

PENGARUH GROUNDING TERHADAP KEAMANAN INSTALASI LISTRIK

Nalendri Nabiwa¹, Faliza Martina Ambadar², Rustamaji³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung

nalendri.nabiwa@mhs.itenas.ac.id¹, faliza.martina@mhs.itenas.ac.id², rustamajisaja@gmail.com³

ABSTRACT; *Safety and reliability are important aspects of electrical power system installations because they help protect individuals and equipment from potential hazards such as electrical leakage and lightning strikes. Grounding is the process of connecting an electrical system to the ground through electrodes to provide a safe path for excess electrical current. The ideal grounding resistance value is $\leq 1 \Omega$ for power systems, and $\leq 5 \Omega$ for electrical and lighting installations. This value is influenced by factors such as soil type, humidity, mineral content, and the depth and cross-sectional area of the grounding electrode. This study compares electrical installations with and without grounding. The results show that installations with grounding have many advantages, including providing better safety for users, protecting equipment from voltage surges, reducing the risk of fire, and complying with safety standards such as PUIL. Conversely, installations without grounding increase the risk of accidents, equipment damage, and costs due to greater losses. A case study from Pasiraman Village, Banyumas, illustrates damage to electronic equipment due to lightning strikes on cellular towers, showing the importance of grounding in preventing major damage. In addition, grounding also helps stabilize voltage and ensure optimal performance of electrical equipment. Thus, the grounding system not only protects the electrical installation but also provides long-term protection for human and asset safety.*

Keywords: *Grounding, Electrical Installation Safety, Ground Resistance, Current Leakage, Electrical Equipment Protection, PUIL, Fire Risk.*

ABSTRAK; Keamanan dan kehandalan merupakan aspek penting dalam instalasi sistem tenaga listrik karena membantu melindungi individu dan peralatan dari potensi bahaya seperti kebocoran arus listrik dan sambaran petir. Grounding atau pentanahan, adalah proses menghubungkan sistem listrik ke tanah melalui elektroda untuk memberikan jalur aman bagi arus listrik berlebih. Nilai resistansi pentanahan yang ideal adalah $\leq 1 \Omega$ untuk sistem tenaga, dan $\leq 5 \Omega$ untuk instalasi listrik dan penerangan. Nilai ini dipengaruhi oleh faktor seperti jenis tanah, kelembapan, kadar mineral, serta kedalaman dan luas penampang elektroda pentanahan. Penelitian ini

membandingkan instalasi listrik dengan dan tanpa grounding. Hasilnya menunjukkan bahwa instalasi dengan grounding memiliki banyak keuntungan, termasuk memberikan keamanan lebih baik bagi pengguna, melindungi peralatan dari lonjakan tegangan, mengurangi risiko kebakaran, dan mematuhi standar keselamatan seperti PUIL. Sebaliknya, instalasi tanpa grounding meningkatkan risiko kecelakaan, kerusakan peralatan, dan biaya akibat kerugian yang lebih besar. Studi kasus dari Desa Pasiraman, Banyumas, mengilustrasikan kerusakan peralatan elektronik akibat sambaran petir pada tower seluler, menunjukkan pentingnya grounding dalam mencegah kerusakan besar. Selain itu, grounding juga membantu menstabilkan tegangan dan memastikan kinerja optimal dari peralatan listrik. Dengan demikian, sistem grounding tidak hanya melindungi instalasi listrik tetapi juga memberikan perlindungan jangka panjang terhadap keselamatan manusia dan aset.

Kata Kunci: Grounding, Keamanan Instalasi Listrik, Resistansi Tanah, Kebocoran Arus, Perlindungan Peralatan Listrik, PUIL, Risiko Kebakaran.

PENDAHULUAN

Saat merancang instalasi sistem tenaga listrik untuk sebuah bangunan, keamanan dan keandalan adalah hal yang terpenting untuk membantu melindungi struktur dari efek merusak sambaran petir dan arus bocor. Resistansi pentanahan mengacu pada resistansi yang dihadapi oleh arus listrik saat mengalir ke tanah. Idealnya, nilai resistensi pentanahan harus $\leq 1 \Omega$, meskipun instalasi listrik dan penerangan dapat memenuhi persyaratan keselamatan dengan resistensi pentanahan $\leq 5 \Omega$. Beberapa faktor memengaruhi resistensi pentanahan, termasuk jenis tanah, luas penampang elektroda pentanahan, dan kedalaman tempat elektroda dipasang.

Grounding adalah sebuah proses atau teknik yang bertujuan untuk menghubungkan berbagai komponen dalam sistem listrik, seperti peralatan, rangkaian, atau struktur, dengan tanah. Proses ini biasanya dilakukan dengan menggunakan elektroda grounding, yang umumnya berbentuk batang logam atau pelat yang ditanam di dalam tanah. Tujuan utama grounding adalah untuk menyediakan jalur aman bagi arus listrik yang bocor atau berlebih sehingga dapat mengalir ke tanah. Dengan cara ini, grounding berperan penting dalam mengurangi risiko kejutan listrik, kerusakan pada peralatan, serta bahaya lain yang dapat mengancam keselamatan jiwa dan properti.

Pentanahan adalah aspek penting dari instalasi listrik, yang berfungsi untuk mengarahkan arus berlebih ke bumi dengan aman. Proses ini membantu melindungi individu dan peralatan

listrik dari potensi bahaya. Untuk sistem pentanahan yang efektif, sangat penting untuk mempertahankan nilai resistensi serendah mungkin, karena resistensi yang lebih rendah memungkinkan kelebihan arus listrik menyebar secara efisien ke dalam tanah. Efektivitas resistensi pentanahan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti desain dan jumlah elektroda yang bersentuhan dengan tanah, serta jenis tanah itu sendiri, untuk mencapai resistensi tanah yang minimal sangat penting untuk memastikan fungsi pentanahan yang tepat. Proses pentanahan melibatkan pembuatan jalur konduktif untuk arus gangguan dari semua peralatan listrik, menyalurkannya dengan aman. Sistem pentanahan yang dirancang dengan baik sangat penting untuk melindungi peralatan listrik dan elektronik di berbagai infrastruktur bangunan, terutama di lingkungan industri. Sistem ini meningkatkan kemampuan kerangka pentanahan untuk menyalurkan listrik secara langsung ke tanah saat terjadi lonjakan tegangan yang disebabkan oleh kegagalan komponen listrik. Mekanisme perlindungan ini membantu mencegah kerusakan akibat lonjakan tegangan, terutama pada badan transformator.

LANDASAN TEORI

1.1 Grounding system

Sistem pembumian adalah suatu rangkaian yang mencakup kutub pembumian atau elektroda, penghantar penghubung, hingga terminal pembumian. Fungsinya adalah untuk menyalurkan arus lebih ke tanah, memberikan perlindungan terhadap manusia dari sengatan listrik yang berbahaya, serta mengamankan komponen-komponen instalasi. Dengan adanya sistem ini, perangkat dapat beroperasi sesuai dengan ketentuan teknis yang berlaku, sehingga terhindar dari risiko arus dan tegangan asing.

1.2 Kabel Grounding

Kabel listrik merupakan komponen vital yang berfungsi untuk menghantarkan arus listrik dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Terdiri dari satu atau lebih konduktor yang dilapisi bahan isolasi, kabel ini dirancang untuk mencegah kebocoran arus listrik sekaligus melindungi pengguna dari risiko kejutan listrik. Penggunaan kabel listrik sangat beragam, mulai dari instalasi rumah tangga sederhana hingga sistem industri yang lebih kompleks.

Kabel grounding merupakan komponen penting dalam sistem grounding, menghubungkan peralatan atau sistem listrik ke elektroda grounding biasanya berupa batang logam yang ditanam di dalam tanah. Fungsi utamanya adalah untuk menyalurkan arus berlebih

atau arus bocor dengan aman dari peralatan dan masuk ke dalam tanah, sehingga melindungi peralatan dan pengguna dari potensi bahaya listrik. Kabel grounding biasanya dikenali dari warnanya yang hijau-kuning.

- **Karakteristik Kabel Grounding**

1. Bahan

Kabel grounding umumnya terbuat dari tembaga atau aluminium, keduanya dipilih karena memiliki konduktivitas listrik yang sangat baik. Tembaga lebih sering digunakan karena kelebihanannya dalam menahan korosi serta kemampuannya untuk menghantarkan arus secara efisien.

2. Ukuran

Ukuran kabel grounding bervariasi tergantung pada aplikasi dan jumlah arus yang diperlukan. Kabel yang lebih besar dapat mengalirkan arus lebih banyak dan lebih aman untuk digunakan dalam sistem yang lebih besar.

3. Isolasi

Meskipun kabel grounding sering kali tidak diisolasi, beberapa aplikasi mungkin memerlukan kabel dengan lapisan isolasi untuk mencegah kontak tidak sengaja dengan bagian lain dari sistem listrik.

4. Warna

Di banyak negara, kabel grounding biasanya memiliki warna tertentu (seperti hijau atau hijau dengan garis kuning) untuk membedakannya dari kabel lainnya, seperti kabel fase dan netral.

- **Fungsi Kabel Grounding**

1. Keamanan

Kabel grounding memberikan jalur aman bagi arus listrik berlebih untuk mengalir ke tanah, mengurangi risiko kejadian kebakaran atau kejutan listrik.

2. Perlindungan Peralatan

Kabel grounding berfungsi untuk mengalirkan arus bocor ke tanah, sehingga dapat melindungi peralatan listrik dari kerusakan akibat lonjakan arus.

3. Stabilitas Sistem

Grounding berperan penting dalam menjaga kestabilan tegangan dalam sistem listrik, yang sangat diperlukan untuk operasi peralatan yang sensitif.

1.3 Tahanan Jenis Tanah

Kondisi jenis tanah, struktur, dan lapisan tanah yang terdapat di gardu induk berbeda-beda, sehingga mempengaruhi tahanan jenis tanah yang ada. Perbedaan ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti geologi, kadar garam, kelembapan, temperatur, dan kandungan elektrolit dalam tanah.

Sesuai dengan PUIL 2011 (Revisi PUIL 2000), pengelompokan jenis tanah beserta tahanan jenisnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Jenis Tanah	Tahanan Jenis ($\Omega.m$)
Tanah Rawa	30 $\Omega.m$
Tanah Liat dan Ladang	100 $\Omega.m$
Pasir Basah	200 $\Omega.m$
Kerikil Basah	500 $\Omega.m$
Pasir dan Kerikil Kering	1.000 $\Omega.m$
Tanah Berbatu	3.000 $\Omega.m$

Tabel 1. Tahanan jenis dari berbagai jenis tanah menurut PUIL (2011).

1.4 Faktor yang Mempengaruhi Sistem Grounding

Ada beberapa faktor yang memengaruhi nilai tahanan sebaran dalam sistem grounding, yang tidak semua area dapat memenuhi standar tersebut. Beberapa aspek yang berperan penting adalah:

- **Kadar Air:** Ketersediaan air tanah yang dangkal atau curah hujan yang tinggi akan memudahkan pencapaian nilai tahanan sebaran. Dalam kondisi ini, pori-pori tanah akan terisi cukup air, bahkan berlebih, sehingga konduktivitas tanah meningkat secara signifikan.
- **Mineral dan Garam:** Kandungan mineral dalam tanah berpengaruh besar terhadap tahanan sebaran. Semakin tinggi kadar logam dan mineral dalam tanah, semakin baik kemampuannya untuk menghantarkan listrik. Daerah pesisir umumnya kaya akan mineral dan garam, sehingga tanah di sekitar pantai lebih mudah mencapai nilai tahanan rendah.
- **Derajat Keasaman:** Tingkat keasaman tanah, yang diukur dengan pH, berpengaruh pada efisiensi penghantaran arus listrik. Tanah dengan pH rendah (bersifat asam) cenderung

sulit untuk menghantarkan arus. Sebaliknya, tanah dengan pH tinggi, seperti yang ditemukan di Bukit Kapur, biasanya memiliki warna yang lebih terang.

- **Tekstur Tanah:** Tanah yang memiliki tekstur pasir dan bersifat porous akan lebih sulit mencapai tahanan sebaran yang baik. Hal ini disebabkan oleh sifatnya yang memungkinkan air dan mineral mudah hanyut, serta cenderung cepat kering.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, kita dapat memahami tantangan dalam mencapai nilai tahanan sebaran yang optimal dalam sistem grounding.

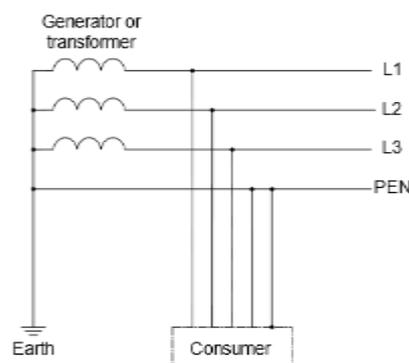
1.5 Jenis Skema Pentanahan

(1) TN (Terra Neutral) System

Terbagi menjadi 2 jenis:

a) Saluran Tanah dan Netral Disatukan (Terra Neutral Combined - TN-C)

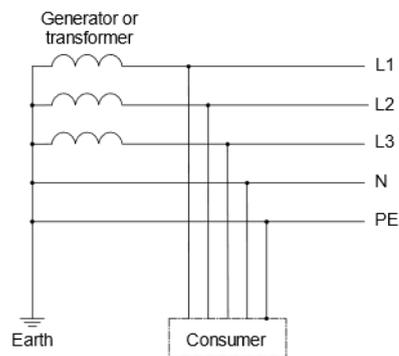
Dalam sistem ini, saluran netral dan saluran pengaman digabungkan menjadi satu kesatuan. Setiap bagian dari sistem dilengkapi dengan saluran PEN, yang merupakan kombinasi dari saluran N dan PE. Dengan demikian, seluruh komponen dalam sistem ini menggunakan saluran PEN yang seragam.



Gambar 1. *Terra Neutral Combined*

b) Saluran Tanah dan Netral Terpisah (Terra Neutral Separated-TN-S)

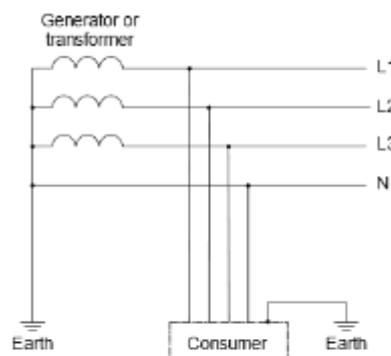
Saluran netral dan saluran pengaman hadir secara terpisah di seluruh sistem. Dengan demikian, setiap sistem dilengkapi dengan dua saluran, yaitu saluran netral (N) dan saluran pengaman (PEN), yang beroperasi secara mandiri.



Gambar 3. *Terra Neutral Separated*

(2) TT (Terra Terra) System: Saluran Tanah dan Tanah

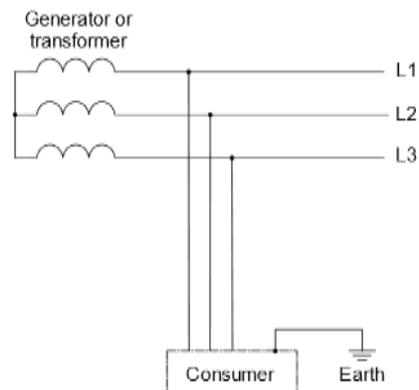
Sistem yang menghubungkan titik netralnya secara langsung ke tanah, sementara komponen instalasi yang bersifat konduktif disambungkan ke elektroda pentanahan yang terpisah.



Gambar 4. *Terra Terra*

(3) IT (Impedance Terra) System: Saluran Tanah melalui impedansi

Sistem sirkuit dihubungkan ke tanah secara tidak langsung melalui impedansi, sedangkan komponen konduktif instalasi dihubungkan langsung ke elektroda pentanahan sendiri. Pengaturan ini biasanya disebut sebagai sistem pengardean impedansi.



Gambar 5. *Impedance Terra*

1.6 Bahaya Instalasi Tanpa Grounding

Grounding berfungsi untuk mengalirkan arus berlebih yang terjadi pada rangkaian ke dalam tanah. Tanpa adanya grounding setiap kerusakan atau kesalahan yang terjadi pada rangkaian akan mengakibatkan kerusakan dan kerugian yang jauh lebih parah dan berbahaya.

Berikut contoh kasus yang akan terjadi apabila sebuah instalasi tidak menggunakan system pentanahan/grounding:

1. Kebocoran Arus Listrik

- Deskripsi: Kerusakan atau pengelupasan pada isolator kabel dapat menyebabkan arus listrik bocor ke bagian luar kabel.
- Risiko: Jika tidak ada sistem grounding, arus bocor ini tidak memiliki jalur yang aman untuk mengalir ke tanah, sehingga dapat menimbulkan risiko kejutan listrik bagi siapa saja yang menyentuh peralatan yang terhubung.

2. Peralatan Elektronik Rusak

- Deskripsi: Peralatan elektronik yang terhubung ke instalasi listrik tanpa grounding berisiko mengalami kerusakan akibat lonjakan tegangan.
- Risiko: Lonjakan ini dapat merusak komponen internal peralatan, menyebabkan biaya perbaikan yang tinggi atau bahkan penggantian peralatan.

3. Kebakaran

- Deskripsi: Arus listrik yang tidak terdistribusi dengan baik dapat menyebabkan overheating pada kabel dan peralatan.

- Risiko: Tanpa grounding, risiko kebakaran meningkat karena arus yang tidak terdistribusi dapat memicu percikan api.
4. Kecelakaan Fatal
- Deskripsi: Dalam kondisi di mana seseorang berinteraksi dengan peralatan yang tidak dilengkapi sistem grounding, aliran listrik dapat mengalir melalui tubuhnya.
 - Risiko: Situasi ini berpotensi mengakibatkan cedera parah atau bahkan kematian akibat kejutan listrik, terutama jika individu tersebut berada di lingkungan yang lembab.
5. Tidak Sesuai dengan Standar PUIL
- Deskripsi: Instalasi listrik tanpa grounding tidak memenuhi Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) yang mengharuskan adanya sistem grounding.
 - Risiko: Instalasi yang tidak sesuai standar dapat mengakibatkan masalah hukum dan tanggung jawab jika terjadi kecelakaan atau kerusakan.

METODE PENELITIAN

a) Metode Literatur

Metode ini melibatkan pengumpulan data melalui pencarian informasi dari berbagai sumber, seperti buku, artikel, internet, dan jurnal yang relevan dengan judul penelitian. Metode literatur merupakan salah satu pendekatan dalam penelitian yang mencakup pengumpulan, analisis, dan sintesis informasi dari beragam sumber untuk mendukung penyusunan jurnal ini.

b) Metode Penelitian Perbandingan Kasus

Metode penelitian perbandingan kasus adalah suatu pendekatan yang bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan beberapa kasus yang terkait, guna memperoleh wawasan yang lebih mendalam mengenai fenomena yang sedang diteliti. Kasus-kasus tersebut dapat berupa individu, kelompok, organisasi, atau peristiwa tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perbandingan kasus antara instalasi yang memakai grounding dan tidak memakai grounding dapat di ketahui bahwa;

No	Jenis Perbedaan	Instalasi Dengan Grounding	Instalasi Tanpa Grounding
----	-----------------	----------------------------	---------------------------

1.	Keamanan Pengguna	Grounding memberikan jalur aman bagi arus listrik yang bocor, sehingga mengurangi risiko kejutan listrik bagi pengguna. Dalam kasus kebocoran arus, sistem grounding akan mengalirkan arus ke tanah, melindungi pengguna dari potensi bahaya.	Tanpa adanya grounding, arus bocor tidak memiliki jalur yang aman untuk mengalir, sehingga meningkatkan risiko kejutan listrik bagi siapa pun yang bersentuhan dengan peralatan. Hal ini membahayakan pengguna, yang dapat mengalami cedera serius atau bahkan kehilangan nyawa akibat kesetrum.
2.	Perlindungan Peralatan	Grounding berfungsi melindungi perangkat dari lonjakan tegangan dan arus yang tidak terduga, sehingga membantu memperpanjang masa pakai peralatan tersebut. Selain itu, sistem grounding juga dapat mencegah kerusakan yang disebabkan oleh petir atau gangguan listrik lainnya.	Peralatan lebih rentan terhadap kerusakan akibat lonjakan tegangan, yang dapat merusak komponen internal. Kerusakan peralatan dapat menyebabkan biaya perbaikan yang tinggi atau penggantian peralatan.
3.	Risiko Kebakaran	Grounding membantu mencegah overheating pada kabel dan peralatan, mengurangi risiko kebakaran. Dalam situasi abnormal, grounding dapat membantu mengalirkan arus berlebih ke tanah, mencegah percikan api.	Risiko kebakaran meningkat karena arus yang tidak terdistribusi dengan baik dapat menyebabkan overheating. Kebakaran dapat terjadi akibat percikan api dari peralatan yang tidak terproteksi.
4.	Kepatuhan Terhadap Standar	Mematuhi standar keselamatan listrik, seperti PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik), yang mengharuskan adanya sistem grounding. Instalasi yang sesuai standar lebih mudah untuk diinspeksi dan mendapatkan izin operasional.	Tidak memenuhi standar keselamatan yang berlaku, yang dapat mengakibatkan masalah hukum dan tanggung jawab. Instalasi yang tidak sesuai dapat ditolak oleh pihak berwenang saat inspeksi.
5.	Biaya dan Pemeliharaan	Meskipun ada biaya awal untuk pemasangan sistem grounding, investasi ini dapat menghemat biaya jangka	Meskipun biaya awal mungkin terlihat lebih rendah, potensi biaya yang timbul akibat kerusakan

		panjang dengan mengurangi kerusakan peralatan dan risiko kecelakaan. Pemeliharaan sistem grounding relatif rendah jika dilakukan dengan benar.	peralatan, kecelakaan, dan kebakaran bisa jauh lebih tinggi. Selain itu, pemeliharaan juga dapat menjadi lebih mahal akibat risiko yang lebih besar dan frekuensi kerusakan yang lebih tinggi.
--	--	---	--

Instalasi dengan grounding terbukti lebih aman dan dapat melindungi keselamatan jiwa serta harta manusia. Masih banyak kejadian kerusakan bahkan kerugian yang terjadi pada instalasi yang tidak menggunakan grounding sebagai pengaman. Contohnya kasus-kasus kebakaran yang kerap terjadi karena beban berlebih, sambaran petir, dan bocornya arus pada rangkaian.

Selain berasal dari rangkaian itu sendiri, terkadang grounding berfungsi sebagai penyalur arus dari sambaran petir. Di Desa Pasiraman, Banyumas, terdapat laporan bahwa sambaran petir yang mengenai tower seluler menyebabkan kerusakan pada puluhan alat elektronik warga. Warga melaporkan kerusakan berulang kali setiap kali petir menyambar tower tersebut, menunjukkan dampak serius dari sambaran petir pada peralatan rumah tangga. Kerusakan yang ditimbulkan dapat berupa kerusakan permanen pada perangkat seperti televisi, komputer, dan peralatan elektronik lainnya. Lonjakan listrik yang dihasilkan oleh petir dapat menyebabkan kebakaran atau kerusakan yang mahal, terutama pada perangkat yang sensitif.

KESIMPULAN

Sistem grounding atau pentanahan memiliki peranan yang krusial dalam meningkatkan keamanan dan keandalan instalasi listrik. Tujuan utama dari grounding adalah menyediakan jalur aman bagi arus listrik berlebih atau bocor untuk mengalir ke tanah. Dengan demikian, sistem ini melindungi manusia dari risiko kejutan listrik yang dapat mengakibatkan cedera serius bahkan kematian. Selain melindungi individu, grounding juga berfungsi menjaga peralatan listrik dari kerusakan akibat lonjakan tegangan, seperti yang mungkin disebabkan oleh sambaran petir. Hal ini tidak hanya memperpanjang umur peralatan tetapi juga mengurangi biaya yang diperlukan untuk perbaikan atau penggantian. Penelitian yang dilakukan menunjukkan perbandingan antara instalasi listrik dengan grounding dan tanpa grounding, dan hasilnya memperlihatkan bahwa instalasi yang dilengkapi dengan grounding

secara signifikan lebih aman dan lebih andal. Sistem ini juga berperan mencegah risiko kebakaran akibat arus listrik yang tidak terdistribusi dengan baik, sekaligus memastikan bahwa instalasi tersebut memenuhi standar keselamatan seperti PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik). Kepatuhan ini memberikan jaminan hukum dan teknis terkait operasional sistem listrik. Sebaliknya, instalasi yang tidak menerapkan sistem grounding berpotensi meningkatkan risiko berbagai masalah, seperti kecelakaan fatal, kerusakan pada peralatan elektronik, peningkatan biaya pemeliharaan, serta ketidakpatuhan terhadap standar keselamatan yang berlaku.

Faktor-faktor seperti jenis tanah, kadar air, kadar mineral, tekstur tanah, dan derajat keasaman sangat memengaruhi efektivitas sistem grounding. Jenis tanah yang memiliki kadar air dan mineral tinggi, misalnya, akan lebih baik dalam menghantarkan arus listrik, sehingga membantu mencapai nilai resistansi tanah yang lebih rendah. Nilai resistansi tanah yang ideal untuk sistem grounding adalah $\leq 1 \Omega$ untuk kebutuhan tenaga listrik dan $\leq 5 \Omega$ untuk instalasi penerangan. Nilai ini menjadi kunci dalam memastikan performa optimal dari sistem grounding. Selain mencegah risiko teknis, grounding juga memiliki dampak langsung terhadap perlindungan aset manusia dan bangunan. Kasus nyata di Desa Pasiraman, Banyumas, di mana sambaran petir pada tower seluler merusak puluhan alat elektronik milik warga, menunjukkan pentingnya sistem grounding. Tanpa grounding yang memadai, lonjakan tegangan akibat petir dapat menyebabkan kerugian yang besar, baik secara material maupun operasional.

Dengan demikian, penerapan sistem grounding yang sesuai standar merupakan langkah preventif yang sangat efektif untuk melindungi manusia, peralatan listrik, dan aset properti dari bahaya listrik. Grounding tidak hanya memberikan keamanan dan keandalan tetapi juga berkontribusi pada efisiensi operasional dan stabilitas sistem kelistrikan, menjadikannya bagian integral dari setiap instalasi listrik modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Nur, A. T. & Suriadi, A. (2019). Studi Arus Neutral Grounding Resistor (NGR) di Unit Generator-Transformator untuk berbagai Gangguan Fase ke Tanah, *Skripsi Universitas Muhammadiyah Makassar, Sulawesi Selatan*.
- Ridwan, T. R. T., Purnomo, B. P., & Wibowo, S. W. (2023). ANALISA PENGARUH PEMASANGAN STABILIZER DAN GROUNDING TERHADAP PENGGUNAAN

- ENERGI LISTRIK RUMAH TANGGA. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(2), 52-59.
- Indonesia, S. N. (2011). Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011). *DirJen Ketenagalistrikan, 2011*, 1-133.
- Atmawijaya. (2021, 26 Agustus). *Pengertian, Jenis, dan Manfaat grounding system*. Diakses pada 08 Desember 2024, dari <https://www.pusatgroundingindonesia.com/blog/pengertian,-jenis,-dan-manfaat-grounding-system>.
- Taryana, T., Kuntadi, C., Suprihartini, Y., & Sadiatmi, R. (2022). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keandalan Instalasi Listrik. *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 4(1), 531-537.
- Firdaus, B. R. (2022). Peran Sistem Proteksi Grounding dalam Mencegah Gangguan pada Instalasi Listrik.
- Putra, A. (2023). Panduan pemasangan grounding pada sistem kelistrikan. *Universitas HKBP Nommensen, Medan*.
- Committee, Substations. (2013). *IEEE Std 80- 2013 : IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding*. IEEE. USA
- Zarniadi, W., & Ervianto, E. (2019). Analisa Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah di Gardu Induk 150 KV Batu Besar menggunakan System Grid. *Jomfiteknik*, (6), 2-4.