

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi listrik menjadi sumber utama yang sangat penting bagi kehidupan manusia modern, di mana hampir seluruh aktivitas bergantung pada pasokan listrik yang andal dan aman. Di dalam sistem tenaga listrik, salah satu aspek krusial yang menjaga keselamatan dan keandalan operasional adalah sistem pentanahan (*groundsystem*) (Perancang et al., n.d. ; Kurniawan et al., 2026). Keandalan sistem grounding pada trafo distribusi sangat memengaruhi kestabilan sistem dan perlindungan terhadap gangguan arus ke tanah (Rizki & Putra, 2020) (Selatan et al., 2024). Sistem pentanahan atau grounding memiliki peran penting dalam melindungi peralatan listrik serta manusia dari risiko yang disebabkan oleh sambaran petir maupun gangguan pada sistem tenaga listrik. Dalam perancangannya, terdapat sejumlah faktor yang harus diperhatikan, seperti jenis dan struktur tanah, kondisi lingkungan, serta ukuran dan bentuk sistem pentanahan (Sarker et al., 2025). Tujuan utama dari sistem grounding adalah menyediakan jalur impedansi rendah menuju permukaan bumi agar arus gangguan dapat dialirkan secara aman (Pakpahan et al., 2024).

Besarnya tahanan tanah menjadi aspek utama yang menentukan kedalaman pemasangan elektroda untuk memperoleh nilai tahanan yang rendah. Berdasarkan PUIL 2000 (Persyaratan Umum Instalasi Listrik), nilai total tahanan sistem pentanahan sebaiknya tidak melebihi  $5\ \Omega$  (Indonesia & Nasional, 2000) (Elektrika, 2024) (Sri et al., 2025). Semakin kecil nilai tahanan tersebut, maka semakin efektif sistem dalam menyalurkan arus gangguan ke tanah. Nilai tahanan tanah sendiri sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya jenis tanah, ukuran dan jenis elektroda, serta kedalaman penanaman elektroda. Selain itu, karakteristik tanah juga bergantung pada komposisi, suhu, kadar air, dan kandungan kimia di dalamnya (Partaon Harahap & Al-Ani, 2021).

Nilai resistansi pembumian sangat dipengaruhi oleh resistivitas tanah, yang bervariasi tergantung pada jenis, kelembapan, dan suhu tanah. Jenis serta ukuran elektroda, material konduktor, dan konfigurasi sistem grounding juga berperan penting dalam menurunkan resistansi tanah (Nadhiroh et al., 2024). Elektroda grounding dapat dipasang secara vertikal (batang) maupun horizontal (*grid*), dan kedalaman penanaman elektroda sangat memengaruhi nilai tahanan pentanahan (Hardi et al., 2023). Masih banyak sistem pentanahan yang belum memenuhi standar PUIL 2000 dengan nilai tahanan  $\leq 5 \Omega$ . Kondisi ini disebabkan oleh jenis tanah dengan resistivitas tinggi, kedalaman elektroda yang kurang. Penelitian lain menemukan bahwa nilai tahanan pentanahan di gardu distribusi KA2317 mencapai  $8,1 \Omega$  sebelum diturunkan menjadi  $1,9 \Omega$  melalui penambahan elektroda dan arang kayu sebagai *soil treatment* (Karmiathi & Yoga, 2023).

Studi menunjukkan bahwa peningkatan kedalaman elektroda dari 6 m hingga 24 m mampu menurunkan tahanan pentanahan lebih dari 90% (Ameh BV et al., 2025). Selain itu, penelitian lain membandingkan elektroda batang dan pelat, di mana elektroda batang menghasilkan nilai tahanan lebih rendah pada kondisi tanah lembap (Nugraha et al., 2022). Hasil-hasil tersebut menegaskan bahwa pemilihan jenis dan kedalaman elektroda menjadi faktor penting dalam merancang sistem grounding yang andal dan sesuai standar keselamatan.

Nilai resistivitas tanah merupakan faktor utama yang menentukan besarnya tahanan pentanahan pada suatu sistem grounding. Melalui pengukuran resistivitas tanah, dapat diperoleh gambaran mengenai karakteristik tanah yang menjadi dasar perancangan sistem pentanahan yang efektif (Putra et al., 2022). Menurut penelitian, pengukuran resistivitas tanah berperan penting dalam menentukan efisiensi sistem grounding, karena nilai tahanan pembumian ( $R_g$ ) bergantung pada interaksi antara elektroda dan tanah di sekitarnya. Penerapan metode pengukuran seperti Fall of Potential menjadi penting untuk memperoleh nilai tahanan aktual dengan mempertimbangkan kondisi lapangan (Androvitsaneas et al., 2020). Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis faktor *Soil Treatment* terhadap hasil pengukuran, sehingga diharapkan dapat memberikan

pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai karakteristik sistem pentanahan (Surya et al., 2024).

Berdasarkan hasil studi literatur, penelitian mengenai penggunaan *soil treatment* seperti bentonit, arang, dan natrium klorida (NaCl) telah terbukti mampu menurunkan nilai tahanan tanah. Namun, penelitian mengenai efektivitas penggunaan material tersebut, baik secara tunggal maupun kombinasi dengan variasi kedalaman elektroda masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas penggunaan arang, NaCl, bentonit, serta kombinasi ketiganya dalam menurunkan nilai tahanan tanah.

Penelitian ini dilakukan di area belakang Auditorium Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh karena lokasi tersebut memiliki karakteristik tanah yang cenderung padat, kering, serta terdapat campuran kerikil pada beberapa bagian permukaan. Kondisi tersebut berpotensi menghasilkan nilai resistivitas tanah yang relatif tinggi. Oleh karena itu, lokasi ini dipilih untuk mengevaluasi pengaruh penerapan *soil treatment* terhadap penurunan nilai tahanan tanah. Area belakang Auditorium Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki lahan terbuka yang sesuai untuk pemasangan elektroda batang dan pelaksanaan pengujian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam penerapan sistem pentanahan sebagai perlindungan instalasi gedung, khususnya pada kondisi tanah dengan karakteristik yang serupa.

Berdasarkan hasil pengukuran awal di area belakang Auditorium Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh, nilai tahanan tanah pada kondisi tanah kering masih mencapai 11,50  $\Omega$  pada kedalaman elektroda 100 cm. Setelah kondisi tanah dibuat lebih lembap, nilai tahanan tanah menurun menjadi 8,85  $\Omega$ , namun masih berada di atas standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000, yaitu  $\leq 5 \Omega$ . Selama proses pengukuran juga diperoleh perubahan nilai tahanan tanah yang dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Pada saat cuaca mendung atau kelembapan tanah meningkat, nilai tahanan cenderung lebih rendah, sedangkan pada saat cuaca panas dengan kondisi tanah yang lebih kering, nilai tahanan cenderung meningkat. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan untuk menurunkan nilai resistansi tanah, salah satunya melalui metode *soil treatment*. Metode ini dilakukan dengan

menambahkan material tertentu di sekitar elektroda pentanahan untuk meningkatkan konduktivitas tanah dan memperbaiki kinerja sistem grounding.

Dengan melakukan perlakuan tanah (*soil treatment*) menggunakan bahan aditif seperti arang dan garam (Arang et al., 2025). Bahan-bahan ini dapat meningkatkan daya hantar listrik tanah karena sifatnya yang higroskopis dan mampu memperbaiki konduktivitas tanah secara alami. Nilai tahanan tanah sangat dipengaruhi oleh kedalaman dan jenis elektroda yang digunakan. Penelitian menunjukkan bahwa semakin dalam elektroda ditanam, semakin kecil nilai tahanan yang diperoleh karena kontak yang lebih baik dengan lapisan tanah yang lembap dan konduktif (Asyadi et al., 2022) (Setiawan & Syakur, n.d.).

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian efektivitas masing-masing material *soil treatment* (arang, natrium klorida (NaCl), dan bentonit) secara terpisah, kemudian membandingkannya dengan kombinasi ketiga material tersebut pada beberapa variasi kedalaman elektroda. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai material maupun kombinasi *soil treatment* yang paling efektif dalam menurunkan nilai tahanan tanah pada kondisi di belakang Auditorium Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul “Analisis Penurunan Resistansi Tanah Menggunakan Metode Soil Treatment Pada Area Belakang Auditorium Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi kedalaman elektroda 25 cm, 50 cm, 75 cm, dan 100 cm terhadap nilai resistansi tanah?
2. Material *soil treatment* manakah yang paling efektif dalam menurunkan nilai resistansi tanah berdasarkan standar PUIL 2000 ( $\leq 5 \Omega$ )?
3. Bagaimana pengaruh variasi komposisi campuran *soil treatment* sebesar 25%, 50%, dan 75% terhadap nilai resistansi tanah?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi kedalaman elektroda terhadap nilai resistansi tanah.
2. Menentukan material *soil treatment* yang paling efektif dalam menurunkan nilai resistansi tanah berdasarkan standar PUIL 2000 ( $\leq 5 \Omega$ ).
3. Mengetahui pengaruh variasi komposisi campuran soil treatment sebesar 25%, 50%, dan 75% terhadap nilai resistansi tanah.

### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada variasi kedalaman elektroda yang digunakan dalam pengukuran untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai resistansi tanah.
2. Soil treatment yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada arang, NaCl, dan bentonit, baik secara tunggal maupun dalam bentuk campuran.
3. Variasi komposisi campuran soil treatment yang digunakan dibatasi pada 25%, 50%, dan 75% sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan.
4. Analisis penelitian difokuskan pada perbandingan nilai resistansi tanah sebelum dan sesudah pemberian soil treatment serta perbandingan efektivitas masing-masing material dan campuran.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh variasi kedalaman elektroda, penggunaan arang, NaCl, bentonit, serta variasi campurannya terhadap nilai resistansi tanah. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi dalam menentukan penggunaan *soil treatment* yang efektif untuk memperoleh nilai resistansi tanah yang lebih rendah.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyusun dengan sistematika

bab dan juga sub bab, sehingga penulis membentuk dan menyusun Tugas Akhir ini dengan pedoman format dan sistematika sebagai berikut:

#### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian dan manfaat penelitian, beserta sistematika penulisan.

#### BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas teori yang mendukung penelitian, meliputi sistem pentanahan, tahanan pentanahan, faktor yang memengaruhi resistansi tanah, karakteristik tanah, pengaruh kelembapan tanah terhadap resistivitas, serta material *soil treatment* seperti bentonit, arang, dan natrium klorida.

#### BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan yang digunakan, metode pengumpulan data, prosedur pengukuran tahanan tanah, flowchart penelitian, serta metode analisis data.

#### BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil pengukuran tahanan tanah pada area penelitian, perbandingan hasil sebelum dan sesudah *soil treatment*, serta pembahasan efektivitas sistem pentanahan..

#### BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini mencantumkan seluruh referensi yang digunakan dalam penelitian, baik dari buku, jurnal, maupun sumber daring sesuai dengan format penulisan APA.

#### LAMPIRAN

Berisi data pendukung seperti hasil pengukuran, tabel perhitungan, gambar, atau dokumentasi kegiatan penelitian yang relevan.