

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahun seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan teknologi. Hal ini mendorong perlunya peningkatan keandalan dan efisiensi sistem tenaga listrik [1]. Salah satu komponen kunci dalam menjaga keandalan sistem tenaga listrik adalah gardu induk, yang berfungsi sebagai penghubung antara sistem transmisi dan distribusi. Gardu induk tidak hanya berperan dalam menyalurkan daya listrik tetapi juga menjadi pusat pengaturan beban, pemulihan gangguan, serta pencatatan parameter listrik.

Dalam operasional gardu induk sering kali menghadapi berbagai risiko, termasuk potensi gangguan yang menyebabkan arus mengalir ke tanah. Arus gangguan ini dapat menciptakan gradien tegangan berbahaya antara peralatan dan tanah di sekitar gardu induk, yang dapat mengancam keselamatan manusia dan integritas peralatan listrik. Untuk mengatasi risiko tersebut, diperlukan sistem *grounding* yang efektif mampu menyalurkan arus gangguan ke tanah secara merata, meminimalkan beda potensial, dan memastikan keamanan area gardu.

Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam sistem *grounding* gardu induk adalah kombinasi *grid* dan *rod* [2]. Sistem ini dirancang untuk menghasilkan nilai tahanan pentanahan yang rendah serta tegangan langkah dan tegangan sentuh yang aman. Namun, meskipun kombinasi ini telah memenuhi standar keamanan, efisiensi desainnya sering kali masih menjadi pertanyaan. Desain yang tidak efisien dapat mengakibatkan penggunaan material yang berlebihan, meningkatkan biaya instalasi dan perawatan, serta mengurangi efektivitas sistem [3] [4] [5].

Untuk meningkatkan efisiensi, penelitian ini berfokus pada analisis dan perbandingan beberapa konfigurasi sistem *grounding*. Selain model *existing*, digunakan pula model alternatif seperti model L, T, dan Segitiga. Setiap model memiliki karakteristik unik yang dapat memengaruhi efisiensi dan kinerja sistem *grounding*. Dengan mempertimbangkan parameter seperti panjang konduktor, nilai

tahanan *grounding*, tegangan langkah, dan tegangan sentuh, penelitian ini bertujuan untuk menentukan desain yang paling ekonomis dan aman.

Studi ini dilakukan pada Gardu Induk 500 kV Bandung Selatan dengan menggunakan pendekatan perhitungan manual, simulasi perangkat lunak, dan analisis data aktual. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam optimasi sistem *grounding* gardu induk, tidak hanya pada aspek keamanan tetapi juga efisiensi desain. Temuan dari penelitian ini juga dapat menjadi acuan untuk pengembangan lebih lanjut di gardu induk lain yang memiliki karakteristik serupa.

## 1.2 Tinjauan Penelitian Sejenis

Tinjauan penelitian sejenis adalah bentuk penegasan keaslian karya ilmiah yang dibuat supaya bisa dipertanggungjawabkan sehingga tidak ada tindakan plagiat sebagai bentuk pembajakan terhadap karya orang lain, selain itu agar terciptanya ide-ide baru dalam dunia teknologi yang berkembang sekarang dan menjelaskan perbandingan terhadap riset yang telah dilakukan sebelumnya yang menjadi acuan pembuatan tugas akhir ini.

Tabel 1. 1 Daftar referensi.

Judul	Peneliti	Tahun
Rancangan Sistem Pentanahan Gardu Induk berdasarkan Variasi Luas Area dan Jumlah Elektroda.	Joel Panjaitan, Ayu Fitriani, Jhoni Hidayat, Muhammad Muchlisin, Arnold Pakpahan, Regina Sirait	2024
<i>Performance Evaluation of Grounding Systems of Medium-Voltage Concrete Poles: A Comprehensive Analysis.</i>	Emmanouil D Ellinas, Georgio Lianos, Vassiliki T Kontargyri, Christo A Christodoulou and Joanis F Gonos	2024
<i>Analysis of Electrical Grounding Design of Substation and Lines.</i>	Adeniyi D Adebayo, Chinedu James Ujam	2023

Judul	Peneliti	Tahun
<i>Effect of Non-Homogeneous Soil Characteristics on Substation Grounding-Grid Performances: A Review.</i>	Navinesshani Permal, Miszaina Osman, Azrul Mohd Ariffin, Mohd Zainal Abidin.	2021
<i>Evaluation of the Safety Performance of a 500-kV AC Substation Grounding Using IEEE Standart 80-2013.</i>	Haroon Farooq, Waqas Ali, Huma Iqbal, Akhtar Rasool, Intisar Ali Sajjad, Adnan Aslam Noon	2021

Penelitian ini [6] membahas evaluasi kinerja sistem pentanahan menggunakan kombinasi *grid* dan *rod*, dengan fokus pada pengaruh variasi luas area pentanahan terhadap resistansi tanah. Penelitian ini menggunakan simulasi perangkat lunak CYMGRD untuk memodelkan berbagai skenario luas area dan kedalaman elektroda *grid* dan *rod*, guna memastikan bahwa resistansi pentanahan tetap memenuhi standar keamanan yang berlaku. Hasil penelitian menunjukkan bagaimana konfigurasi area yang lebih besar dapat membantu mengurangi nilai resistansi pentanahan tanpa menekankan aspek optimasi desain.

Penelitian [7] mengevaluasi sistem pentanahan gardu tegangan menengah melalui analisis matematis dan simulasi. Penelitian ini menyoroti hubungan antara resistivitas tanah dan performa keselamatan sistem pentanahan, dengan fokus pada pemenuhan standar keamanan tanpa memaksimalkan efisiensi desain.

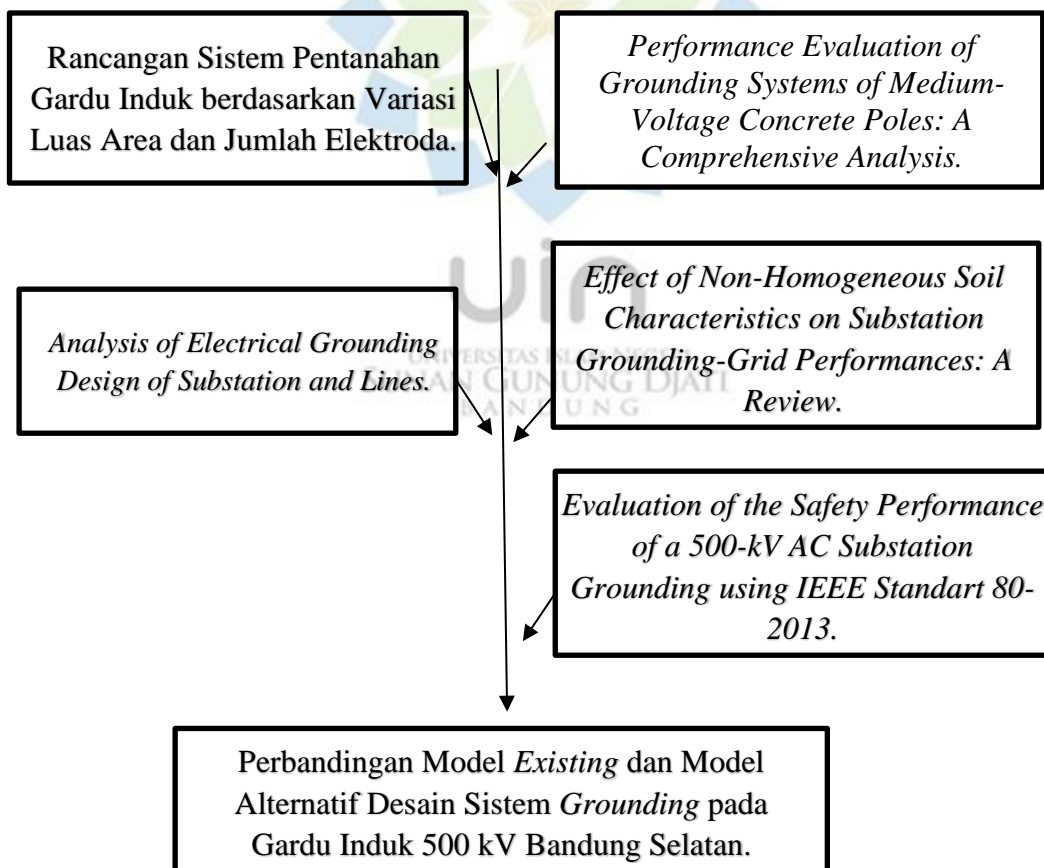
Artikel ini [8] memberikan panduan dasar untuk merancang sistem pentanahan yang aman dan andal, khususnya dalam menghadapi arus gangguan dan tegangan lebih. Penelitian ini menggunakan pendekatan umum untuk mengevaluasi kinerja pentanahan tanpa memprioritaskan efisiensi desain atau biaya, menjadikannya acuan penting dalam memahami prinsip dasar pentanahan di gardu induk.

Jurnal ini [9] membahas bagaimana resistivitas tanah yang tidak seragam memengaruhi performa *grid* pentanahan, terutama pada *Ground Potential Rise* (GPR). Studi ini menunjukkan bahwa variabel resistivitas tanah di lapisan atas dan

bawah dapat memengaruhi distribusi arus gangguan, sehingga penting untuk mempertimbangkan sifat tanah dalam desain sistem pentanahan

Penelitian ini [10] menganalisis sistem pentanahan pada Gardu Induk 500 kV menggunakan perangkat lunak ETAP untuk mengevaluasi tegangan langkah dan tegangan sentuh. Simulasi dilakukan dengan mempertimbangkan jenis material permukaan seperti kerikil dan beton, tanpa fokus pada optimasi desain. Studi ini menekankan pentingnya sistem pentanahan yang dirancang sesuai dengan standar keamanan untuk melindungi personel dan peralatan dari bahaya listrik.

Penelitian ini akan melakukan analisa dan simulasi sistem *grounding grid* pada gardu induk 500 kV Bandung Selatan berdasarkan standar IEEE Std 80-2013 dengan menggunakan *software*, serta dihubungkan dengan web sistem informasi. Untuk itu peneliti mengajukan judul tugas akhir “Analisis Sistem *Grounding* pada Gardu Induk 500 kV Bandung Selatan”.



Gambar 1. 1 Hubungan penelitian.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirumuskan masalah-masalah yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini yaitu bagaimana kinerja teknis masing-masing model alternatif desain sistem *grounding* (L, T, dan segitiga) dibandingkan dengan model *existing* pada Gardu Induk 500 kV Bandung Selatan?

### 1.4 Tujuan dan Manfaat

#### 1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kinerja teknis masing-masing model alternatif desain sistem *grounding* (L, T, dan segitiga) dan membandingkannya dengan model *existing* pada Gardu Induk 500 kV Bandung Selatan.

#### 1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat akademis yang ingin dicapai dari penelitian ini, memberikan kontribusi bagi perkembangan literatur ilmiah tentang analisis dan desain sistem *grounding* pada gardu induk dengan tegangan ekstra tinggi. Studi ini dapat menjadi referensi dalam memahami metode simulasi dan perhitungan yang diperlukan untuk optimasi sistem *grounding*, sehingga menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut terkait efisiensi dan keamanan sistem kelistrikan.
2. Manfaat praktis yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah menawarkan solusi yang efisien dan aman untuk pengelolaan sistem *grounding* pada gardu induk, khususnya di Gardu Induk 500 kV Bandung Selatan. Dengan konfigurasi *grounding* yang dioptimalkan melalui simulasi, operator gardu induk dapat mengurangi biaya instalasi dan pemeliharaan serta meminimalkan risiko gangguan operasional, sehingga mendukung ketersediaan pasokan listrik yang lebih andal bagi masyarakat.

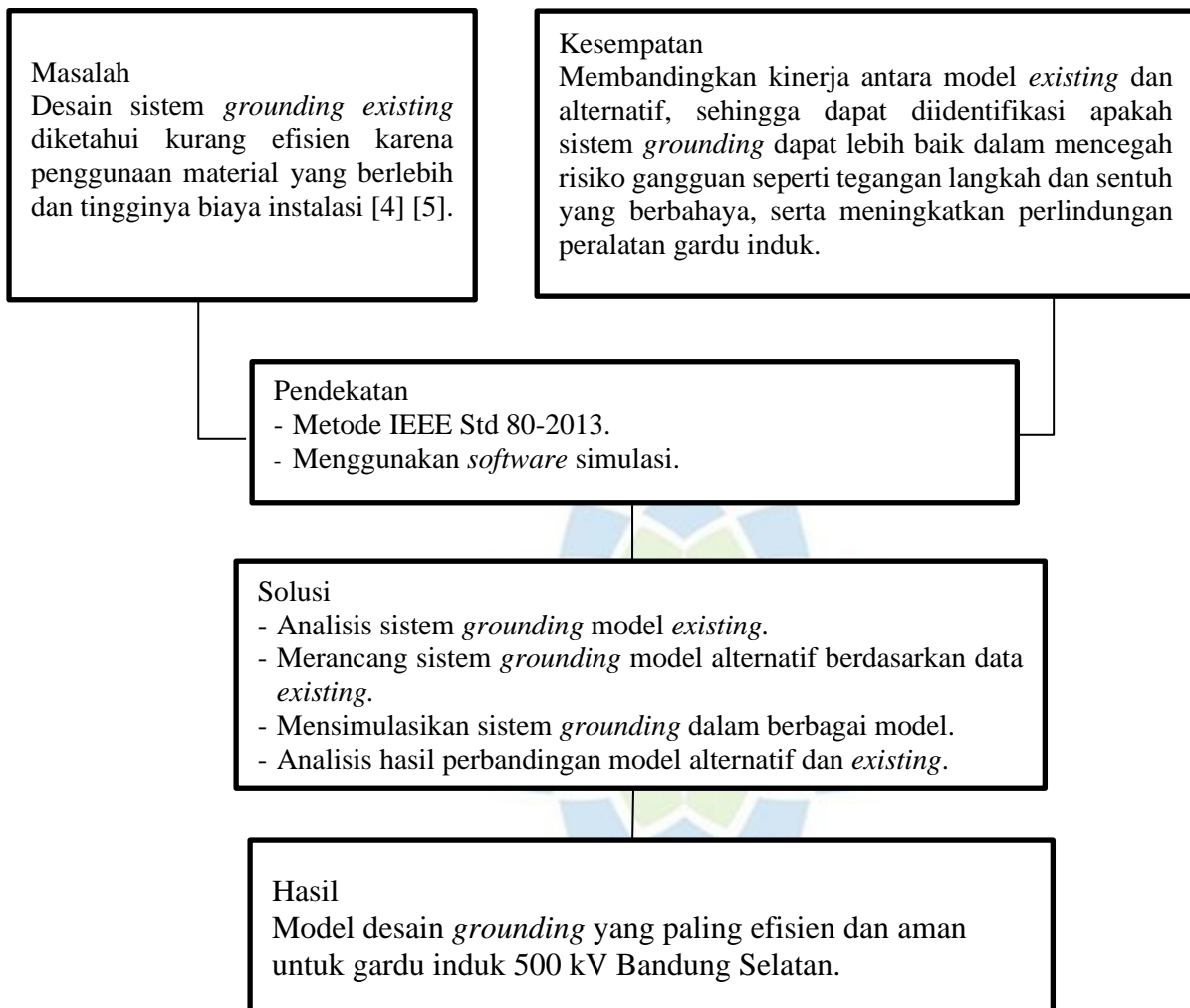
## 1.5 Batasan Masalah

Penelitian akan dibatasi pada beberapa bagian berikut:

1. Standar acuan yang digunakan dalam perhitungan adalah berdasarkan IEEE Std 80-2013 yang berjudul *IEEE Guide for Safety in A Substations Grounding*.
2. Lingkup analisis terbatas pada sistem *grounding* di GITET 500 kV Bandung Selatan.
3. Data yang diperoleh berdasarkan data aktual di ULTG Bandung Selatan.
4. Menganalisa hasil perhitungan manual dan simulasi menggunakan *software*.
5. Membandingkan model sistem *grounding* L, T, dan Segitiga dengan model *existing* dengan jarak antar konduktor *grid* yang sama seperti keadaan yang ada serta konduktor *rod* di setiap sudutnya.

## 1.6 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir yaitu berisi alur pemikiran yang memuat uraian sistematis tentang hasil perumusan masalah penelitian yang diperkirakan dapat diselesaikan melalui pendekatan yang dibutuhkan untuk “Perbandingan Model *Existing* dan Model Alternatif Desain Sistem *Grounding* pada Gardu Induk 500 kV Bandung Selatan”. Secara umum, kerangka berpikir penelitian ini dapat dijelaskan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Kerangka berpikir.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini memiliki sistematika penulisan dengan total 6 bab, dimana setiap bab mempunyai isi, penjabaran dari isi setiap bab pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, tinjauan penelitian sejenis, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan.

## **BAB II TEORI DASAR**

Bab ini memuat teori serta perhitungan yang berhubungan dan mendukung konsep penelitian yang akan dilakukan dalam analisis sistem *grounding* pada gardu induk transmisi ekstra tinggi.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi diagram alir serta tahapan-tahapan proses untuk pemecahan masalah untuk tujuan menganalisis sistem *grounding*.

## **BAB IV PERANCANGAN**

Bab ini berisi uraian tentang skema rancangan sistem *grounding* Gardu Induk dengan perhitungan manual dan perancangan model simulasi.

## **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini memuat tentang hasil dari penelitian yang dilakukan, meliputi perhitungan dari nilai resistansi pentanahan, tegangan sentuh, tegangan langkah, *ground potential rise* (GPR), dan perhitungan menggunakan *software*, serta analisis hasil simulasi dari perhitungan sistem *grounding* pada Gardu Induk 500 kV Bandung Selatan.

## **BAB VI PENUTUP**

Bab terakhir merupakan bagian penutup dari penelitian. Pada bagian ini akan dijelaskan kesimpulan hasil penelitian beserta saran-saran untuk penelitian berikutnya.