

EVALUASI SISTEM PEMBUMIAN PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA DI LEMBANG POTON TANA TORAJA

Oleh

Ariyen Duri¹, Martina Pineng²

^{1,2}Universitas Kristen Indonesia Toraja

E-mail: ¹ariyen@ukitoraja.ac.id, ²martinapineng@ukitoraja.ac.id

Article History:

Received: 01-12-2025

Revised: 29-12-2025

Accepted: 03-01-2026

Keywords:

Grounding Resistance,
Grounding System,
Residential Electrical,
Installation

Abstract: The grounding system is a crucial component of electrical installations, serving to protect humans and equipment from electric shock, fire, and damage caused by electrical disturbances. In rural areas with mountainous soil, grounding systems often do not meet safety standards. This study aimed to evaluate the performance of residential grounding systems in Lembang Poton, Bonggakaradeng District, Tana Toraja Regency. A field experiment was conducted by measuring grounding resistance using an earth tester at several rod electrode depths. Soil treatments were applied, including natural conditions, water addition, and a water-salt mixture, to assess their effects on grounding resistance. Data were analyzed descriptively and compared with the 2011 PUIL standard. Results indicated that grounding resistance decreased as electrode depth increased. Water and water-salt treatments significantly reduced grounding resistance, with the lowest values observed in the water-salt condition. However, the measured resistance still exceeded the maximum 5 Ω limit set by PUIL 2011. These findings provide insight into the actual performance of grounding systems in mountainous areas and serve as a basis for technical recommendations to enhance the safety and effectiveness of residential electrical installations.

PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan energi listrik sebagai kebutuhan utama dalam kehidupan modern menuntut penyediaan instalasi listrik yang andal dan memenuhi standar keselamatan, mengingat pemanfaatannya yang luas mulai dari penerangan, peralatan rumah tangga, transportasi, hingga sektor industri [1]. Salah satu elemen krusial dalam sistem instalasi adalah sistem pembumian (*grounding*) yang berfungsi untuk menghubungkan bagian konduktif peralatan ke tanah untuk melepaskan arus gangguan secara aman [2] [3]. Sistem ini berperan vital dalam melindungi manusia dari sengatan listrik, memitigasi risiko kebakaran akibat arus bocor, serta mencegah kerusakan perangkat elektronik dari lonjakan tegangan [4] [3].

Namun, pada realitasnya di wilayah pedesaan, penerapan sistem pembumian sering kali dilakukan secara tidak optimal. Di wilayah seperti Lembang Poton, Kecamatan Bonggakaradeng, Kabupaten Tana Toraja, kendala geografis dan kurangnya pemahaman teknis menyebabkan instalasi pembumian sering dipasang tanpa melalui pengukuran atau perhitungan yang memadai. Kondisi ini juga dipengaruhi dengan karakteristik tanah pengunungan yang terdiri dari campuran lempung dan batuan dengan tingkat kelembapan yang berfluktuasi, yang secara langsung memengaruhi nilai resistansi tanah.

Meningkatnya penggunaan perangkat listrik di masyarakat Lembang Poton, yang menuntut sistem proteksi yang sesuai dengan standar PUIL 2011, yakni nilai tahanan pembumian maksimal sebesar 5Ω untuk instalasi listrik rumah tangga. Tanpa sistem pembumian yang efektif, jalur impedansi rendah tidak akan tersedia untuk mengalirkan arus gangguan, baik dari kerusakan internal maupun faktor eksternal seperti petir. Oleh karena itu, evaluasi terhadap sistem performa sistem pembumian pada kondisi tanah aktual di wilayah ini sangat perlu untuk menjamin keamanan operasional kelistrikan.

Efektivitas pembumian sangat bergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis tanah, kelembapan, komposisi mineral, suhu, serta kedalaman penanaman elektroda. Secara teoritis, peningkatan kedalaman elektroda akan memperluas area kontak dengan tanah yang lebih lembab dan kurang resistif, sehingga menurunkan nilai tahanan.

Penelitian ini melalui eksperimen lapangan langsung dengan melakukan pengukuran tahanan pembumian menggunakan earth tester pada lima variasi kedalaman elektroda batang. Selain variasi kedalaman, solusi pemecahan masalah yang dilakukan dengan pemberian perlakuan tambahan berupa pembasahan tanah dengan air dan campuran garam untuk menurunkan resistivitas tanah secara signifikan.

LANDASAN TEORI

Sistem pembumian (*grounding*) adalah bagian penting dari instalasi listrik yang berfungsi menghubungkan bagian konduktif peralatan ke tanah untuk menyalurkan arus gangguan secara aman [5]. Sistem ini bertujuan melindungi manusia dari sengatan listrik, mencegah kebakaran akibat arus bocor, serta melindungi peralatan dari kerusakan akibat tegangan lebih [6]. Sistem ini harus dirancang, dipasang, dan dipelihara dengan baik sesuai dengan standar yang berlaku [7].

Tahanan pembumian merupakan hambatan aliran arus listrik dari elektroda ke tanah. Nilai tahanan ini dipengaruhi oleh resistivitas tanah, jenis dan ukuran elektroda, serta kondisi lingkungan [7] [8]. Tanah dengan kelembapan tinggi dan kandungan mineral yang baik umumnya memiliki resistivitas lebih rendah sehingga menghasilkan tahanan pembumian yang lebih kecil.

Pada kondisi tertentu, terutama di daerah pegunungan dengan struktur tanah berbatu dan kelembapan yang tidak stabil, nilai tahanan pembumian cenderung lebih tinggi dan berpotensi tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi terhadap sistem pembumian untuk mengetahui kesesuaiannya terhadap standar keselamatan yang berlaku.

Kedalaman penanaman elektroda berpengaruh terhadap nilai tahanan pembumian. Semakin dalam elektroda ditanam, semakin besar area kontak dengan lapisan tanah yang lebih lembab dan kurang resistif, sehingga nilai tahanan pembumian dapat menurun.

Regulasi mengenai pembumian di Indonesia telah diatur melalui berbagai standar dan peraturan, berdasarkan standar PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2011 [9] [10]. Regulasi tersebut mewajibkan adanya sistem pembumian yang efektif pada setiap instalasi listrik, dengan nilai tahanan pembumian ideal untuk instalasi adalah $\leq 5 \Omega$ [5] [11].

Pengukuran tahanan pembumian dilakukan menggunakan alat ukur *earth tester* dengan metode pengukuran yang sesuai. Hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan standar PUIL 2011, yang menetapkan nilai tahanan pembumian $\leq 5 \Omega$ untuk instalasi listrik rumah tangga. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai kondisi aktual sistem pembumian dan menjadi dasar dalam memberikan rekomendasi perbaikan apabila diperlukan.

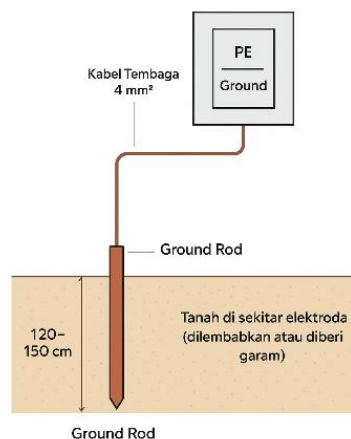
METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Lembang Poton, Kecamatan Bongkarakadeng, Kabupaten Tana Toraja, yang merupakan wilayah pegunungan dengan komposisi tanah berupa campuran lempung dan batuan. Kondisi tanah pada area ini memiliki kelembapan bervariasi sepanjang tahun sehingga cocok digunakan sebagai lokasi studi pembumian.

Pengambilan data dilakukan pada bulan Oktober hingga November 2025. Metode yang digunakan adalah eksperimen lapangan langsung dengan melakukan pemasangan elektroda batang pada beberapa kedalaman yang telah ditentukan. Setiap kondisi diuji sebanyak tiga kali pengukuran untuk memperoleh nilai rata-rata yang lebih akurat dan mengurangi kesalahan instrumentasi.

Variasi kedalaman elektroda yang diuji meliputi: 30 cm, 60 cm, 90 cm, 120 cm, dan 140 cm. Selain itu, dilakukan juga evaluasi tambahan dengan: penambahan air, dan penambahan campuran air + garam untuk membandingkan pengaruh peningkatan kelembapan dan ionisasi tanah terhadap nilai tahanan pembumian.

Berikut ini desain rancangan sistem pembumian yang digunakan:



Gambar 1. Desain Sistem Pembumian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data diperoleh melalui pengukuran lapangan menggunakan *earth tester*, dengan variasi kedalaman elektroda serta perlakuan tanah berupa penambahan air dan campuran air-garam pada tiga sampel.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sampel Pertama

Kedalaman Elektroda	Nilai Pengukuran Tahanan			
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Rata-rata
30 cm	93,5	93,6	93,5	93,53
60 cm	70,5	70,6	70,5	70,53
90 cm	51,8	51,8	51,8	51,80
120 cm	37,5	37,7	37,8	37,67
140 cm	25,8	25,7	25,7	25,73
Penambahan Air	18,4	18,3	18,5	18,40
Penambahan Campuran Air + Garam	15,5	15,4	15,4	15,43

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sampel Kedua

Kedalaman Elektroda	Nilai Pengukuran Tahanan			
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Rata-rata
30 cm	104,7	104,9	104,5	104,70
60 cm	69,7	69,6	69,6	69,63
90 cm	53,2	53,3	53,2	53,23
120 cm	36,2	36,1	36,1	36,13
140 cm	29,7	29,6	29,6	29,63
Penambahan Air	27,3	27,1	27,1	27,17
Penambahan Campuran Air + Garam	20,1	20,0	20,0	20,03

Tabel 3. Hasil Pengukuran Sampel Ketiga

Kedalaman Elektroda	Nilai Pengukuran Tahanan			
	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Rata-rata
30 cm	43,1	43,0	43,0	43,03
60 cm	25,5	25,4	25,5	25,47
90 cm	19,8	19,7	19,7	19,73
120 cm	15,68	15,66	15,66	15,67
140 cm	14,54	14,5	14,5	14,51
Penambahan Air	13,4	13,3	13,4	13,37
Penambahan Campuran Air + Garam	12,7	12,6	12,6	12,63

Hasil pada ketiga sampel menunjukkan pola yang konsisten, yaitu semakin dalam elektroda ditanam, semakin kecil nilai tahanan pembumian. Hal ini sesuai dengan teori resistivitas tanah yang menyatakan bahwa penurunan tahanan terjadi karena elektroda yang lebih panjang memiliki luas kontak yang lebih besar dengan tanah yang umumnya lebih lembab dan memiliki kepadatan ion lebih tinggi.

Nilai tertinggi terdapat pada kedalaman 30 cm menunjukkan tanah permukaan

memiliki resistivitas lebih tinggi. Nilai terendah dicapai pada kedalaman 140 cm, menunjukkan kondisi tanah yang lebih stabil pada lapisan dalam.

Dua perlakuan tanah diuji dengan melakukan penambahan air serta penambahan air dan garam. Hasil menunjukkan bahwa penambahan air mampu menurunkan tahanan secara signifikan dibanding kondisi tanah alami. Kelembapan tanah meningkatkan mobilitas ion sehingga jalur arus lebih konduktif. Kemudian, penambahan air dan garam menghasilkan nilai tahanan paling rendah pada seluruh sampel. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi ion terlarut. Sehingga diketahui bahwa sifat konduktivitas tanah sangat dipengaruhi oleh kelembapan dan kandungan mineral.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan, analisis data, serta pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Panjang elektroda pentanahan berpengaruh signifikan terhadap nilai tahanan pentanahan. Semakin panjang elektroda ditanam ke dalam tanah, nilai tahanan yang dihasilkan semakin kecil.
2. Elektroda dengan panjang terbesar menunjukkan performa paling baik dalam menurunkan nilai tahanan pentanahan.
3. Berdasarkan hasil evaluasi, sistem pembumian pada lokasi penelitian belum memenuhi standar PUIL 2011 karena nilai tahanan pembumian masih berada di atas 5Ω . Kondisi ini dipengaruhi oleh karakteristik tanah pegunungan dan kedalaman elektroda yang terbatas. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan melalui penambahan kedalaman elektroda dan perlakuan tanah untuk menurunkan nilai tahanan pembumian.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Universitas Kristen Indonesia (UKI) Toraja yang telah memberikan dukungan penuh dalam pembiayaan selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Duri, M. Pineng, and Martati, "Evaluasi Akurasi Metode Arus Cabang Melalui Pendekatan Teoritis, Simulasi EWB, dan Pengukuran Eksperimental," *J. FisTa Fis. dan Ter.*, vol. 6, no. 2, pp. 89–95, 2025.
- [2] Z. A. Rizky Mubarak, Rizki Noor Prasetyono, "Analisis Sistem Grounding Menggunakan Elektroda Ground Rod Jenis Tembaga Pada Gedung A dan D di Universitas Peradaban Grounding System Analysis by Copper Ground Rod Electrode for Building A and D in Peradaban University," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 8275, pp. 100–107, 2022.
- [3] Riyanto, "Analisis Perancangan Sistem Pentanahan Grid Secara Optimal pada Sistem Tenaga Listrik," *J. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 55–64, 2021.
- [4] M. Suropto and A. Kiswantono, "Rancang Bangun Sistem Pembumian Pada Gardu Induk 150 kV Jabon dengan Simulasi CYMGRD," in *Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem*

- Informasi, dan Teknik Informatika*, 2021, pp. 57–64.
- [5] S. Y. Meka and Novizon, "Studi Kelayakan Sistem Pentanahan pada Gedung Teknik Elektro Universitas Andalas," *Elektron J. Ilm.*, vol. 14, no. 2, pp. 45–49, 2022.
 - [6] Muchlishah, S. Al Farhan, D. Monika, and N. Nadhiroh, "Pemasangan Sistem Pembumian pada Instalasi Listrik Balai RW 03 Beji Timur," *Electr. - J. Otomasi Kelistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 6, no. 2, pp. 82–88, 2024.
 - [7] R. J. Pakpahan, A. Herawati, Y. Rodiah, and I. N. Anggraini, "Perancangan Sistem Pentanahan Pada Laboratorium Terpadu Fakultas Teknik Universitas Bengkulu Dengan Metode Two-Layer Soil Vertical Rod Configuration," *J. Amplif.*, vol. 14, no. 1, pp. 43–50, 2024.
 - [8] N. Nurdiana and R. Radeli, "Pengaruh Kondisi Tanah Terhadap Tahanan Pentanahan Kaki Menara 150 kV Kramasan-Mariana," *J. SURYA ENERGY*, vol. 6, no. 2, pp. 62–66, 2022.
 - [9] Sunarto, "Perbaikan Resistansi Elektroda Pembumian Instalasi Listrik Pemanfaat untuk Memperkecil Bahaya Sengatan Listrik," *POLITEKNOLOGI*, vol. 19, no. 3, pp. 241–251, 2021.
 - [10] Sunarto, T. Tohir, R. A. Philipus, Y. P. Hikmat, Trisnawiyana, and Y. Santosa, "Studi Evaluasi dan Renovasi Sistem Pentanahan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Negeri 1 Cimahi," *Madani J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 7, no. 1, pp. 21–32, 2021.
 - [11] R. R. Fazrin, Trisnawiyana, and T. Tohir, "Pengujian Nilai Resistansi Pentanahan Elektroda Batang dengan Zat Aditif Bentonit dan Tanpa Bentonit," in *Prosiding The 14th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2023, pp. 103–108.