

OPTIMALISASI *GROUNDING SYSTEM* PADA TANGKI TIMBUN 13 DI IT WAYAME AMBON

Bella Aurellia Muthia Kanza Sillia¹, Lory Marcus Parera², Arnold J. Kastanja³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon

¹bellaaurellia2001@gmail.com, ²lorymarc8@gmail.com, ³arnold@gmail.com

Abstract – A grounding system is a protection system that protects equipment and installations from the danger of lightning strikes and static electric currents which are then channeled into the ground. In the initial condition, the important thing that needs to be done is the introduction of the grounding system inspection data which summarizes the installation and grounding system in IT Wayame so that we can know about the installation and rounding system in IT Wayame for further analysis and evaluation that refers to the PUIL 2000 standard, then it necessary to optimize the system grounding. In the results o the measurement of rounding resistance at IT Wayame in 2023, there is 1 grounding point in storage tank 13 that has a measurement result value that exceeds NAV or does not meet PUIL 2000 standards. What is done in the optimization effort is by using a double straight and triple straight rod electrode configuration which will later be a comparison to be used by IT Wayame for optimization in the storage tank 13. In this study, the results of measurements using the double straight configuration obtained a result of 1.8 Ω while for the triple straight configuration obtained a result of 0.75 Ω . From the results of these measurements, the triple straight configuration has a decrease of 89,30% which is better than the double straight configuration which only has a decrease of 74,32%.

Keywords: *Grounding System, Electrode Configuration, Double Straight, Triple Straight.*

Abstrak – Grounding system merupakan sistem proteksi yang melindungi suatu peralatan dan instalasi dari bahaya sambaran petir maupun arus listrik statis yang kemudian disalurkan ke dalam tanah. Pada kondisi awal, hal penting yang perlu dilakukan yaitu pengenalan terhadap data inspeksi grounding system yang merangkum tentang instalasi dan sistem grounding pada IT Wayame agar kita dapat mengetahui tentang instalasi dan sistem grounding yang ada di IT Wayame untuk selanjutnya dilakukan analisis dan evaluasi yang mengacu pada standar PUIL 2000 apabila hasil nilai tahanan pada grounding sistem di IT Wayame tidak sesuai dengan standar PUIL 2000 maka perlu dilakukan optimalisasi pada sistem grounding tersebut. Pada hasil pengukuran tahanan pentanahan di IT Wayame tahun 2023 terdapat 1 titik pentanahan di tangki timbun 13 yang memiliki nilai hasil pengukuran melebihi NAB atau tidak memenuhi standar PUIL 2000. Hal yang dilakukan dalam upaya optimalisasi yaitu dengan menggunakan konfigurasi elektroda batang double straight dan triple straight yang nantinya akan menjadi perbandingan untuk digunakan oleh IT Wayame guna optimalisasi pada tangki timbun 13. Pada penelitian ini hasil dari pengukuran menggunakan konfigurasi double straight mendapatkan hasil 1,8 Ω sementara untuk konfigurasi triple straight mendapatkan hasil 0,75 Ω . Dari hasil pengukuran tersebut konfigurasi triple straight memiliki presentasi penurunan sebesar 89,30% ini lebih baik dari konfigurasi double straight yang hanya memiliki hasil penurunan sebesar 74,32%.

Kata kunci: Grounding System, Konfigurasi Elektroda, Double Straight, Triple Straight.

I. PENDAHULUAN

Gangguan listrik bisa terjadi dimana saja dan kapan saja, baik pada peralatan-peralatan listrik, instalasi listrik dan apapun yang bersifat konduktif atau dapat menghantarkan arus listrik. Salah satu contohnya yaitu gangguan pada tangki timbun BBM. Pada tangki timbun BBM gangguan yang bisa saja terjadi adalah sambaran petir dan listrik statis. Perlindungan diperlukan untuk mengamankan peralatan dari gangguan sambaran petir dan listrik statis yang sewaktu-waktu dapat terjadi. Peralatan yang dipasang untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu adalah grounding system[1].

Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi atau tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan atau arus abnormal[2]. Industri

Minyak dan Gas Bumi adalah industry dengan tingkat kecelakaan tinggi. Sistem safety pada industry ini harus selalu dioptimalkan demi mencegah terjadinya kecelakaan. Tingginya kecelakaan dalam industry minyak dan gas di Indonesia terjadi karena sambaran petir, penyalur petir sebagai penghantar muatan negatif dari petir ke tanah harus optimal agar terhindar dari potensi tersambar petir [3]. Salah satu industry minyak dan gas yaitu IT Wayame yang terletak di Ambon, Maluku yang berfungsi sebagai loading dan discharge BBM/BBK dan LPG. Untuk menampung BBM/BBK dan LPG IT Wayame menyediakan 22 tangki timbun diantaranya 19 tangki timbun BBM/BBK, 1 tangki air dan 2 tangki LPG. Perlindungan diperlukan untuk mengamankan peralatan dari gangguan sambaran petir atau listrik statis. Grounding sistem yang dipasang harus sesuai dengan standar yang ada. Sedangkan di IT Wayame terdapat 1 titik pentanahan pada tangki timbun 13 yang memiliki nilai pengukuran melebihi NAB atau standar PUIL 2000. Oleh karena itu optimalisasi sangat diperlukan agar grounding yang terpasang dapat bekerja dengan baik dalam melindungi peralatan dari bahaya sambaran petir maupun listrik statis yang dapat membahayakan para pekerja di Perusahaan. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini membahas tentang optimalisasi grounding system pada tangki timbun 13 di IT Wayame.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tangki Timbun BBM

Menurut Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia tentang pengawasan instalasi penyalur petir pasal 9 ayat b menyatakan bahwa bangunan dimana disimpan, diolah atau digunakan bahan-bahan yang mudah meledak atau terbakar seperti pabrik-pabrik amunisi, Gudang penyimpanan bahan peledak perlu dipasang instalasi penyalur petir[4].

2.1.2 Listrik Statis

Pada saat pengisian tangki dengan pemompaan, maka aliran minyak dalam pipa/tangki akan menimbulkan listrik statis akibat pemompaan tersebut akan terbawa dan terkumpul dipermukaan minyak. Bagi minyak yang konduktivitas listriknya kecil untuk membebaskan muatan ini, perlu waktu yang lama bahkan kadang “meloncat” dari dinding atau atap ke permukaan. Loncatan listrik ini cukup berbahaya. Agar resiko listrik statis dapat dikurangi, maka dilakukan usaha seperti mengurangi kecepatan aliran. Karena dampak besar pada konstanta dielektrik, kecepatan yang direkomendasikan untuk cairan hidrokarbon yang mengandung air harus dibatasi sampai 1 m/s. Waktu relaksasi statis, mencegah percikan dengan cara pengisian tangki dibagian dinding paling bawah, Mengurangi kandungan air, memberikan kesempatan pembebasan muatan sebelum operator bekerja diatas tangki [5].

2.1.3 Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan adalah system hubungan penghantar yang menghubungkan system, badan peralatan dan instalasi dengan bumi atau tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan atau arus abnormal. Nilai tahanan pentanahan yang baik adalah yang kecil nilai tahanannya agar dapat menghindari bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh adanya arus gangguan tanah. Menurut standar PUIL tahanan pentanahan dalam suatu sistem tidak boleh melebihi 5 Ω . Nilai tahanan pentanahan diharapkan bisa sekecil mungkin namun dalam prakteknya tidaklah mudah untuk mendapatkannya karena banyak faktor yang mempengaruhi tahanan pentanahan. Salah satu faktor yang mempengaruhi besar tahanan pentanahan adalah elektroda.

Pada dasarnya ada 3 jenis elektroda yang digunakan pada sistem pentanahan yaitu i) Elektroda Batang, ii) Elektroda Pelat dan iii) Elektroda Pita[6]. Elektroda batang ialah elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda batang paling banyak digunakan karena secara teknis pemasangannya sangat mudah yaitu tinggal memancangkannya ke dalam tanah. Disamping itu, elektroda ini tidak memerlukan lahan yang luas.

Elektroda batang ini mampu menyalurkan arus discharge petir maupun untuk pemakaian pentanahan yang lain. Adapun rumus untuk mencari resistansi dari batang elektroda yaitu :

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

Dimana :

R = Tahanan pentanahan (Ohm)

ρ = Resistivitas tanah (Ohm meter)

L = Panjang elektroda (meter)

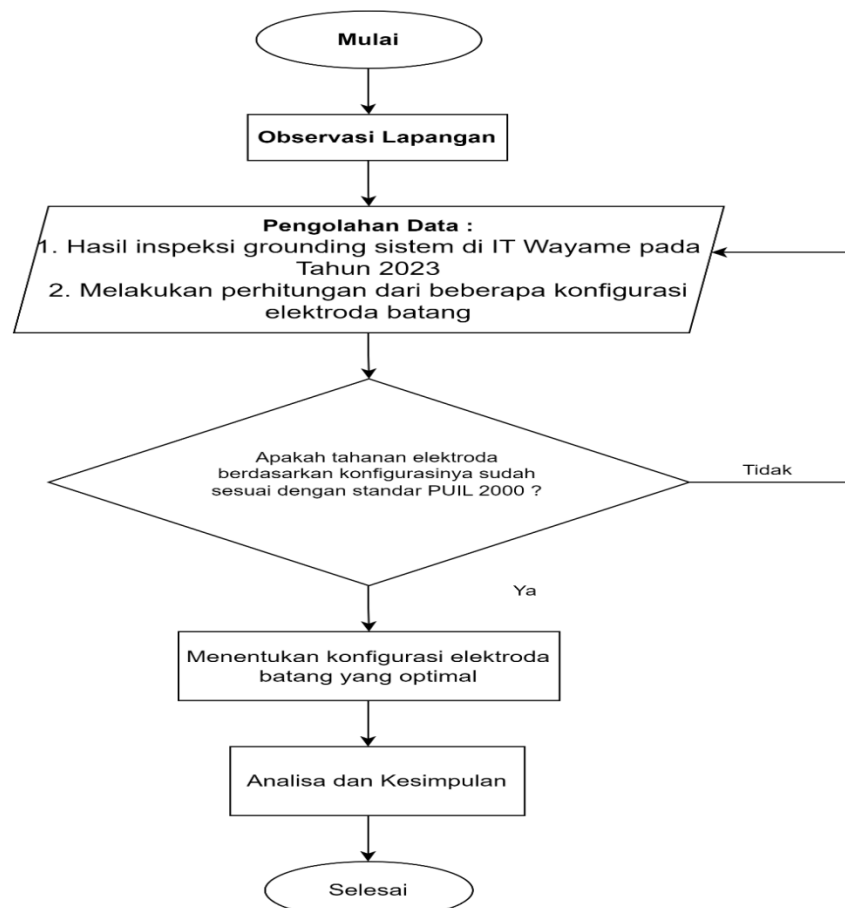
d = Diameter elektroda (meter)

$\ln$ = Logaritma natural

III. METODE

Penelitian ini bertempat pada PT. Pertamina Patra Niaga IT Wayame, yang dilakukan selama 1 Bulan. Jenis Data yang diperlukan dalam Penelitian ini i) Data pengukuran grounding system pada tahun 2023 ii) Data kondisi eksisting grounding system di IT Wayame. Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi langsung di lapangan serta melakukan optimalisasi nilai tahanan grounding dengan menambahkan batang elektroda serta melakukan pengukuran menggunakan metode konfigurasi elektroda batang double straight dan triple straight pada titik pentanahan yang memiliki nilai melebihi NAB di tangki timbun 13.

Analisis data penelitian dimulai dengan, i) Analisa hasil perhitungan konfigurasi elektroda ii) Menentukan konfigurasi elektroda batang yang paling optimal iii) Kesimpulan



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

PT. Pertamina (PERSERO) IT Wayae Ambon merupakan anak perusahaan dari PT. Pertamina (PERSERO) yang berfungsi sebagai sarana dan fasilitas penerimaan, penimbunan serta penyaluran BBM/BBK dan LPG berupa Peralite, Pertamina, Solar, Bio solar, Fame, Avtur, MFO dan LPG untuk melayani kebutuhan penggunaan bahan bakar di daerah Maluku, Maluku Utara dan Papua. IT Wayame dilengkapi dengan 4 dermaga yang berfungsi untuk melayani proses leading dan discharge. IT Wayame juga dilengkapi dengan pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mentransfer BBM/BBK dari kapal menuju tangki timbun atau sebaliknya melalui sistem perpipaan. Untuk menampung BBM/BBK dan LPG IT Wayame menyediakan 22 tangki timbun diantaranya 19 tangki timbun BBM/BBK, 1 tangki air dan 2 tangki LPG. Tangki timbun merupakan peralatan mekanik yang berfungsi untuk menampung atau menimbun fluida cair maupun gas sebelum didistribusikan.

4.1.2 Objek Penelitian

Tangki timbun 13 di IT Wayame adalah salah satu fasilitas penyimpanan (storage tank) yang dimiliki oleh Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Wayame yang terletak di Ambon, Maluku. Tangki ini digunakan untuk menyimpan berbagai jenis bahan bakar minyak (BBM) yang didistribusikan oleh Pertamina seperti Premium, Solar, Avtur atau jenis BBM lainnya

4.1.3 Pengumpulan Data

Berikut ini merupakan data spesifikasi elektroda dan alat ukur yang digunakan oleh IT Wayame

Tabel 1
Spesifikasi Elektroda

Komponen	Keterangan	Spesifikasi
Elektroda	Jenis	Batang(Rod)
	Bahan Elektroda	Tembaga
	Jumlah	3BatangElektroda
	Panjang	2 meter
	Diameter	15mm

(Sumber: IT Wayame, 2024)

Tabel 2
Spesifikasi Alat Ukur (EarthTester)

AlatUkur	Keterangan	Spesifikasi
Earth Tester	Merk	KyoritsuTipe4105A
	Standar yang berlaku	IEC60529
	Rentang pengukuran	ResistivitasTanah:0-20 Ω /0-200 Ω /0- 2000 Ω TeganganTanah:50dan60Hz(0-200 VAC)

	Akurasi	Resistansi Tanah: $\pm 2\% \text{rdg} \pm 0.1 \Omega$ (rentang 20Ω) $\pm 2\% \text{rdg}$
--	---------	--

(Sumber: IT Wayame, 2024)

4.2 Pembahasan Hasil

Menghitung Resistansi dan Resistivitas Batang Elektroda Rumus Resistansi :

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

Diketahui :

Panjang elektroda $L = 2$ meter

Diameter maksimal $d = 15 \text{ mm} = 0,015$ meter

Resistivitas tanah $\rho = 20 \Omega \cdot \text{m}$

Hitung $\frac{4L}{d}$:

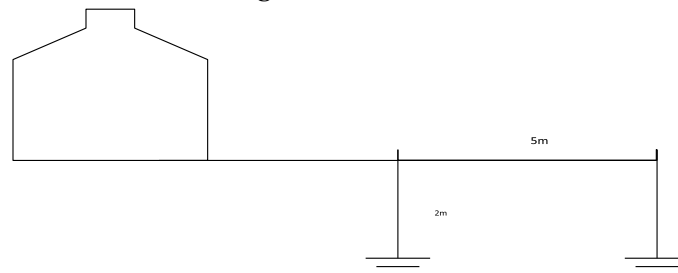
$$\frac{4 \times 2}{0.015} = \frac{8}{0.015} = 533,33$$

Hitung logaritma natural (ln) : $\ln(533,33) = 6,28$

$$R = \frac{20}{2 \times 3,1416 \times 2} \times (6,28 - 1) = \frac{20}{12,566} \times 5,28 = 1,5915 \times 5,28 = 8,4 \Omega$$

Jadi, nilai tahanan grounding R elektroda batang tunggal adalah sekitar $8,4 \Omega$, untuk mendapatkan hasil pengukuran di bawah 5Ω maka perlu penambahan batang elektroda dengan menggunakan konfigurasi elektroda seperti konfigurasi *double straight* dan *triple straight*.

4.2.2 Konfigurasi Elektroda *Double Straight*



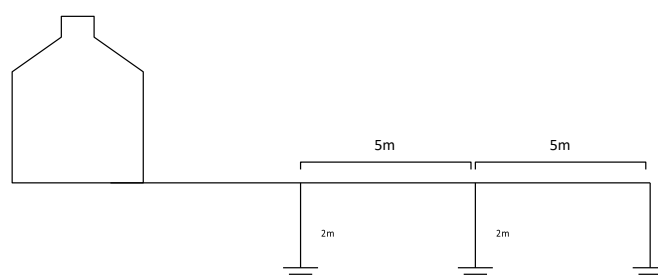
Gambar 1.

Konfigurasi *Double Straight*

(Sumber: Bella, 2024)

Konfigurasi elektroda batang double straight adalah suatu konfigurasi yang menggunakan dua batang elektroda yang dipasang secara parallel dan lurus. Kedua batan biasanya ditanam dengan jarak tertentu satu sama lain. Tujuan dari konfigurasi ini adalah untuk mengurangi resistansi pentanahan sehingga memastikan aliran arus gangguan dapat disalurkan dengan efisien ke tanah. Konfigurasi ini cocok untuk aplikasi yang memerlukan tingkat keamanan tinggi namun dalam situasi dimana ruang atau lahan terbatas.

4.2.3 Konfigurasi Elektroda *Triple Straight*



Gambar 2.

Konfigurasi *Triple Straight*

(Sumber: Bella, 2024)

Konfigurasi elektroda batang triple straight adalah konfigurasi yang menggunakan tiga batang elektroda yang diatur sejajar dalam garis lurus. Sama seperti konfigurasi double straight, ketiga batang elektroda dipasang dengan jarak yang telah ditentukan untuk menceah interfensi antara distribusi arus tanah dari masing-masing batang. Dengan menambahkan satu batang elektroda lagi konfigurasi ini menawarkan peningkatan signifikan dalam kapasitas pelepasan arus, membuatnya lebih efektif untuk mengurangi resistansi pentanahan. Konfigurasi ini umumnya digunakan dalam sistem besar yang membutuhkan perlindungan lebih baik terhadap gangguan petir atau lonjakan tegangan.

4.3 Implementasi

Berdasarkan hasil penelitian terkait optimalisasi grounding system pada tangki timbun 13 yaitu presentasi penurunan resistansi pentanahan dari konfigurasi triple straight mendapatkan hasil 0.75Ω , hal ini menunjukkan hasil yang lebih baik daripada konfigurasi double straight dengan hasil pengukuran 1.8Ω . Dari perbandingan kedua metode pengukuran ini sama-sama menghasilkan nilai resistansi yang baik. Konfigurasi triple straight umumnya lebih efektif untuk aplikasi yang membutuhkan keamanan tinggi dan kapasitas penyaluran arus yang lebih besar. Sedangkan double straight cukup untuk aplikasi yang lebih sederhana. Dengan demikian konfigurasi triple straight yang lebih efektif untuk diterapkan di IT Wayame guna optimalisasi pada tangki timbun 13. Sehingga dapat direkomendasikan untuk digunakan pada system pentanahan pada tangki timbun 13.

V. PENUTUP

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kondisi eksisting pada tangki timbun 13 di IT Wayame memiliki nilai tahanan pentanahan sebesar $7,01 \Omega$ yang mana nilai tersebut tidak memenuhi standar PUIL 2000 sehingga perlu dilakukan optimalisasi. Setelah dilakukannya optimalisasi pada tangki timbun tersebut hasil yang didapatkan dari data konfigurasi double straight yaitu sebesar $1,8 \Omega$ dan triple straight sebesar $0,75 \Omega$ yang mana sudah memenuhi standar PUIL 2000. Dan pada konfigurasi double straight terjadi penurunan sebesar 74,32% dan pada konfigurasi triple straight terjadi penurunan sebesar 89,30%, hanya terjadi sedikit perbedaan antara dua konfigurasi tersebut akan tetapi jauh lebih baik konfigurasi triple straight karena semakin banyak elektroda yang ditanamkan ke dalam tanah akan semakin menghasilkan nilai tahanan yang baik pada suatu groundin system.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ametembun, J. A. (2022). *Perencanaan Sistem Penyalur Petir Eksternal Di Area Tangki Timbun Integrated Terminal X*, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Dan Mineral, 2(1), 607-612. <https://doi.org/10.53026/sntem.v2i1.885>
- [2] Avianti, F. (2012). *Pengujian Dan Analisa Tahanan Elektroda Pentanahan Dengan Metode 3 Kutub Pada GTT Bengkel Listrik, Politeknik Negeri Malang*.
- [3] Hajar Saputro, N. (2016). *Analisa Perbaikan Pentanahan Kaki Menara Transmisi 150 Kv Rembang-Blora Bertahanan Tinggi dan Usaha Menurunkannya*. https://eprints.ums.ac.id/id/eprint/44259%0Ahttps://eprints.ums.ac.id/44259/1/ANALISA_PERBAIKAN_PENTANAHAN_KAKI_MENARA_TRANSMISI_150_KV_REMBANG-BLORA_BERTAHANAN_TINGGI_DAN_USAHA_MENURUNKANNYA.pdf
- [4] Jurusan, M., Elektro, T., Tadulako, U., Jurusan, D., & Elektro, T. (2014). *PERBANDINGAN NILAITAHANANPENTANAHANPADAAAREAREKLAMASIPANTAI(CITRALAND)*



[5] Pentanahan adalah Sistem hubungan penghantar yang mengamankan manusia discharge penyebab umum dari adanya sentakan sejalan berkembangnya jaman dan digunakan untuk pemban. 1(1), 29-39.

[6] Priyono, T., & Pramodita, A. (2020). *Studi Analisa Pentanahan Tanki BBM PT. Akr Corporindo Tbk Ciwandan-Banten*. Jurnal Ilmiah Elektrokrisna, 8(1), 34-42.

[7] Widiarto, E., Adiwismono, A., Triyani, E., Tebe Nursaputro, S., Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang, Soedarto, J. H., & Tembalang Semarang, S. (2023). *Perbaikan Nilai Impedansi Pembedaan Metode Driven Ground Pada Tower Tegangan Tinggi Dengan Penambahan Batang Elektroda (Braching) Dan Copeat*. 19(2), 176-186.