur Petir [diakses tanggal 13 Mei 2019].
- [4]Yohanes C Wibowo. (2011). Tahanan Grounding Rumah Tinggal di Kecamatan Gunung Pati Kota Semarang. Tugas Akhir. Unnes:Semarang.
- [5]Daryanto, Aris Sunawar. (2016). Teknik Pengerjaan Listrik. Jakarta: Penerbit Bumi Aksara.
- [6] Lukman Aditya. (2017). Analisa Kegagalan Sistem Grounding & Penangkal Petir Pada Apartemen Pancoran Riverside. Elektrokrisna. Vol.6 No.1
- [7] Triongko Priyono, Sulaeman. (2019). Analisa Resistansi Elektroda Pentanahan Pada Menara Transmisi 150 KV Pltgu Cilegon – Cilegon Baru. Elektrokrisna. Vol.7 No.2
- [8] Lukman Aditya. (2017). Analisa Sistem Pentanahan Pada Gedung Dirjen Pajak. Elektrokrisna. Vol.5 No.3 Juni
- [9] Ujang Wiharja. (2017). Perencanaan dan Analisa Sistem Pentanahan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas 100 MW di Gorontalo. Elektrokrisna. Vol.5 No.3 Juni
- [10] Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif

dan R&D. Bandung: Penerbit Alfabeta.

- [11] Yeremia L Wiyoto. (2017). Pengaruh Zat Aditif Bentonite Teraktivasi Fisika Dan Terkomposisi Tanah Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan. Tugas Akhir. Universitas Lampung.
- [12] Nurhabibah Naibaho. (2017). Analisa Sistem Pentanahan Elektrode Rod Dengan Biaya Energi Yang Ekonomis. Ikraith Teknologi. Vol.1 No.2 November.