

### **BAB III**

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini membahas nilai Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah pada Gardu Induk 150 KV Bantul. Dimana penelitian ini Deskriptif menggunakan data dan fakta yang ada dilapangan lalu interpretatif dengan pembahasan data dengan menganalisa data lalu menyimpulkannya. Tujuannya mengevaluasi nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah di Gardu Induk 150 KV Bantul guna mengetahui apakah sistem pentanahan Gardu Induk Bantul Tetap aman dan memenuhi standar IEEE Std.80 Guide for Safety In AC Substation Grounding yang berlaku. Adapun metode pengambilan datanya sebagai berikut:

1. Metode Interview

Metode pengumpulan data melalui wawancara dengan petugas yang telah ditunjuk untuk memberikan data mengenai objek yang diamati.

2. Metode Observasi

Metode pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan secara langsung pada objek/peralatan pada PT. PLN (Persero) Gardu Induk 150 KV Bantul.

3. Metode Partisipasi

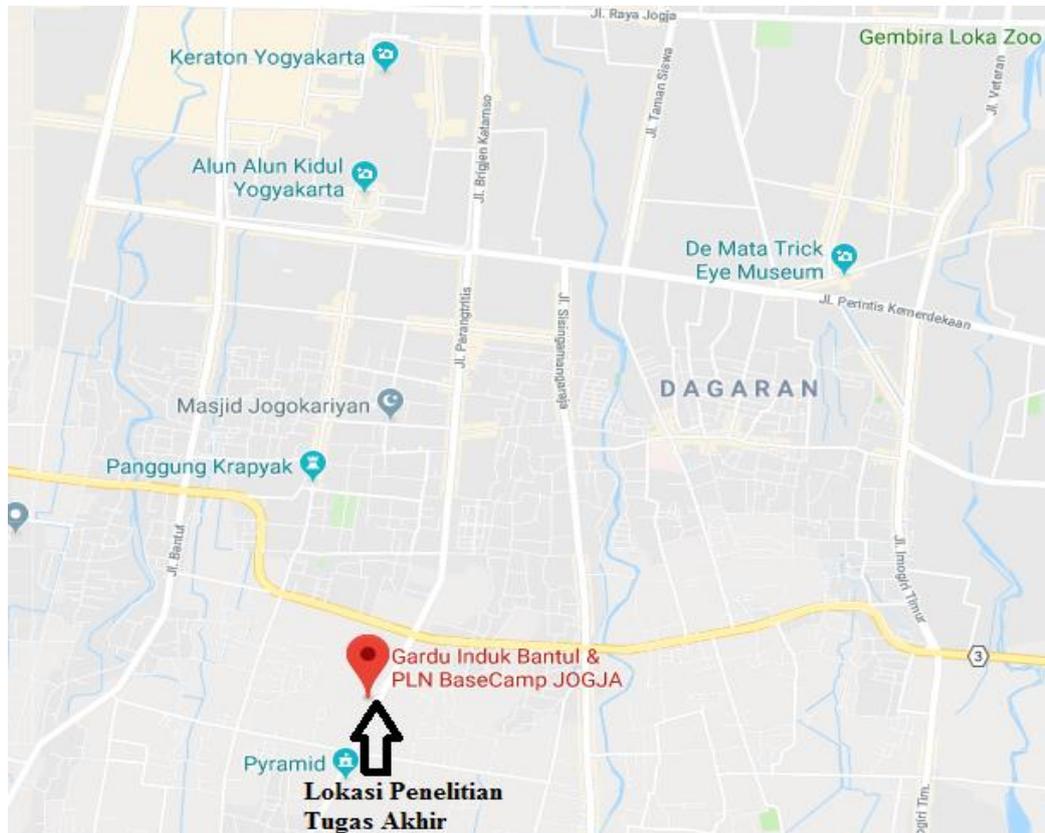
Metode pengumpulan data dan informasi yang melibatkan praktikan secara langsung dalam aktivitas tertentu.

4. Metode Kepustakaan

Metode pengumpulan dasar teori yang dilakukan dengan membaca dan mempelajari buku-buku referensi.

### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Gardu Induk Bantul dan PLN Basecamp Jogja alamat Jalan. Parangtritis km.7, Sewon, Kabupaten Bantul.



Gambar 3.1 Lokasi Gardu Induk 150 KV Bantul

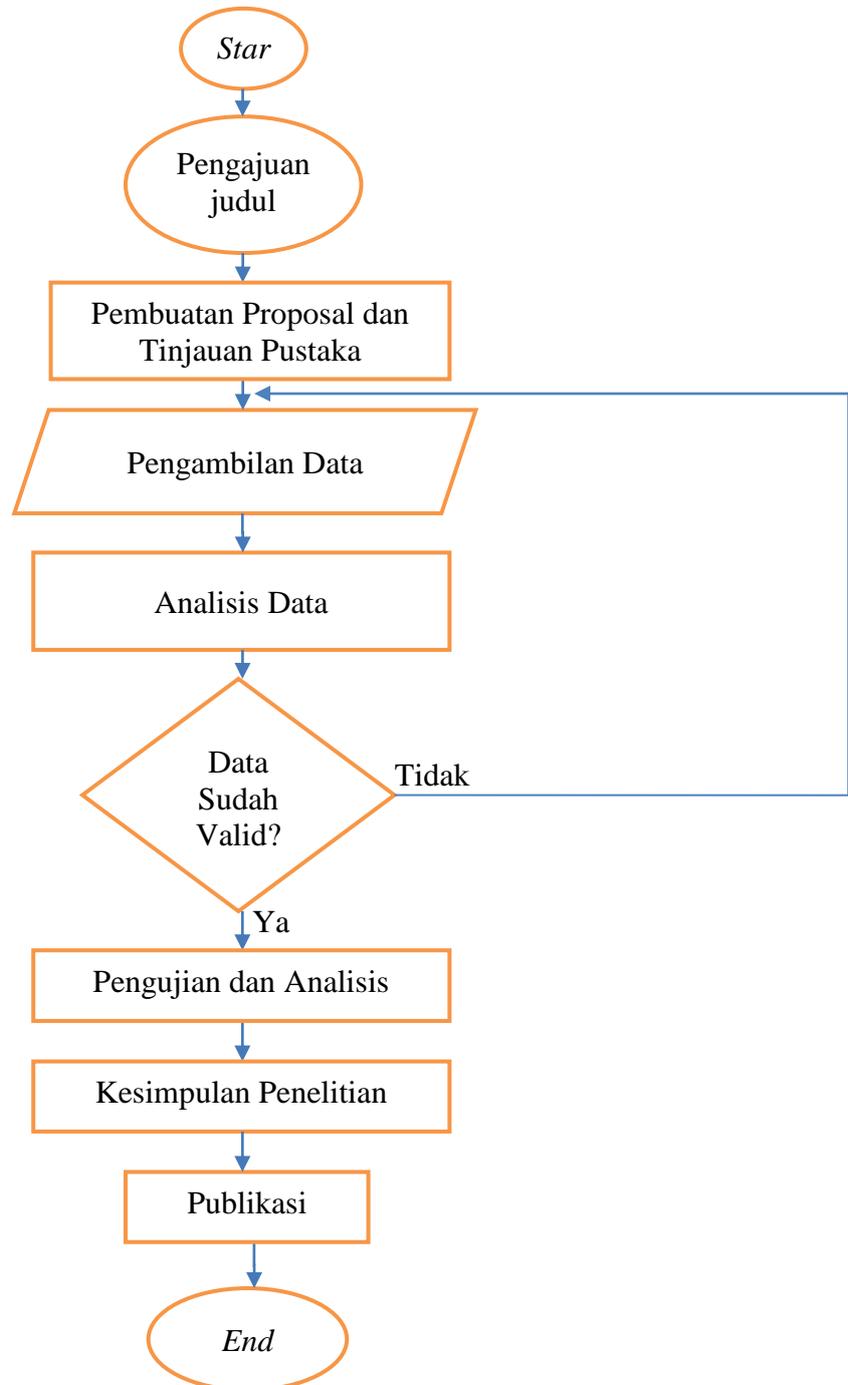
### 3.2 Alat dan Data yang Dibutuhkan

Dalam penelitian ini penulis membutuhkan alat penunjang dan data sebagai agar proses penelitian dan analisa berjalan dengan baik. Alat dan data yang diperlukan sebagai berikut:

1. Laptop merk TOSHIBA Inter (R) Core-i5 model Satellite.
2. Sistem Pentanahan Gardu Induk 150 Kv Bantul.
3. Luas penampang Grid Pentanahan.
4. Waktu Trip *Circuit Breaker*
5. Jenis Tanah

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Penulisan penelitian ini memiliki diagram alir agar semua langkah dalam pekerjaannya tidak keluar jalur yang telah dibuat. Berikut Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian



### 3.6 Parameter yang Diuji

Dalam penelitian ini penulis memiliki beberapa parameter yang akan digunakan dalam analisa pada BAB IV sebagai berikut:

#### 3.6.1 Tahanan Jenis Tanah

Tahanan jenis tanah pada lokasi gardu induk di ambil pada beberapa titik lokasi, kondisi dan jenis tanah yang ada di sekitar gardu induk. Tahanan jenis tanah dapat di hitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\rho = 2 \pi aR \dots \dots \dots (3.1)$$

dimana :

$\rho$  = Tahanan jenis rata-rata tanah ( $\Omega.m$ )

$a$  = Jarak antara batang elektroda yang terdekat (meter)

$R$  = Besar tahanan yang terukur ( $\Omega$ )

misalkan hasil pengukuran di lokasi gardu induk tersebut di peroleh besar tahanan jenis tanah rata-rata  $\rho$  : 5 Ohm-meter

Tabel 3.2 Data Tahanan Jenis Tanah

Jenis tanah	Tahanan jenis tanah ( $\Omega.m$ )
Tanah yang mengandung air garam	5-6
Tanah rawa	30
Tanah rawa	30
Tanah liat dan tanah ladang	100
Tanah pasir basah	200
Tanah batu dan krikil basah	500
Tanah pasir dan krikil kering	1000
Tanah batu	3000

#### 3.6.2 Tata Letak (*layout*)

Grid pentanahan menggunakan konduktor tembaga bulat yang di tanam pada seluruh batas gardu induk. Grid pentanahan harus dari bahan high conductivity standart (bahan yang berpenghantar tinggi) dan harus mempunyai luas penampang minimal 20 mm<sup>2</sup> dan di tanam di kedalaman 80 cm.

### 3.6.3 Arus Fibrilasi

Besarnya arus fibrilasi yang mengalir ketubuh manusia dimana arus listrik dapat menyebabkan jantung mulai fibrilasi, dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$K_{50} = 0.116$$

$$I_k = \frac{0,116}{\sqrt{t}} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana :

$I_k$  = Arus fibrilasi (ampere)

$t$  = waktu gangguan (detik)

### 3.6.4 Jumlah Batang Pentanahan Yang Diperlukan

Jumlah titik pentanahan dan jumlah elektroda pentanahan akan disesuaikan dengan hasil tes tahanan pentanahan. Untuk setiap bay jumlah titik pentanahan sekurang-kurangnya 9 elektroda copper rod diameter min 15 mm dengan panjang setiap batang 5 meter di pancangkan pada tanah asli dengan jarak satu dan lainnya tidak kurang dari panjang batang.

Untuk menentukan jumlah batang pentanahan menggunakan persamaan berikut

$$i = 3.1414 \times 10^{-5} d \sqrt{\frac{\delta \theta}{\rho t}} \dots\dots\dots(3.3)$$

dimana :

$i$  = kerapatan arus yang diizinkan (amp/cm)

$d$  = diameter batang pentanahan (mm)

$\delta$  = panas spesifik rata-rata tanah ( $1,75 \times 10^6$  watt/s  $m^3$  °C)

$\theta$  = kenaikan suhu tanah yang diizinkan (°C)

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( $\Omega.m$ )

$t$  = lama waktu gangguan (detik)

### 3.6.5 Perhitungan Tegangan Sentuh

Tegangan sentuh adalah tegangan yang terdapat di antara suatu objek yang di sentuh dan suatu titik berjarak 1 meter, dengan asumsi bahwa objek yang di sentuh dihubungkan dengan kisi-kisi pentanahan yang berada di bawahnya. Tegangan sentuh yang dapat di tentukan dengan persamaan rumus dan dapat di lakukan perhitungan sebagai berikut dari data yang kita dapat.

$$E_s = I_k (R_k + 1,5.\rho_s) \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

- $E_s$  = Tegangan sentuh (volt)
- $I_k$  = Arus fibrilasi (ampere)
- $R_k$  = Tahanan badan manusia ( $\Omega$ )
- $\rho_s$  = Tahanan jenis tanah ( $\Omega.m$ )

### 3.6.6 Perhitungan Tegangan Langkah

Tegangan langkah adalah tegangan yang timbul diantara dua kaki orang yang sedang berdiri diatas tanah yang sedang dialiri oleh arus kesalahan ketanah. Untuk mencari nilai hasil dari tegangan langkah dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E_l = I_k (R_k + 6 \rho_s) \dots\dots\dots(3.5)$$

- Dimana :
- $I_k$  = Arus Fibrilasi (ampere)
  - $R_k$  = Tahanan tubuh manusia ( $\Omega$ )
  - $\rho_s$  = Tahanan jenis tanah ( $\Omega.m$ )

### 3.6.7 Perhitungan Tegangan Sentuh Sebenarnya

Tegangan mesh itu secara pendekatan sama dengan pi, di mana  $\rho$  tahanan jenis tanah dalam ohm-meter dan  $i$  arus yang melalui konduktor kisi-kisi. Tetapi tahanan jenis tanah nyatanya tidak merata, demikian juga arus  $i$  tidak sama pada semua konduktor kisi-kisi. Oleh karena itu untuk mencakup pengaruh-pengaruh

jumlah konduktor paralel  $n$ , jarak-jarak konduktor paralel, diameter konduktor, dan kedalaman penanaman, tegangan mesh itu dihitung dari persamaan berikut :

$$E_m = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_g}{L_m} \dots \dots \dots (3.6)$$

Dimana :

$$K_m = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left[ \ln \frac{D^2}{16 \cdot n \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot n)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{n}{4 \cdot d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \left[ \frac{8}{\pi(2 \cdot n - 1)} \right]$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n$$

$\rho$  = Tahanan Jenis Tanah ( $\Omega m$ )

$I_g$  = Arus gangguan tanah (ampere)

$L_m$  = Panjang konduktor dan batang rod (meter)

### 3.6.8 Perhitungan Tegangan Langkah Sebenarnya

Tegangan langkah sebenarnya adalah perbedaan tegangan yang terdapat diantara kedua kaki bila manusia berjalan di tanah sistem pentanahan pada keadaan terjadi gangguan. Tegangan langkah maksimum sebenarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$E_s = \frac{\rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot I_g}{L_s} \dots \dots \dots (3.7)$$

Dimana :

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( $\Omega.m$ )

$$K_s = \frac{1}{\pi} \cdot \left[ \frac{1}{2 \cdot n} + \frac{1}{D \cdot n} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right]$$

$L_s = 0,75 \cdot L_c + 0,85 \cdot L_r$  ( $L_c$  = Total Panjang melintang)

( $L_r$  = Total panjang Rod)

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n$$

$I_g$  = Arus gangguan tanah (ampere)

### 3.6.9 Perhitungan Tahanan Ekivalen

Untuk menghitung tahanan ekivalen dari sistem pentanahan switchyard kita dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$R_o = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana :

r = jari-jari ekivalen dari luas switchyard (meter).