

PERBAIKAN SISTEM PENTANAHAN PERALATAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) JENIS TANAH KERIKIL KERING

Ghoni Musyhar

Teknik Elektronika
Politeknik Muhammadiyah Pekalongan
Jl. Raya Pahlawan No. Gejlig – Kajen Kab. Pekalongan
Telp.: (0285) 385313, e-mail: poltekmuh_pkl@yahoo.com

ABSTRACT

Tujuan sistem pentanahan adalah untuk membatasi tegangan pada bagian-bagian peralatan yang tidak dialiri arus dan antara bagian-bagian tersebut dengan tanah, hingga tercapai suatu nilai yang aman untuk semua kondisi operasi, baik kondisi normal maupun saat terjadi gangguan.

Hasil pengukuran resistans pentanahan di lokasi yaitu 12,51 ohm pada jarak 3 meter dari PLTMH dan untuk memenuhi PUIL 2000 dari hasil perhitungan diperlukan 5 (lima) elektrode pentanahan yang dipasang paralel pada kedalaman 1,5 (satu setengah) meter dari permukaan tanah. Sehingga Resistans pentanahan total yang dihasilkan 2,52 ohm yaitu dibawah 2,63 ohm dari PUIL 2000.

Sesuai dengan tujuan pentanahan bahwa arus gangguan harus secepatnya terdistribusi secara merata ke dalam tanah, maka penyelidikan tentang karakteristik tanah sehubungan dengan pengukuran tahanan dan tahanan jenis tanah merupakan faktor penting yang sangat mempengaruhi besarnya tahanan pentanahan.

Hasil pengukuran resistansi pentanahan pada PLTMH yang terukur 12,5 Ω masih jauh dari standar PUIL 2000. Maka dilakukan upaya-upaya untuk memperkecil nilai resistansi tersebut. Caranya dengan memasang ground rod tambahan sebanyak 4 buah, yang diperkirakan jika nilai resistansinya sama akan didapat nilai tahanan sebesar 2,50 Ω . Karena perbedaan nilai tahanan dari masing-masing ground rod, maka hasil yang terukur masih tinggi. Untuk itu perlu ditambah sebuah ground rod lagi.

Kata kunci: Sistem pentanahan pembangkit, PLTMH

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keamanan di sebuah pembangkit sangat penting sekali, dari turbin, generator, dan komponen pendukung yang meliputi semua alat yang berkaitan dengan panel-panel kelistrikan dan elektronik penunjang lainnya. Yang mana semua alat pendukung di pembangkit sangat vital untuk kelangsungan operasional pembangkit. Keamanan dan keselamatan dari operator pelaksana pembangkit yang setiap hari bekerja di dalamnya juga perlu diperhatikan. Keamanan dan keselamatan yang dimaksud di sini adalah tentang pentanahan. Karena jika terjadi kebocoran arus apabila pentanahannya bagus akan aman pada alat maupun operatornya, hal tersebut karena arus bocor dengan cepat langsung dibuang ke tanah.

Tujuan sistem pentanahan adalah untuk membatasi tegangan pada bagian-bagian peralatan yang tidak dialiri arus dan antara bagian-bagian tersebut dengan tanah, hingga tercapai suatu nilai yang aman untuk semua kondisi operasi, baik kondisi normal maupun saat terjadi gangguan. Sistem pentanahan berguna untuk memperoleh tegangan potensial yang merata dalam suatu bagian struktur dan peralatan, serta untuk memperoleh jalan balik

arus hubung-singkat/ arus gangguan ke tanah yang memiliki resistansi rendah. Sebab apabila arus gangguan dipaksakan mengalir ke tanah dengan tahanan yang tinggi, maka hal tersebut akan menimbulkan perbedaan tegangan yang besar sehingga dapat membahayakan.

Pada saat terjadi gangguan, arus gangguan yang dialirkan ke tanah akan menimbulkan perbedaan tegangan pada permukaan tanah yang disebabkan karena adanya tahanan tanah.

Di sini penulis melakukan pengukuran resistans pentanahan di lokasi yaitu rata-rata 12,51 ohm pada jarak 3 meter dari PLTMH dan untuk memenuhi PUIL 2000 dari hasil perhitungan diperlukan 5 (lima) elektrode pentanahan yang dipasang paralel pada kedalaman 1,5 (satu setengah) meter dari permukaan tanah. Sehingga Resistans pentanahan total yang dihasilkan 2,52 ohm yaitu dibawah 2,63 ohm dari PUIL 2000.

Penelitian ini membahas tentang Perbaikan Sistem Pentanahan Peralatan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jenis Tanah kerikil kering di desa Curug Muncar kecamatan Petungkriyono kabupaten Pekalongan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana cara memperbaiki pentanahan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro jenis tanah cadas dengan cara yang sederhana?

1.3 Batasan Masalah

Untuk lebih mempersempit ruang lingkup penelitian, penulis membatasi penelitian hanya pada perbaikan pentanahan dengan cara memparalelkan elektroda untuk memperkecil resistansi.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah memperbaiki sistem grounding yang sudah ada, hingga mencapai nilai standar PUIL 2000. Sehingga dengan adanya perbaikan ini diharapkan akan lebih menjamin keamanan dan keselamatan alat pembangkit serta manusia di sekitarnya. Dengan adanya hal tersebut diharapkan dapat meningkatkan kinerja PLTMH secara kontinuitas, dikarenakan alat-alat elektronik penunjang pembangkit tidak cepat rusak.

Operasional PLTMH yang bagus akan berdampak positif terhadap banyak sektor, baik pendidikan, UKM, pariwisata maupun keamanan. Hal yang demikian berarti sudah ikut andil dalam pembangunan bangsa dan negara.

2. LANDASAN TEORI

Salah satu usaha untuk memperkecil tegangan permukaan tanah maka diperlukan suatu pentanahan yaitu dengan cara menambahkan elektroda pentanahan yang ditanam ke dalam tanah. Oleh karena lokasi peralatan listrik (PLTMH) biasanya tersebar dan berada pada daerah yang kemungkinannya mempunyai struktur tanah berlapis-lapis maka diperlukan perencanaan pentanahan yang sesuai, dengan tujuan untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang kecil sehingga tegangan permukaan yang timbul tidak membahayakan baik dalam kondisi normal maupun saat terjadi gangguan ke tanah. Dalam paper ini analisa dilakukan dengan menggunakan elektroda batang (Rod) dengan berbagai jenis pemasangannya

Pentanahan peralatan adalah penghubungan bagian bagian peralatan listrik yang pada keadaan normal tidak dialiri arus. Tujuannya adalah untuk membatasi tegangan antara bagian bagian peralatan yang tidak dialiri arus dan antara bagian bagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman untuk semua kondisi operasi baik kondisi normal maupun saat terjadi gangguan. Sistem pentanahan ini berguna untuk memperoleh potensial yang merata dalam suatu bagian struktur dan peralatan serta untuk memperoleh impedansi yang rendah sebagai jalan balik arus hubung singkat ke tanah. Bila arus hubung singkat ke tanah dipaksakan mengalir melalui tanah dengan tahanan yang tinggi akan menimbulkan perbedaan tegangan yang besar dan berbahaya.

Dalam analisis ini digunakan beberapa parameter yaitu kedalaman penanaman elektroda

pentanahan, panjang elektroda batang, jumlah elektroda batang (rod), ketebalan lapisan tanah bagian pertama dan tahanan jenis tanah tiap lapisan dengan menggunakan beberapa asumsi yaitu:

- Lapisan-lapisan tanah sejajar terhadap permukaan tanah
- Tahanan jenis tanah adalah konstan untuk setiap lapisan
- Analisa hanya dilakukan untuk elektroda rod
- Panjang rod (L) untuk semua kemungkinan pemasangan adalah sama (3.5 meter)

Pada saat terjadi gangguan, arus gangguan yang dialirkan ke tanah akan menimbulkan perbedaan tegangan pada permukaan tanah yang disebabkan karena adanya tahanan tanah. Jika pada waktu gangguan itu terjadi seseorang berjalan di atas switch yard sambil memegang atau menyentuh suatu peralatan yang diketanahkan yang terkena gangguan, maka akan ada arus mengalir melalui tubuh orang tersebut. Arus listrik tersebut mengalir dari tangan ke kedua kaki dan terus ke tanah, bila orang tersebut menyentuh suatu peralatan atau dari kaki yang satu ke kaki yang lain, bila ia berjalan di switch yard tanpa menyentuh peralatan. Arus ini yang membahayakan orang dan biasanya disebut arus kejutan. Berat ringannya bahaya yang dialami seseorang tergantung pada besarnya arus listrik yang melalui tubuh, lamanya arus tersebut mengalir dan frekuensinya.

2.1. Arus Melalui Tubuh Manusia

Kemampuan tubuh manusia terhadap besarnya arus yang mengalir di dalamnya terbatas dan lamanya arus yang masih dapat ditahan sampai yang belum membahayakan sukar ditetapkan. Berdasarkan hal ini maka batas - batas arus berdasarkan pengaruhnya terhadap tubuh manusia dijelaskan berikut ini.

Bila seseorang memegang penghantar yang diberi tegangan mulai dari harga nol dan dinaikkan sedikit demi sedikit, arus listrik yang melalui tubuh orang tersebut akan memberikan pengaruh. Mula mula akan merangsang syaraf sehingga akan terasa suatu getaran yang tidak berbahaya bila dengan arus bolak balik dan akan terasa sedikit panas pada telapak tangan bila dengan arus searah (arus persepsi) Bila tegangan yang menyebabkan terjadinya tingkat arus persepsi dinaikkan lagi maka orang akan merasa sakit dan kalau terus dinaikkan maka otot-otot akan kaku sehingga orang tersebut tidak berdaya lagi untuk melepaskan konduktor tersebut.

Apabila arus yang melewati tubuh manusia lebih besar dari arus yang mempengaruhi otot dapat mengakibatkan orang menjadi pingsan bahkan sampai mati, hal ini disebabkan arus listrik tersebut mempengaruhi jantung sehingga jantung berhenti bekerja dan peredaran darah tidak jalan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Dalziel disebutkan bahwa 99.5 % dari semua orang yang beratnya kurang dari 50 kg masih dapat menahan arus pada frekuensi 50 Hz atau 60 Hz yang mengalir melalui tubuhnya dan waktu yang ditentukan oleh persamaan sebagai berikut :

$$I_k^2 \cdot t = K \quad (1)$$

$$I_k = \sqrt{\frac{K}{t}} \quad (2)$$

$$\sqrt{K} \text{ maka } I_k = \frac{k}{\sqrt{t}} \quad (3)$$

Jikak=

Keterangan :

I_k : besarnya arus yang mengalir melalui tubuh (Ampere)

t : lamanya arus mengalir dalam tubuh atau lama gangguan tanah (detik)

K : konstanta empiris, sehubungan dengan adanya daya kejutan yang dapat ditahan oleh X % dari sekelompok manusia.

Untuk X=99.5 %, 50 kg diperoleh K= 0.0135, maka k = 0.116

Untuk X=99.5 %, 70 kg diperoleh K=0.01246 maka k = 0.157

Dengan menggunakan persamaan (3) akan diperoleh besarnya arus yang masih dapat ditahan seseorang sebagai berikut :

$$\text{Untuk berat } \pm 50 \text{ kg } I_k = \frac{0.116}{\sqrt{t}} \quad (4)$$

$$\text{Untuk berat } \pm 70 \text{ kg } I_k = \frac{0.157}{\sqrt{t}} \quad (5)$$

2.2 Tahanan Tubuh Manusia

Tahanan tubuh manusia berkisar di antara 500 Ohm sampai 100.000 Ohm tergantung dari tegangan, keadaan kulit pada tempat yang mengadakan hubungan (kontak) dan jalannya arus dalam tubuh. Kulit yang terdiri dari lapisan tanduk mempunyai tahanan yang tinggi, tetapi terhadap tegangan yang tinggi kulit yang menyentuh konduktor langsung terbakar, sehingga tahanan dari kulit ini tidak berarti apa-apa. Tahanan tubuh manusia ini yang dapat membatasi arus. Berdasarkan hasil penyelidikan oleh para ahli maka sebagai

pendekatan diambil harga tahanan tubuh manusia sebesar 1000 Ohm.

2.3. Karakteristik Tanah

Karakteristik tanah merupakan salah satu faktor yang mutlak diketahui karena mempunyai kaitan erat dengan perencanaan dan sistem pentanahan yang akan digunakan. Sesuai dengan tujuan pentanahan bahwa arus gangguan harus secepatnya terdistribusi secara merata ke dalam tanah, maka penyelidikan tentang karakteristik tanah sehubungan dengan pengukuran tahanan dan tahanan jenis tanah merupakan faktor penting yang sangat mempengaruhi besarnya tahanan pentanahan. Pada kenyataannya tahanan jenis tanah harganya bermacam-macam, tergantung pada komposisi tanahnya dan faktor faktor lain.

Jenis Tanah	Resistivitas (ohm -m)
Tanah Rawa	10-40
Tanah Liat	20 -100
Pasir Basah	50-200
Kerikil Basah	200 - 3000
Kerikil Kering	< 10000
Tanah Berbatu	2000 - 30000

Tabel nilai resistivitas dari berbagai jenis tanah

Untuk memperoleh harga tahanan jenis tanah yang akurat diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi PLTMH karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sesederhana yang diperkirakan. Pada suatu lokasi tertentu sering dijumpai beberapa jenis tanah yang mempunyai tahanan jenis yang berbeda-beda (non uniform). Pada pemasangan sistem pentanahan dalam suatu PLTMH, tidak jarang peralatan pentanahan tersebut ditanam pada dua atau lebih lapisan tanah yang berbeda yang berarti bahwa tahanan jenis tanah di tempat itu tidak sama. Apabila lapisan tanah pertama dari sistem pentanahan mempunyai tahanan jenis sebesar r_1 sedangkan lapisan bawahnya dengan tahanan jenisnya adalah r_2 , maka diperoleh faktor refleksi K seperti pada persamaan :

$$K = \frac{r_2 - r_1}{r_2 + r_1} \quad (6)$$

Dari persamaan (6) di atas memungkinkan faktor refleksi K berharga positif atau negatif.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tahanan jenis tanah antara lain: Pengaruh temperatur, pengaruh gradien tegangan, pengaruh besarnya arus, pengaruh kandungan air dan pengaruh kandungan bahan kimia. Pada sistem pengetanahan yang tidak mungkin atau tidak perlu untuk ditanam lebih dalam sehingga mencapai air tanah yang konstan, variasi tahanan jenis tanah

sangat besar. Kadangkala pada penanaman elektroda memungkinkan kelembaban dan temperatur bervariasi, untuk hal seperti ini harga tahanan jenis tanah harus diambil dari keadaan yang paling buruk, yaitu tanah kering dan dingin. Berdasarkan harga inilah dibuat suatu perencanaan pengetanahan.

Nilai tahanan jenis tanah (r) sangat tergantung pada tahanan tanah (R) dan jarak antara elektroda-elektroda yang digunakan pada waktu pengukuran. Pengukuran perlu dilakukan pada beberapa tempat yang berbeda guna memperoleh nilai rata-ratanya. Tahanan jenis rata-rata dari dua lapis tanah menurut IEEE standar 81 dimodelkan sebagai berikut :

$$Rho_{av} = \rho \left\{ 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K^n}{d} \left[\frac{2a}{\sqrt{1+(2nH/a)^2}} - \frac{a}{\sqrt{1+(2nH/2a)^2}} \right] \right\} \quad (7)$$

dimana :

Rho_{av} : tahanan jenis rata-rata dua lapis tanah (Ohm-m)

r_1 : tahanan jenis tanah lapisan pertama (Ohm-m)

a : jarak antara elektroda (meter)

h : ketebalan lapisan tanah bagian pertama (meter)

K : koefisien refleksi

d : diameter elektroda (meter)

n : jumlah pengamatan (sampel) tiap lapisan tanah yang diamati

Perbedaan tahanan jenis tanah akibat iklim biasanya terbatas sampai kedalaman beberapa meter dari permukaan tanah, selanjutnya pada bagian yang lebih dalam secara praktis akan konstan.

2.4 Konduktor Pentanahan

Konduktor yang digunakan untuk pentanahan harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain:

- Memiliki daya hantar jenis (conductivity) yang cukup besar sehingga tidak akan memperbesar beda potensial lokal yang berbahaya.
- Memiliki kekerasan (kekuatan) secara mekanis pada tingkat yang tinggi terutama bila digunakan pada daerah yang tidak terlindung terhadap kerusakan fisik.
- Tahan terhadap peledakan dari keburukan sambungan listrik, walaupun konduktor tersebut akan terkena magnitudo arus gangguan dalam waktu yang lama.
- Tahan terhadap korosi.

Dari persamaan kapasitas arus untuk elektroda tembaga yang dianjurkan oleh IEEE Guide standar, Onderdonk menemukan suatu persamaan :

$$A = I \sqrt{\frac{33t}{\log_{10} \left(\frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1 \right)}} \quad (8)$$

dimana :

A : penampang konduktor (circular mills)

I : arus gangguan (Ampere)

t : lama gangguan (detik)

T_m : suhu maksimum konduktor yang diizinkan ($^{\circ}C$)

T_a : suhu sekeliling tahunan maksimum ($^{\circ}C$)

Persamaan di atas dapat digunakan untuk menentukan ukuran penampang minimum dari konduktor tembaga yang dipakai sebagai kisi-kisi pentanahan.

2.5 Penentuan Panjang Elektroda Pentanahan

Kebutuhan akan konduktor pentanahan pada umumnya baru diperkirakan setelah diketahui tata letak peralatan yang akan diketanahkan serta sistem pentanahan yang akan digunakan. Sebagai dasar pertimbangan dalam penentuan panjang konduktor pentanahan umumnya digunakan tegangan sentuh, bukan tegangan langkah dan tegangan pindah. Hal ini disebabkan karena tegangan langkah yang timbul di dalam instalasi yang terpasang pada switch yard umumnya lebih kecil daripada tegangan sentuh tersebut.

Pentanahan peralatan PLTMH mula mula dilakukan dengan menanamkan batang konduktor tegak lurus permukaan tanah (rod). Penelitian selanjutnya dengan sistem penanaman elektroda secara horisontal dengan bentuk kisi-kisi (grid) dan gabungan sistem grid dengan rod.

2.6 Penentuan Jumlah Batang Pengetanahan

Pada saat arus gangguan mengalir antara batang pengetanahan dengan tanah, tanah akan menjadi panas akibat i^2r . Suhu tanah harus tetap di bawah $100^{\circ}C$ untuk menjaga jangan sampai terjadi penguapan air kandungan dalam tanah dan kenaikan tahanan jenis tanah.

Kerapatan arus yang diizinkan pada permukaan batang pentanahan dapat dihitung dengan persamaan [13] :

$$i = 3.1414 \times 10^{-5} d \sqrt{\frac{\delta \theta}{\rho t}} \quad (9)$$

dimana :

i : kerapatan arus yang diizinkan (Ampere/cm)

d : diameter batang pengetanahan (mm)

δ : panas spesifik rata-rata tanah ($\pm 1.75 \times 10^6$ watt-detik tiap m^2 tiap $^{\circ}C$)

θ : kenaikan suhu tanah yang diizinkan ($^{\circ}C$)

r : tahanan jenis tanah (Ohm-m)

t : lama waktu gangguan (detik)

Seluruh panjang batang pentanahan yang diperlukan dihitung dari pembagian arus gangguan ke tanah dengan kerapatan arus yang diizinkan, sedang jumlah minimum batang pentanahan yang diperlukan diperoleh dari pembagian panjang total dengan panjang satu batang, atau dalam bentuk lain dituliskan sebagai berikut :

$$N_{\min} = \frac{I_g}{L_{p1} \times i} \quad (10)$$

dimana :

N_{\min} : jumlah minimum batang pentanahan yang diperlukan

I_g : arus gangguan ke tanah (Ampere)

i : kerapatan arus yang diizinkan (Ampere/cm)

3. METODELOGI

3.1 Desain Metode Penelitian

Penelitian tindak (action) : peneliti terlibat untuk mengubah situasi, perilaku dan organisasi.

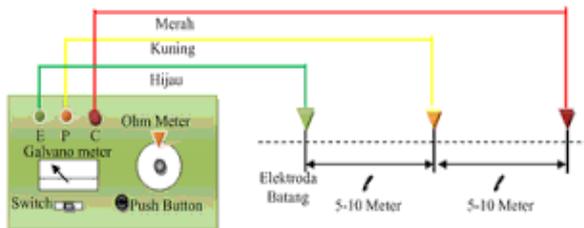
3.2 Alat Yang Digunakan

Earth Tester.

Earth Tester adalah alat untuk mengukur nilai resistansi dari *grounding*

Cara penggunaan *earth tester*:

- Pada *switch* pilih mode Ω .
- Tekan push button.
- Lihat penunjuk voltase tanah apabila jarum bergerak dengan cepat sampai mentok ke ujung *volt meter*, *check* kembali instalasi kabel.
- *Adjust* ohm meter sampai nilai voltase pada *galvanometer* "0 volt".
- Lakukan instalasi *earth tester* seperti tampak jarak L adalah sebesar 5 meter.
- Baca nilai resistansi yang terbaca pada alat tersebut. Itulah nilai resistansi tanah.



3.3 Prosedur Penelitian

- a. Pengukuran resistansi pentanahan pada sistem grounded yang sudah ada di PLTMH Curug Muncar.
- b. Melakukan perhitungan secara matematis penentuan tambahan ground rod.
- c. Memasang ground rod tambahan, dan

melakukan pengukuran ulang terhadap resistansi pentanahan.

- d. Penyusunan penulisan dari hasil penelitian.

3.4 Metode Yang Digunakan (simulasi/eksperimen)

- Pengukuran awal
- Simulasi
- Aplikasi simulasi
- Pengukuran akhir

3.5 Software / Hardware Yang Dipakai

Electrical Calculation, Earth Tester, elektroda tembaga dan ground rod

3.6 Validasi Eksperimen

Keaslian penelitian kali ini bisa ditunjukkan belum adanya penelitian-penelitian sejenis di Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Curug Muncar 2. Hal tersebut bisa dibuktikan dengan belum adanya dokumentasi tentang penelitian kelistrikan khususnya tentang pentanahan dan perjanjian kerjasama di bagian administrasi pengurus Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Curug Muncar 2.

3.7 Target Yang Dicapai

Target yang harus dicapai dalam penelitian ini adalah memperoleh hasil pengukuran tahanan tanah di bawah 2,63 ohmsesuai standar PUIL 2000.

3.8 Hipotesa

Besarnya nilai resistansi grounded di sebabkan karena faktor jenis tanah di lokasi PLTMH curug muncar yang ada di daerah pegunungan. Selain itu juga pemasangan ground rod yang kurang dalam yang disebabkan karena di dalam tanah banyak bebatuan.

Untuk mengatasi hal tersebut salah satu caranya adalah dengan memasang ground rod lagi secara paralel, sehingga nilai tahanannya bisa semakin rendah.

3.9 Hasil Awal / Sementara

Resistansi pentanahan yang terukur sementara adalah 2,52 ohm yaitu dibawah 2,63 ohm dari PUIL 2000.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Seperti yang telah dibahas di bab 1, bahwa hasil pengukuran pentanahan PLTMH adalah 12,51 ohm pada jarak 3 meter dari pembangkit. Untuk itu diperlukan suatu cara untuk mendapatkan nilai resistansi yang sesuai dengan standar PUIL 2000.

Jika secara teori maka bisa dilakukan dengan cara memparalelkan beberapa elektroda bumi agar di capai nilai resistansi yang sesuai.

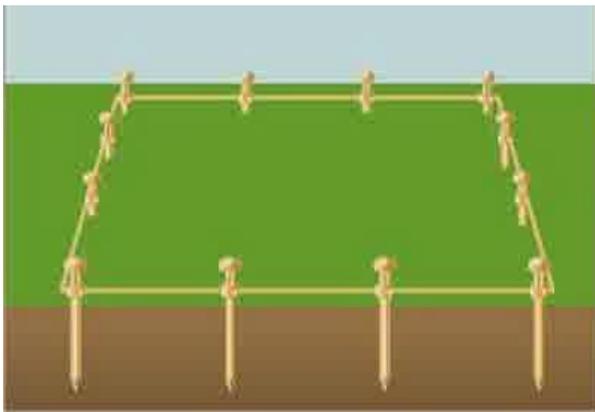
Jika dipasang 5 elektroda, maka jika diasumsikan nilainya sama maka :

$12,5 // 12,5 // 12,5 // 12,5 // 12,5 = 2,50 \Omega$ (sudah sesuai dengan standar PUIL 2000)

Ternyata masalahnya tak sesederhana itu. Dari 5 elektroda yang dipasang nilainya setelah diukur tidak sama. Masing-masing nilainya adalah : 12,5 , 11,0 , 17,5, 25,0 , 33,5. Jika dihitung dengan aturan resistansi paralel maka akan didapat:

$12,5 // 11,0 // 17,5 // 25,0 // 33,5 = 3,25 \Omega$.

Nilai 3,25 Ω belum sesuai dengan target yang diinginkan seperti di bab 1 yaitu di bawah 2,63 Ω .



Gambar. Hubungan beberapa elektroda pantanahan

Untuk itu perlu dilakukan langkah strategis supaya resistansi pentanahan sesuai target. Caranya dengan menambah 1 elektroda (ground rod) lagi. Hanya saja kendalanya sudah susah memasang jarak yang dekat dengan pembangkit. Jarak yang bisa diupayakan adalah 5 meter.

Setelah pemasangan hasil yang terukur adalah 29,7 Ω . Dan apabila dihitung ulang nilai resistansinya menjadi :

$12,5 // 11,0 // 17,5 // 25,0 // 33,5 // 13,7 = 2,62 \Omega$ (sesuai target)

Hasil pengukuran total setelah semua elektroda disambung secara paralel terbaca di alat ukur adalah 2,59 Ω .

Penurunan nilai resistansi total pembumian kemungkinan disebabkan oleh naiknya suhu udara. Karena pengukuran resistansi yang terakhir dilakukan pada waktu tengah hari.

No	Temperatur (°C)	Resistivitas (ohm)
1	-5	70.000
2	0	30.000
3	0	10.000
4	10	8000
5	20	7000
6	30	6000
7	40	5000
8	50	4000

Sumber : IEEE std 142-1991

4.2 Pembahasan

Seperti yang telah kita ketahui bahwa kenaikan suhu bumi akan berpengaruh kepada nilai resistansinya. Jadi jika ada perbedaan nilai resistansi dari hasil pengukuran pagi dan siang adalah hal yang wajar. Yang terpenting nilai maksimum resistansinya tidak melebihi dari target yang diinginkan.

5. KESIMPULAN

5.1 Simpulan

Hasil pengukuran resistansi pentanahan pada PLTMH yang terukur 12,5 Ω masih jauh dari standar PUIL 2000. Maka dilakukan upaya-upaya untuk memperkecil nilai resistansi tersebut. Caranya dengan memasang ground rod tambahan sebanyak 4 buah, yang diperkirakan jika nilai resistansinya sama akan didapat nilai tahanan sebesar 2,50 Ω .

Karena perbedaan nilai tahanan dari masing-masing ground rod, maka hasil yang terukur masih tinggi. Untuk itu perlu ditambah sebuah ground rod lagi. Dengan penambahan ground rod tersebut nilai tahanan resistansi akhirnya terukur 2,62 Ω (sesuai target).

Daftar Pustaka

- Aslimeri, Ganefri. 2008. Teknik Transmisi Tenaga Listrik : Departemen Pendidikan Nasional.
- Muslim Supari. 2008. Teknik Pembangkit Tenaga Listrik : Departemen Pendidikan Nasional.

2. Fayyadl, Muhammad. 2006. Rekonfigurasi Jaringan Distribusi
3. Hutauruk, T. S. 1990. “Transmisi Daya Listrik”. Jakarta: Penerbit Erlangga.
4. KESDM. 2010. Indonesia Energy Outlook 2010. Jakarta: Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral KESDM.
5. Maryono. 2008. <http://www.alpensteel.com/article/50-104-energi-sungai-pltmh--micro-hydro-power/1911-krisis-listrik-diatasi-oleh-pltmh> diakses April 2013.
6. Neidle, Michael. 1991. Teknologi Instalasi Listrik. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
7. ilham syaqir, tenaga listrik Mikrohidro di 17.24
8. lembagaenergihijau@yahoo.com