

STUDI ANALISIS PENTANAHAN DI AREA PEMBANGKIT PADA PLTMG SUMBAGUT-2 PEAKER LHOKSEUMAWE

Ikramu Shidiq¹, Fauzi², Said Abubakar³

^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: ikramushidiq@gmail.com

Abstrak —Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas merupakan mesin pembakaran yang menggunakan gas alam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sistem pentanahan pada PLTMG Sumbagut dan nilai tegangan sentuh dan tegangan langkah di PLTMG Sumbagut . Penelitian ini menggunakan metode observasi lapangan dengan pengambilan data-data dilapangan yang terdapat pada objek penelitian berupa data-data grounding. Dari hasil analisa dan perhitungan, maka bahwa pada PLTMG Sumbagut didapat resistansi pembumian grid nya sebesar 0,62 Ω . Tahanan pembumian grid ini dinyatakan telah memenuhi standar <1 Ω . Tegangan sentuh dan tegangan langkah pada PLTMG Sumbagut berdasarkan durasi lama gangguan 0,5 detik dengan berat badan manusia 50 Kg didapat yaitu 737,65 V dan 2.458,43 V. Hasil ini sudah memenuhi standar tegangan sentuh dan tegangan langkah berdasarkan IEEE Std 80-2013 untuk manusia dengan berat 50 Kg.

Kata-kata kunci: PLTMG, Tahanan, Tegangan Sentuh, Tegangan Langkah

I. PENDAHULUAN

Listrik adalah sumber tenaga paling utama yang dibutuhkan manusia untuk mencukupi kebutuhan kehidupannya. Pada zaman yang semakin maju maka kebutuhan akan sumber energi listrik otomatis akan terus meningkat dari tahun ke tahun, sehingga pihak penyedia tenaga listrik dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan manusia akan tenaga listrik.

Sistem pentanahan merupakan sistem hubungan penghantar yang menggabungkan perangkat- perangkat kelistrikan, peralatan dan instalasi dengan tanah sehingga dapat melindungi bahaya arus yang dapat merusak peralatan-peralatan instalasi dan membahayakan keselamatan manusia, jadi sistem pentanahan merupakan bagian penting dalam sistem tenaga listrik. Pembangkit listrik adalah sebuah sistem dari tenaga listrik yang memiliki fungsi utama untuk mendistribusikan aliran daya listrik dari saluran transmisi ke saluran transmisi lainnya dan kemudian disalurkan ke konsumen.

Pentanahan merupakan salah satu elektroda yang ditanam di bumi. Tujuannya untuk melindungi tenaga kerja atau orang yang berada di sekitar gardu induk maupun perlindungan terhadap beberapa objek yaitu bangunan, peralatan-peralatan yang terpasang. Diharapkan dengan satu metode pentanahan ini dapat menangkal bahaya- bahaya ketika terjadi gangguan. dimana arus gangguan yang mengalir ke bagian peralatan dan ke piranti pentanahan dapat diketanahkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan mulai dikenal pada tahun 1900. Sebelumnya sistem- sistem tenaga listrik tidak diketanahkan karena ukurannya masih kecil dan tidak

membahayakan. Namun setelah sistem-sistem tenaga listrik berkembang semakin besar dengan tegangan yang semakin tinggi dan jarak jangkauan semakin jauh, baru diperlukan sistem pentanahan. Jika tidak, hal ini bisa menimbulkan potensi bahaya listrik yang sangat tinggi, baik bagi manusia, peralatan dan sistem pelayanannya sendiri.

Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen- komponen instalasi dari bahaya gangguan listrik. Oleh karena itu, secara umum, tujuan sistem pentanahan adalah:

1. Menjamin keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan tegangan langkah.
2. Menjamin kerja peralatan-peralatan listrik.
3. Mencegah kerusakan peralatan-peralatan listrik.
4. Menyalurkan energi serangan petir ke tanah.
5. Menstabilkan tegangan saat terjadi gangguan[1].

B. Struktur Komposisi Tanah

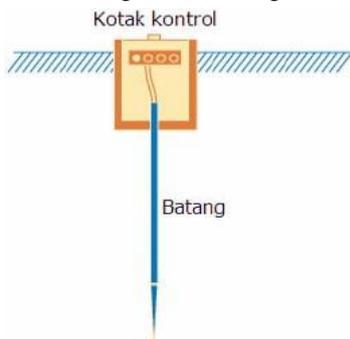
PLTMG Sumbawa Sumbagut dibangun di atas lahan seluas ± 5 Ha, yang berlokasi di desa Meuria Paloh, Kecamatan Muara Satu, Kota Lhokseumawe, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Pekerjaan tanah ini dimulai dengan pekerjaan penebangan pohon, pengupasan tanah permukaan yang kemudian dilanjutkan dengan pekerjaan pemotongan dan timbunan serta pemadatan tanah dilaksanakan lapis demi lapis sampai dengan elevasi desain yaitu ground level El ± 10 m.

Tanah yang digunakan pada pekerjaan timbunan ini diambil dari pemotongan tanah di site dan transportasi dari pemotongan ke penimbunan menggunakan Dump Truck. Penghamparan material timbunan menggunakan bulldozer serta dipadatkan menggunakan Vibrator Roller kapasitas. Pekerjaan timbunan ini dilaksanakan bertahap lapis demi lapis, ketebalan lapisan timbunan pekerjaan ini adalah 0,30 meter, dan dilakukan pengujian tes kepadatan (sand cone) sebelum dilanjutkan ke layer berikutnya pematatan dilakukan hingga mendapatkan nilai kepadatan timbunan lebih besar atau sama dengan 95% dry density[2].

C. Jenis-Jenis Elektroda

1. Elektroda Batang (ROD)

Merupakan elektroda dari pipa atau besi yang dipasangkan kedalam tanah. Merupakan jenis elektroda yang biasa digunakan di gardu induk. Gambar 1 Elektroda Batang (ROD) sebagai berikut :



Gambar 1. Elektroda Batang

2. Elektroda Plat

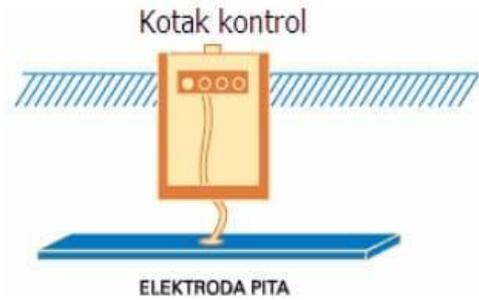
Merupakan elektroda berbahan logam yang utuh atau berlubang maupun terbuat dari kawat. Elektroda ini digunakan bila sangat susah untuk memperoleh tahanan pentanahan yang diinginkan pada dasarnya penanaman elektroda ini dalam. Gambar 2 Elektroda Plat sebagai berikut:



Gambar 2. Elektroda Plat Tembaga

3. Elektroda Pita

Merupakan elektroda yang terbuat dari penghantar berbentuk plat atau pipih yang ditanam dalam. Pemasangan elektroda jenis ini sangat sulit apabila jenis tanah yang ada berbatu. Untuk mendapatkan nilai tahanan yang kecil juga sangat sulit maka dapat diatasi dengan pemasangan horizontal kedalam tanah[3].



Gambar 3. Elektroda Pita

D. Bagian - Bagian dari Pentanahan

Tahanan pentanahan dalam keadaan normal harus mempunyai tahanan serendah mungkin, dan dalam keadaan up normal harus mampu mengalirkan tegangan gangguan/ tegangan lebih ke tanah secepat mungkin tanpa ada hambatan dan tidak sampai terjadi busur tanah di sekitar elektroda pentanahan. Busur tanah akan terjadi bila tahanan pentanahan sangat besar sehingga berbahaya bagi manusia, binatang dan tumbuh-tumbuhan disekitar elektroda pentanahan. Termasuk terjadinya kebakaran pada peralatan dan sistem.

Bagian-bagian dari tahanan pentanahan adalah:

1. Tahanan pentanahan.
2. Elektroda pentanahan.
3. Konduktor pentanahan.
4. Penangkal petir

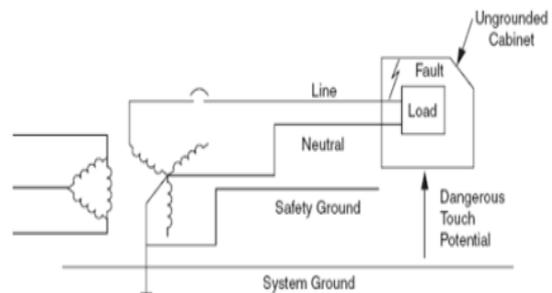
Kesemua bagian tersebut bekerja satu kesatuan dalam mempercepat proses pengamanan terhadap gangguan tegangan lebih[4].

E. Bagian Tegangan Sentuh dan Tegangan Langkah

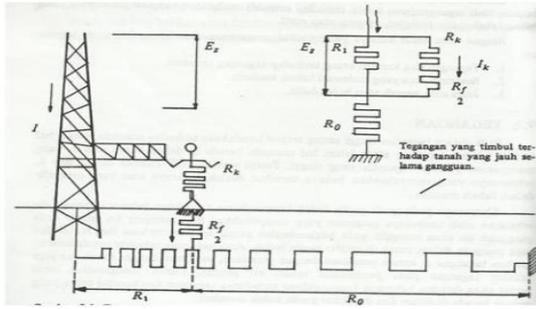
Pada hakekatnya perbedaan tegangan selama mengalirnya arus gangguan tanah dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Tegangan Sentuh

Tegangan sentuh (*touch voltage*) adalah tegangan yang terjadi antara dua permukaan konduksi, yang dapat dipicu oleh sentuhan manusia. Tegangan sentuh yang tinggi dapat disebabkan adanya kegagalan bagian peralatan.



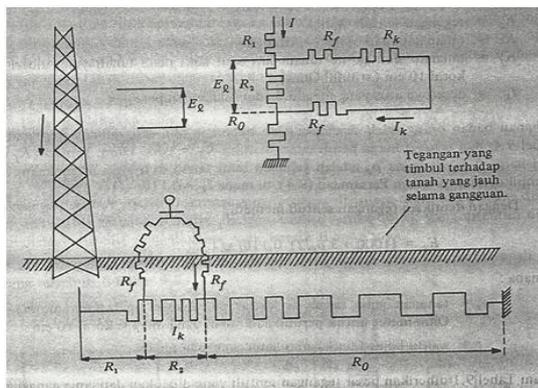
Gambar 4. Tegangan Sentuh Akibat Kesalahan Pentanahan



Gambar 5. Tegangan Sentuh Dengan Rangkain Penggantinya

2. Tegangan Sentuh

Tegangan langkah adalah tegangan antara dua kaki orang yang sedang berdiri di atas tanah yang sedang dialiri arus gangguan tanah. Besar tegangan langkah dapat dihitung dengan persamaan[3]:



Gambar 6. Tegangan langkah dekat peralatan yang diketanahkan

III METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Informasi dalam penelitian ini sangat diperlukan untuk menyelesaikan tugas akhir ini, maka metode dilakukan untuk mendapat informasi antara lain:

1. Studi literature. Dalam melaksanakan penelitian ilmiah harus dilakukan teknik penyusunan yang sistematis untuk memudahkan langkah-langkah yang diambil. Begitu pula yang dilakukan penelitian ini, langkah pertama yaitu dengan melakukan studi literature yang diperoleh dari buku referensi dari pustaka, akses internet dan bimbingan dari staf pengajar agar mendapat data-data yang berhubungan dengan permasalahan dalam penulisan proposal tugas akhir ini.
2. Pengambilan data lapangan. Pengambilan data lapangan dilakukan di PLTMG Sumbagut Arun meliputi, data grounding dan *single line diagram*.

Adapun spesifikasi Grounding sebagai berikut:

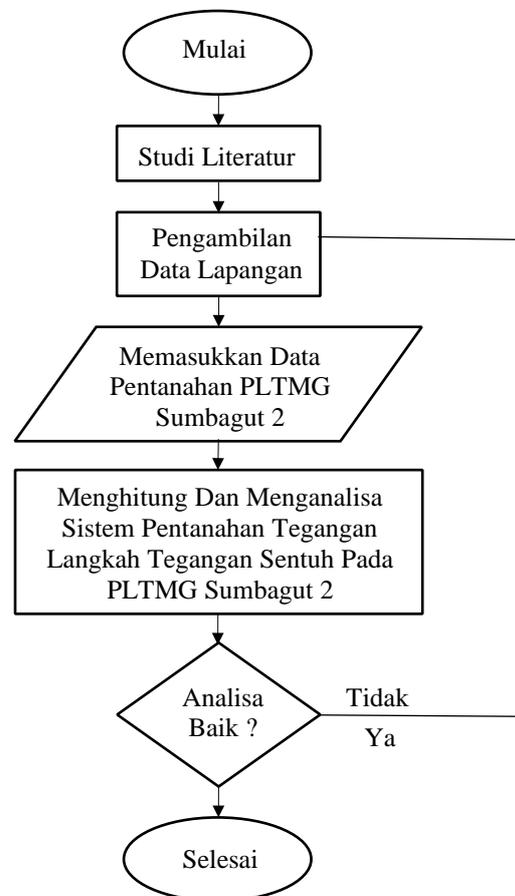
1. Manufacturer : Voksel

2. Material Grounding : Bare Copper
3. Sistem Penyambung : Clamp C dan Cadwell

Tabel 1
Spesifikasi Kabel Grounding

Section	Service
16 mm ²	<ul style="list-style-type: none"> • Conduits • Motor P < 15 kW
35 mm ²	<ul style="list-style-type: none"> • Motors 150 kW ≤ P ≤ 630 kW.
50 mm ²	<ul style="list-style-type: none"> • Motors 15 kW ≤ P ≤ 37 kW.
70 mm ²	<ul style="list-style-type: none"> • Motors 37 kW ≤ P ≤ 55 kW.
120 mm ²	<ul style="list-style-type: none"> • Trays • Motors 55 kW ≤ P ≤ 150 kW.
240 mm ²	<ul style="list-style-type: none"> • MV Switchgear • Power Distribution Centers • MCCs

Adapun flowchart atau susunan langkah kerja dari dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Flowchart

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem Grounding Pada PLTMG Sumbagut

Grounding berfungsi untuk memberikan perlindungan kepada manusia dan peralatan terhadap setiap efek arus bocor, hubung singkat dan lightning discharge. Pekerjaan grounding system pada proyek PLTMG Sumbagut mencakup outdoor dan indoor equipment/structure, dimana spesifikasi teknik yang disyaratkan seperti tercantum dan berpedoman dalam dokumen kontrak. Tahanan akhir ke tanah harus 0,5 Ohm atau kurang (pengukuran grounding dilakukan pada kondisi kering).

B. Data Grounding Pada PLTMG Sumbagut

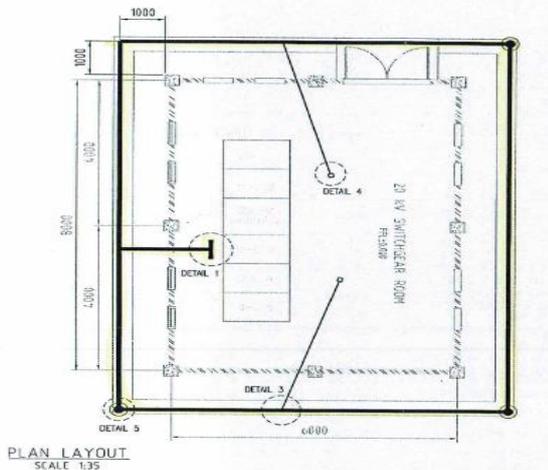
Grounding conductor yang digunakan pada PLTMG Sumbagut ini adalah copper dengan ukuran 240 mm² yang digelar pada tanah dengan kedalaman 1 meter, sedangkan grounding electrode yang digunakan adalah stainless steel dengan ukuran panjang 6 m dan diameter 20 mm.



Gambar 8. Pengukuran Grounding

C. Layout Lokasi Sistem Grounding Mesh Pada PLTMG Sumbagut

Tanah yang digunakan pada PLTMG Sumbagut adalah timbunan yang diambil dari pemotongan tanah di site. Penghamparan material timbunan menggunakan bulldozer. Timbunan ini dilaksanakan bertahap lapis demi lapis, ketebalan lapisan timbunan pekerjaan ini adalah 0,30 meter.



Gambar 9. Layout Lokasi Grounding

D. Model Dan Cara Penyambungan Sistem Pentanaha PLTMG Sumbagut

Pekerjaan awal grounding sistem adalah memasang main mesh kabel tembaga dengan penampang 240 mm² pada setiap area dan setelah itu dilakukan pemasangan ground rod pada titik titik yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan pemasangan pig tail dengan rising point pada setiap pondasi peralatan atau steel structure. Pig tail dipasang dengan menggunakan PVC insulated cable yang disambung ke main mesh dengan sistim Exothermic Welding.



Gambar 10. Instalasi Grounding Root

E. Menghitung Resistansi Pembumian Grid PLTMG Sumbagut

Perhitungan resistansi pembumian grid dilakukan dengan data-data sebagai berikut:

- ρ : 100 Ω -m
- L_T : 1692 m
- A : 6230 m²
- h : 0,3 m

maka, didapat resistansi pembumian grid adalah :

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1+h\sqrt{20/A}} \right) \right]$$

$$R_g = 100 \left[\frac{1}{1692} + \frac{1}{\sqrt{20 \times 6230}} \left(1 + \frac{1}{1+0,3\sqrt{\frac{20}{6230}}} \right) \right]$$

$$R_g = 0.62 \Omega$$

F. Tegangan Sentuh

Pada perhitungan kriteria tegangan sentuh digunakan data-data sebagai berikut:

- R_s : 1000 Ω
- ρ_s : 3000 Ω -m
- t_f : 0,5s

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2h_s + 0,09}$$

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \left(1 - \frac{1000}{3000} \right)}{2(0,15) + 0,09}$$

$$C_s = 0,777$$

Maka didapat kriteria tegangan sentuhnya :

$$E_{touch50} = (100 + 1,5C_s \times \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_f}}$$

$$E_{touch50} = (100 + 1.5 \times 0.777 \times 3000) \frac{0.116}{\sqrt{0.5}}$$

$$E_{touch50} = 737,65 V$$

Tabel 2
Hasil Perhitungan Tegangan Sentuh

Berat Manusia (kg)	Tegangan Sentuh (Et) (V)	Tegangan Sentuh Berdasarkan IEEE Std 80-2013 (V)
50	737,65	890

Berdasarkan dari tabel 2 di atas, pada tegangan sentuh untuk manusia dengan berat badan 50 Kg didapat hasil sebesar 737,65 V. Nilai tersebut memenuhi standar dari tegangan sentuh yang diizinkan berdasarkan IEEE 802013 sebesar 890 V dengan durasi gangguan 0,5 detik. Jadi, setting waktu yang baik untuk proteksi gangguan yang memenuhi keamanan dan keselamatan manusia dengan berat 50 Kg adalah 0,5 detik.

G. Tegangan Langkah

Pada perhitungan kriteria tegangan langkah digunakan data-data sebagai berikut:

$R_s : 1000 \Omega$

$\rho_s : 3000 \Omega\text{-m}$

$t_f : 0,5s$

Maka, untuk nilai C_s nya adalah :

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2h_s + 0,09}$$

$$C_s = 1 - \frac{0,09 \left(1 - \frac{1000}{3000}\right)}{2(0,15) + 0,09}$$

$C_s = 0,777$

Maka didapat kriteria tegangan langkahnya :

$$E_{step50} = (100 + 6C_s \times \rho_s) \frac{0.116}{\sqrt{t_f}}$$

$$E_{step50} = (100 + 6 \times 0.777 \times 3000) \frac{0.116}{\sqrt{0.5}}$$

$$= 2458,4 V$$

Tabel 3
Hasil Perhitungan Tegangan Langkah

Berat Manusia (kg)	Tegangan Langkah (Et) (V)	Tegangan Langkah Berdasarkan IEEE Std 80-2013 (V)
50	2.458,4	3.140

Berdasarkan tabel 3, pada tegangan langkah untuk manusia dengan berat badan 50 Kg didapat hasil 2458,4 V. nilai ini telah memenuhi standar dari tegangan langkah yang diizinkan berdasarkan IEEE 80-2013 sebesar 3.140 V dengan durasi lama gangguan 0,5 detik.

Dengan hasil ini, setting waktu yang baik untuk proteksi gangguan yang memenuhi standar keamanan dan keselamatan manusia dengan berat badan 50 Kg adalah 0,5 detik.

V KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada PLTMG Sumbagut 2 Peaker 250 MW sistem pentanahan awalnya dengan memasang main mesh kabel tembaga dengan penampang 240 mm² pada setiap area dan setelah itu dilakukan pemasangan ground rod pada titik titik yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan pemasangan pig tail dengan rising point pada setiap pondasi peralatan atau steel structure. Pig tail dipasang dengan menggunakan PVC insulated cable yang disambung ke main mesh dengan sistim Exothermic Welding.
2. Dari hasil yang didapat nilai Tegangan sentuh di PLTMG Sumbagut 2 Peaker 250 MW adalah sebesar 737.65 V, Nilai tersebut sudah memenuhi standar dari tegangan sentuh yang diizinkan berdasarkan IEEE 802013 sebesar 890 V dengan durasi gangguan 0,5 detik. Sedangkan nilai Tegangan Langkah adalah sebesar 2485.4 V. Nilai tersebut telah memenuhi standar dari tegangan langkah yang diizinkan berdasarkan IEEE 80-2013 sebesar 3.140 V.

REFERENSI

- [1] Pranoto, Agus. 2018. “Analisa Sistem pentanahan Gardu Induk Teling Dengan Konstruksi Grid (Kisi-kisi)”.
- [2] Safrizal. 2019. “Proses Pembangkitan Pada PLTMG Sumbagut 2 Peaker 250 MW”. Laporan Praktek Kerja Lapangan. Lhokseumawe : Program Studi Teknologi Rekaya Pembangkit Energi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [3] Heri Budiman Dkk “Evaluasi Tegangan Sentuh Tegangan Langkah Dan Teganan Pindah Givet 275 KV Bengkayang”
- [4] Fauzi. Dkk “Peran Tahanan Pentanahan Pada Peralatan Tenaga Listrik”.