

ANALISIS SISTEM PEMBUMIAN INSTALASI PEMANFAATAN TENAGA LISTRIK TEGANGAN MENENGAH (IPTL-TM) PT. TOP AND TOP APPAREL BERDASARKAN PENGUJIAN TAHANAN PEMBUMIAN

Rizqi Muhammad Nur Muslikhan¹, Aseef Kurnia Rahmawan¹, Muhammad Amiruddin¹

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang¹
Gedung Pusat Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang*

E-mail : 22660009@upgris.ac.id

Abstrak

Sistem pembumian (grounding) merupakan komponen penting dalam Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik Tegangan Menengah (IPTL-TM) yang berfungsi untuk melindungi peralatan serta menjamin keselamatan bagi pekerja dari bahaya tegangan sentuh dan tegangan langkah akibat gangguan listrik. Sistem pembumian yang tidak memenuhi persyaratan teknis dapat mengurangi keandalan instalasi serta meningkatkan risiko gangguan dan kecelakaan listrik. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan inspeksi serta pengujian sebagai upaya evaluasi terhadap kondisi sistem pembumian. Artikel ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi sistem pembumian pada IPTL-TM berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian lapangan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus, dimana data diperoleh melalui pengukuran langsung nilai tahanan pembumian pada beberapa titik pengujian, meliputi netral-ground (N-G), kompartemen-ground, dan body peralatan-ground. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai tahanan pembumian pada titik-titik tersebut berada dalam batas yang dipersyaratkan sesuai dengan standar ketenagalistrikan yang berlaku. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pembumian pada IPTL-TM berada dalam kondisi laik dan mampu mendukung keselamatan serta keandalan operasi instalasi. Evaluasi hasil pengujian mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL), Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN), serta standar ketenagalistrikan lain yang berlaku di Indonesia. Dengan demikian, inspeksi dan pengujian sistem pembumian menjadi langkah penting dalam memastikan terpenuhinya aspek keselamatan dan keandalan instalasi tenaga listrik tegangan menengah.

Kata Kunci: Pembumian, IPTL-TM, Tegangan Menengah, Keselamatan Ketenagalistrikan

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan fundamental dalam menunjang operasional industri modern. Keandalan sistem kelistrikan memiliki peranan penting dalam menjaga kontinuitas proses produksi, khususnya pada sektor manufaktur yang sangat bergantung pada pasokan listrik yang stabil dan berkelanjutan(Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia., 2023). Dalam sistem distribusi tenaga listrik, terutama pada Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik Tegangan Menengah (IPTL-TM), aspek keselamatan ketenagalistrikan menjadi faktor krusial untuk mencegah gangguan operasional, kerusakan peralatan, serta potensi kecelakaan listrik.

Salah satu komponen proteksi utama dalam sistem tenaga listrik adalah sistem pembumian (*grounding system*). Sistem pembumian berfungsi untuk menyediakan jalur impedansi rendah bagi arus

gangguan menuju tanah, sehingga dapat membatasi kenaikan tegangan sentuh (*touch voltage*) dan tegangan langkah (*step voltage*) yang berbahaya bagi manusia(Dawalibi & Donoso, 2001). Kegagalan sistem pembumian berpotensi meningkatkan risiko sengatan listrik serta menurunkan tingkat keandalan peralatan, khususnya pada instalasi tegangan menengah yang memiliki tingkat risiko operasional lebih tinggi.

Mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020 atau SNI 0225:2020, setiap instalasi tenaga listrik wajib memiliki sistem pembumian dengan nilai tahanan yang memenuhi kriteria keselamatan sebagai syarat kelayakan operasi(Monika et al., 2023). Oleh karena itu, kegiatan inspeksi dan pengujian sistem pembumian secara berkala diperlukan untuk memastikan bahwa kinerja sistem tetap sesuai dengan ketentuan standar dan regulasi yang berlaku.

Artikel ini menyajikan hasil evaluasi teknis sistem pembumian pada Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik Tegangan Menengah (IPTL-TM) di PT. Top And Top Apparel, Wonogiri. Evaluasi dilakukan berdasarkan data pengukuran tahanan pembumian pada beberapa titik pengujian, meliputi pembumian netral–tanah (*neutral-ground*), bodi peralatan–tanah, dan kompartemen–tanah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi aktual sistem pembumian serta tingkat kesesuaianya terhadap standar keselamatan ketenagalistrikan yang berlaku di Indonesia.

II. METODOLOGI PENELITIAN

3. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus. Metode deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual sistem pembumian berdasarkan data numerik hasil pengukuran lapangan, yang selanjutnya dianalisis dan dibandingkan dengan standar teknis ketenagalistrikan yang berlaku. Pendekatan studi kasus dipilih karena penelitian difokuskan pada satu objek tertentu, sehingga memungkinkan dilakukan evaluasi teknis secara komprehensif dan mendalam terhadap sistem pembumian Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik Tegangan Menengah (IPTL-TM) yang diteliti.

Tahapan penelitian meliputi studi literatur terkait sistem pembumian dan metode pengukuran tahanan pembumian, pengambilan data lapangan melalui pengujian langsung, pengolahan data hasil pengukuran, serta analisis kesesuaian nilai tahanan pembumian terhadap standar keselamatan ketenagalistrikan yang berlaku.

4. Objek dan Parameter

Objek penelitian adalah sistem pembumian pada Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik Tegangan Menengah (IPTL-TM) milik PT. Top And Top Apparel yang berlokasi di Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. Sistem pembumian yang dievaluasi meliputi pembumian titik netral sistem, pembumian bodi peralatan listrik, serta pembumian kompartemen atau panel distribusi tegangan menengah.

Parameter utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai tahanan pembumian (*grounding resistance*) yang dinyatakan dalam satuan ohm (Ω). Nilai tahanan pembumian merupakan indikator utama kualitas sistem pembumian dalam mengalirkan arus gangguan ke tanah secara aman dan efektif(Ramli et al., 2021). Nilai tahanan pembumian yang rendah berperan penting dalam menurunkan potensi terjadinya tegangan sentuh dan tegangan langkah yang dapat membahayakan keselamatan manusia.

Evaluasi hasil pengukuran dilakukan dengan mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020 atau SNI 0225:2020(Badan Standardisasi Nasional, 2020).

Berdasarkan standar tersebut, nilai tahanan pembumian total untuk instalasi tenaga listrik tegangan menengah harus memenuhi ketentuan sebagai berikut(Monika et al., 2023):

$$R_g \leq 5\Omega \quad (1)$$

Dimana R_g = Nilai tahanan pembumian (Ω)

5. Persamaan Matematika

Pengukuran tahanan pembumian dilakukan menggunakan Earth Resistance Tester dengan metode tiga titik (Three-Point Method) atau metode jatuh tegangan (Fall-of-Potential Method). Metode ini direkomendasikan dalam berbagai standar teknis dan penelitian terdahulu karena mampu memberikan hasil pengukuran yang representatif terhadap nilai tahanan sistem pembumian secara keseluruhan(IEEE Standards Association, 2012).

Prinsip kerja metode ini dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik (I) melalui elektroda arus dan mengukur beda potensial (V) yang timbul pada elektroda potensial. Nilai tahanan pembumian (R) dihitung berdasarkan Hukum Ohm, yang dinyatakan dengan persamaan:

$$R = \frac{V}{I} \quad (2)$$

Dimana: R = Tahanan Pembumian (Ω) V = Tegangan yang terukur (Volt) I = Arus yang diinjeksikan (Ampere)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Pembumian Netral-Ground

Pengujian tahanan pembumian netral–ground bertujuan untuk memastikan bahwa titik netral sistem memiliki hubungan yang baik dengan tanah sehingga dapat menjaga kestabilan sistem dan kinerja proteksi. Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, diperoleh nilai tahanan pembumian netral–ground sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 5. Hasil Ukur Tahanan Pembumian Netral-Ground

Tabel 1. Hasil Ukur Tahanan Pembumian Netral-Ground

No	Titik Pengukuran	Nilai Tahanan (Ω)	Batas Standar (Ω)	Keterangan
----	------------------	----------------------------	----------------------------	------------

1	Netral-Ground	1,14	$\leq 5 \Omega$	Sesuai Standar
---	---------------	------	-----------------	----------------

Hasil pengukuran tahanan pembumian netral-ground secara langsung di lapangan menggunakan earth resistance tester menunjukkan nilai sebesar $1,14 \Omega$, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Nilai ini berada jauh di bawah batas maksimum yang diperlukan oleh PUIL 2020, yaitu sebesar 5Ω .

2. Hasil Pengujian Pembumian

Pengujian pembumian body peralatan dilakukan untuk memastikan bahwa bagian logam peralatan listrik tidak berpotensi menimbulkan tegangan sentuh berbahaya saat terjadi gangguan. Hasil pengukuran tahanan pembumian body peralatan-ground disajikan pada Gambar 2 dan Tabel 2.



Gambar 2. Hasil Ukur Tahanan Pembumian Body peralatan-Ground

Tabel 2. Hasil Ukur Tahanan Pembumian Body peralatan-Ground

No	Titik Pengukuran	Nilai Tahanan (Ω)	Batas Standar (Ω)	Keterangan
1	Body Peralatan-Ground	1,15	$\leq 5 \Omega$	Sesuai Standar

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai tahanan pembumian bodi peralatan masih berada dalam batas yang diizinkan. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem pembumian mampu meminimalkan risiko sengatan listrik pada personel yang berinteraksi dengan peralatan listrik. Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa pembumian bodi peralatan yang baik berperan signifikan dalam meningkatkan keselamatan kerja pada instalasi listrik industri (Ramli et al., 2021).

3. Hasil Pengujian Pembumian Kompartemen-Ground

Pengujian pembumian kompartemen-ground dilakukan pada panel atau kompartemen distribusi tegangan menengah untuk memastikan kontinuitas pembumian pada seluruh bagian sistem. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 3 dan Tabel 3.



Gambar 3. Hasil Ukur Tahanan Pembumian Kompartemen TM-Ground



Gambar 4. Hasil Ukur Tahanan Pembumian Kompartemen TR-Ground



Gambar 5. Hasil Ukur Tahanan Pembumian Bangunan Gardu-Ground

Tabel 3. Hasil Ukur Tahanan Pembumian Kompartemen-Ground

No	Titik Pengukuran	Nilai Tahanan (Ω)	Batas Standar (Ω)	Keterangan
1	Kompartemen TM-Ground	1,13	$\leq 5 \Omega$	Sesuai Standar
2	Kompartemen TR-Ground	0,13	$\leq 5 \Omega$	Sesuai Standar
3	Bangunan Gardu-Ground	0,24	$\leq 5 \Omega$	Sesuai Standar

Nilai tahanan pembumian kompartemen-ground yang memenuhi standar menunjukkan bahwa sistem pembumian panel distribusi dalam kondisi baik. Pembumian yang kontinu pada kompartemen panel sangat penting untuk menjaga keandalan sistem distribusi serta mencegah terjadinya kegagalan isolasi akibat gangguan listrik. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang menekankan pentingnya kontinuitas sistem pembumian pada panel distribusi tegangan menengah.

Secara keseluruhan, hasil pengujian sistem pembumian pada IPTL-TM PT. Top And Top Apparel menunjukkan bahwa seluruh nilai tahanan pembumian berada dalam batas yang dipersyaratkan oleh standar yang berlaku. Metode pengukuran yang digunakan juga telah tervalidasi secara ilmiah dan banyak digunakan dalam penelitian serupa(IEEE Standards Association, 2012), sehingga hasil pengujian dapat dinyatakan akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis sistem pembumian pada Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik Tegangan Menengah (IPTL-TM) PT. Top And Top Apparel, dapat disimpulkan bahwa seluruh nilai tahanan pembumian yang diuji, meliputi pembumian netral-ground, body peralatan-ground, dan kompartemen-ground, berada di bawah batas maksimum yang dipersyaratkan oleh Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020 atau SNI 0225:2020, yaitu $\leq 5 \Omega$. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem pembumian telah memenuhi kriteria keselamatan ketenagalistrikan dan dapat dinyatakan laik operasi.

Penerapan metode pengukuran tiga titik (*three-point method*) menggunakan *Earth Resistance Tester* terbukti mampu memberikan hasil pengukuran yang representatif dan andal dalam mengevaluasi kinerja sistem pembumian pada instalasi tegangan menengah. Metode ini efektif dalam menggambarkan kondisi aktual sistem pembumian di lapangan dan sesuai untuk digunakan dalam kegiatan inspeksi serta pengujian berkala.

Secara keseluruhan, kondisi sistem pembumian pada IPTL-TM PT. Top And Top Apparel berada dalam kondisi baik dan mampu mendukung keandalan sistem distribusi tenaga listrik serta meminimalkan risiko keselamatan akibat gangguan listrik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis dalam pelaksanaan evaluasi dan pemeliharaan sistem pembumian pada instalasi tenaga listrik tegangan menengah di lingkungan industri.

V. REFERENSI

- [1] Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2020)*: Vol. SNI 0225:2020. BSN.
- [2] Dawalibi, F. P., & Donoso, F. (2001). Analysis of grounding systems including soil resistivity variations. *IEEE Transactions on Industry Applications*. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 1146–1152.
- [3] IEEE Standards Association. (2012). IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System. In *IEEE Std 81-2012*. IEEE Press.
- [4] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2023). *Statistik ketenagalistrikan Indonesia*. Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, Kementerian ESDM.
- [5] Monika, D., Aji, A. D., Saputra, A., & Evvalio, N. (2023). Perbaikan sistem pembumian pada body transformator daya kapasitas 150 kVA gardu pasang luar. *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 6–11.
- [6] Ramlili, M., Hidayat, T., & Suyanto. (2021). Analisis nilai tahanan pembumian pada instalasi tenaga listrik industri. *Jurnal Teknik Elektro*, 8592.