

**PERBAIKAN SISTEM PENTANAHAN INSTALASI LISTRIK
DENGAN KARBON AKTIF KULIT PADI DAN GARAM
DI DESA KEDUNGMEGARIH KEC. KEMBANGBAHU
KABUPATEN LAMONGAN**

Zainal Abidin ¹⁾, Abdurrahman Wahid ²⁾, Ahmad Fauzi Maulana ³⁾
Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Lamongan, Indonesia
e-mail: zainalabidin@unisla.ac.id

ABSTRACT

Dissemination of the results of research conducted in the village of Kedungmegarih, Kembangbahu Lamongan, which taken as samples to conduct experiments in fields that have dry soil conditions with an average depth of springs more than 100 m, in conditions it is far from standard electric grounding which requires resistance conditions low ground. Moist or wet soil structures are ideal conditions where soil resistance is low, so that electric grounding is a condition stated in PUIL 2000 that the recommended grounding of the building insulation is a minimum of 5Ω and a maximum of 10Ω . The method used in the implementation of the dissemination is to modify the grounding system in the installation of several houses in Kedungmegarih Kembangbahu by using the activated charcoal salt system as an alternative model for modifying soil conditions to obtain lower soil resistance. Based on the results of the dissemination in the field, it can be concluded that grounding water, salt and activated charcoal with a size of 5: 2: 1 produces an average resistance value of 1.52Ω , and an average of 2.43Ω on wet lime soil. Compared to the method without modification The average value of active charcoal in soil is 3Ω and 3.5Ω on lime soils. Grounding using water, salt and activated charcoal can reduce grounding efficiency by 75% in lime soils and 65% in solid soils.

KEYWORDS: *grounding, activated charcoal, salt, soil resistance.*

Accepted: September 01 2020	Reviewed: September 20 2020	Publised: Oktober 07 2020
--------------------------------	--------------------------------	------------------------------

PENDAHULUAN

Dalam Peraturan Umum Instalasi Listrik 2000 disebutkan bahwa instalasi listrik ada dua jenis resiko utama yaitu: a. Arus kejut listrik , b. Suhu berlebihan yang sangat mungkin mengakibatkan kebakaran, luka bakar atau efek cedera listrik.

Besar tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tidaklah sama. Faktor yang mempengaruhi tahanan jenis tanah yaitu: a) Keadaan struktur

tanah antara lain ialah struktur geologinya, seperti tanah liat, tanah rawa, tanah berbatu, tanah berpasir, tanah gambut dan sebagainya; b) Unsur kimia yang terkandung dalam tanah, seperti garam, logam, dan mineral-mineral lainnya. c) Keadaan iklim, basah atau kering, d) Temperatur tanah dan jenis tanah, e) Struktur dan karakteristik tanah merupakan salah satu faktor yang perlu diketahui karena berkaitan erat dengan hambatan jenis tanah. Penanaman elektroda memungkinkan kelembaban dan temperatur bervariasi, untuk hal seperti ini nilai hambatan jenis tanah harus diambil dari keadaan yang paling buruk, yaitu tanah kering dan dingin.(Abidin, 2017).

Diseminasi hasil penelitian yang diaplikasikan di desa Kedungmegarih yang berada di wilayah selatan Lamongan memiliki rata-rata kedalaman sumber air 100 meter lebih. Dengan kondisi seperti ini resistensi tanah relatif tinggi. Untuk itu diperlukan modifikasi pengkondisian karakteristik tanah agar menjadi lembab dan basah. Pemanfaatan arang, garam dan unsur-unsur seperti bentonit sering digunakan untuk pengkondisian tanah agar memiliki resistensi yang lebih rendah (Kasim et al., 2016).

Dengan latar belakang tersebut, sangat perlu pengkondisian tanah di desa Kedungmegarih Kembangbahu Lamongan dengan memanfaatkan campuran garam, arang aktif dan air untuk menurunkan resistensi tanah agar sistem pentanahan (*grounding*) tanah kering dapat bekerja dengan baik. Pentanahan yang baik akan meningkatkan kualitas daya suatu sistem instalasi listrik rumah atau gedung.(Yuniari & Lestari, 2003)

METODE PELAKSANAAN

a. Metode Sistem Pentanahan Arang Aktif dan Garam

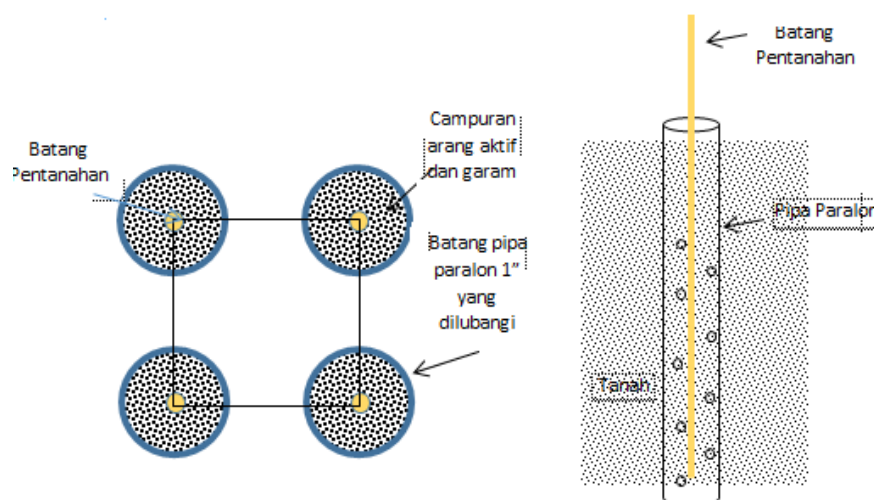
Pemanfaatan pentanahan (*grounding*) pada diseminasi lapangan menggunakan metode modifikasi pertanahan menggunakan arang aktif dan garam. Pelaksanaan lapangan dilakukan dengan cara melakukan perhitungan terhadap data resistensi tanah yang telah diberikan perlakuan fisik berupa penambahan air, garam dan arang aktif yang bertujuan untuk mencari nilai resistivitas yang rendah dari tanah tersebut.

Cara untuk menurunkan tahanan jenis tanah ini disebut dengan teknik pengkondisian tanah. Adapun macam-macam teknik pengkondisian tanah yaitu : a. Teknik bentonit, b. Teknik kokas atau arang, c. Teknik tepung logam., d. Teknik garam, e. Teknik semen konduktif.(Ign Janadarna, 2005)

Modifikasi tanah dilakukan dengan menambahkan air pada tanah kering dengan penambahan sebanyak 2,5 % berat tanah atau setara 25 gram berat

air. Penambahan dilakukan secara bertahap sebanyak 2,5% sampai dengan 15%. Pencampuran tanah dan air dilakukan secara merata. Penambahan arang aktif pada tanah kering dengan penambahan sebanyak 2,5 % berat tanah atau setara 25 gram berat arang aktif. Penambahan dilakukan secara bertahap 2,5% sampai dengan 15%. Pencampuran tanah dan arang aktif dilakukan secara merata. Penambahan larutan garam pada tanah kering dengan komposisi penambahan garam sebanyak 2,5 % berat tanah atau setara 25 gram berat garam ditambah dengan 5% air atau setara dengan berat 50 gram air. Penambahan garam dilakukan secara merata. (Abidin, 2017)

b. Desain Sistem



Gambar 1. Desain sistem pentanahan garam-arang aktif



Gambar 2. Implementasi pelaksanaan sistem

1. Bahan Penelitian

Pengamatan dan pengukuran meliputi 2 jenis kondisi tanah :

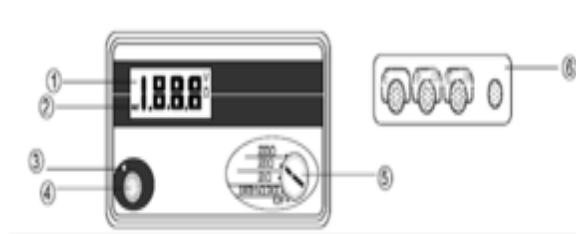
- a. Kondisi tanah kapur
- b. Kondisi tanah padas

2. Elektroda

Elektroda yang digunakan adalah elektroda tembaga diameter 1.5 cm dengan panjang 1, 75 meter yang dipasang vertikal yang ditanam ditengah pipa paralon yang sudah diisi campuran arang aktif-garam-air.

3. Peralatan pengukuran

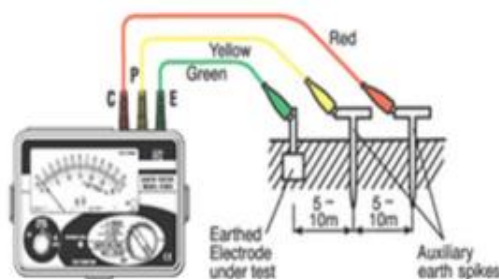
Peralatan yang digunakan dalam pengukuran tahanan pentanahan adalah Megger (*Earth Resistance Meter*)



Gambar 3. Earth Resistance Meter

4. Cara Pengukuran

Rangkaian pengukuran resistensi tanah ditunjukkan pada gambar 4 berikut :



Gambar 4. Skema pengukuran elektroda tunggal

5. Langkah-langkah Pengukuran

- a. Menyiapkan alat dan bahan
- b. Mengecek tegangan baterai dengan menghidupkan *Digital Earth Resistance Tester* . Jika layar tampak bersih tanpa simbol baterai lemah berarti kondisi baterai dalam keadaan baik. Jika layar menunjukkan simbol baterai lemah atau bahkan layar dalam keadaan gelap berarti baterai perlu diganti.
- c. Membuat rangkaian pengujian seperti pada Gambar 4 dengan menanam elektroda utama dan elektroda bantu.
Menanam elektroda dengan memukul kepala elektroda menggunakan martil, jika menjumpai lapisan tanah yang keras sebaiknya jangan memaksakan penanaman elektroda.
- d. Menentukan jarak antar elektroda bantu minimal 5 meter dan maksimal 10 meter
- e. Mengukur tegangan tanah dengan mengarahkan range *switch* ke *earth voltage* dan pastikan bahwa nilai indikator 10 V atau kurang. Jika *earth voltage* bernilai lebih tinggi dari 10 V diperkirakan akan terjadi banyak kesalahan dalam nilai pengukuran tahanan.
- f. Mengecek penghubung atau penjepit pada elektroda utama dan elektroda bantu dengan mensetting range *switch* ke 2000 Ω dan tekan tombol ” *Press To Test* ”. Jika tahanan elektroda utama terlalu tinggi atau menunjukkan simbol ”. .. . ” yang berkedip-kedip maka perlu dicek penghubung atau penjepit pada elektroda utama.
- g. Melakukan pengukuran. Setting *range switch* ke posisi yang diinginkan dan tekan tombol ” *Press To Test* ” selama beberapa detik.
- h. Mencatat nilai ukur tahanan yang muncul dari *Digital Earth Resistance Tester*.
- i. Mengembalikan posisi tombol ” *Press To Test* ” ke posisi awal.
- j. Melakukan pengujian tahanan untuk kedalaman elektroda utama yang berbeda
dengan langkah 3, 7, 8, 9. Tahapan yang sama untuk kondisi tanah yang berbeda. (Abidin, 2017)

c. Pengukuran Tahanan Jenis Tanah

Pengukuran tahanan jenis tanah biasanya dilakukan dengan cara:

1. Metode dua elektroda (*two electrode method*)
2. Metoda tiga titik (*three pint method*)

Arus listrik yang menuju ke tanah mengalir secara radial dari elektroda, misalkan arah arus dalam tanah dari elektroda 1 ke elektroda 2 berbentuk permukaan bola dengan jari-jari r , luas permukaan tersebut adalah $2 \pi r^2$, dan rapat arus radial pada jarak r adalah $J = I / 2 \pi r^2$. Bila ρ adalah tahanan jenis tanah, maka kuat medan dalam tanah pada arah radial dengan jarak r adalah $E(r) = J \rho$ sehingga :

$$E(r) = \frac{I \rho}{2 \pi r^2} \quad (1)$$

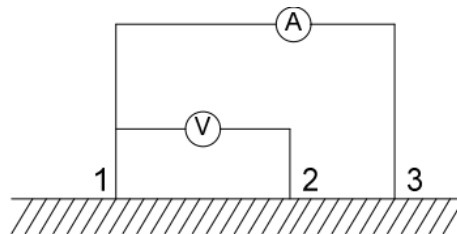
Potensial pada jarak r dari elektroda adalah integral dari gaya listrik dari jarak r ke titik tak terhingga :

$$V = \int_r^{\infty} E(r) dr = \frac{I \rho}{2 \pi r} \quad (2)$$

Perbandingan :

$$R = \frac{\rho}{2 \pi r} \quad (3)$$

Pada gambar 5 ditunjukkan metode pengukuran 3 titik elektroda, sehingga :



Gambar 5. Metode Tiga Titik Elektroda

Nilai $r_{13} = r_{34} = r_{24} = a$, maka :

$$V_3 = \frac{I \rho}{2 \pi} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} \right) \quad (4)$$

dan

$$V_4 = \frac{I \rho}{2 \pi} \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a} \right) \quad (5)$$

Beda tegangan antara titik 3 dan 4 adalah :

$$V_{34} = \frac{I \rho}{2 \pi} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} + \frac{1}{2a} - \frac{1}{a} \right)$$

(6)

$$\text{dan } R_{34} = \frac{V_{34}}{I} = \frac{\rho}{2\pi a}$$

$$\text{Sehingga nilai } \rho = 2\pi a R_{34} \quad (7)$$

Metode tiga titik dimaksudkan untuk mengukur tahanan pentanahan. Jika tiga buah batang pentanahan, dimana batang 1 yang batang pentanahannya akan diukur sedangkan batang 2 dan 3 sebagai batang pentanahan pembantu yang belum diketahui nilai resistensinya. Jika diberikan arus konstan pada tiap batang maka pengukuran resistensi dapat ditentukan :

$$\begin{aligned} R_{1-2} &= \frac{V_{1-2}}{I} = R_{11} + R_{22} - 2R_{12} \\ R_{1-3} &= \frac{V_{1-3}}{I} = R_{11} + R_{33} - 2R_{13} \\ R_{2-3} &= \frac{V_{2-3}}{I} = R_{22} + R_{33} - 2R_{23} \end{aligned}$$

$$\text{Jika } V_{13} = V_{12} + V_{23} \quad (8)$$

Sehingga

$$R = \frac{V_{1-2}}{I} = R_{11} - R_{12} - R_{13} + R_{23} \quad (9)$$

dan

$$R_{11} = R + R_{12} + R_{13} - R_{23} \quad (10)$$

Resistensi batang pentanahan dari elektroda 1 diberikan persamaan 10, sehingga :

$$R_{12} + R_{13} - R_{23} = 0 \quad (11)$$

Keadaan tersebut didapatkan dengan pengaturan posisi elektroda 2 sehingga harga persamaan 11 dapat dipenuhi. (Elektro, Elektro, & Teknik, 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Pengamatan dan Pengukuran Pentanahan Metode Arang Aktif-Garam

Hasil pengukuran resistensi tanah pada sistem pentanahan dengan pengkondisian tanah diberikan arang aktif -garam-air yang diterapkan pada pentanahan di beberapa rumah tinggal penduduk di desa Kedungmegarih Kembangbahu Lamongan selama 2 minggu dapat dilihat pada tabel 1 . Hasil ukur sebelum dilakukan pengkondisian tanah dengan garam-arang aktif-air, rata-rata resistensi tanah sebesar 4.5 ohm.

Tabel 1. Hasil ukur tahanan isolasi tanah (kering) setelah pengkondisian tanah

Hari	Resistensi (ohm)	Hari	Resistensi (ohm)
1	2	8	1.4
2	2	9	1.2
3	2	10	1.2
4	2	11	1.2
5	2	12	1
6	1.8	13	1
7	1.8	14	1.1

Keterangan :

- Penambahan 525 gr garam + 3 ltr air + arang aktif nilai resistensi mencapai 2 ohm
- Penambahan 875 gr garam + 5 lt air + arang resistensi mencapai 1.8 ohm
- Penambahan 1750 gr garam + 5 lt air + arang resistensi mencapai 1.4- 1.5 ohm
- Penambahan 2625 gr garam + 5 lt air + arang resistensi mencapai 1.1- 1.2 ohm
- Penambahan 3500 gr garam + 6 lt air + arang aktif R mencapai 1 ohm

Tabel 2. Hasil ukur tahanan isolasi tanah (kapur/padas)

setelah pengkondisian tanah

Hari	Resistensi (ohm)	Hari	Resistensi (ohm)
1	3	8	2
2	2.5	9	2
3	2	10	2
4	2	11	2
5	2	12	2.2
6	2	13	1.8
7	2	14	1.8

Keterangan :

- Penambahan 875 gr garam + 3 ltr air + arang aktif nilai resistensi mencapai 3 ohm
 - Penambahan 1750 gr garam + 5 lt air + arang aktif resistensi mencapai 2.2 ohm
 - Penambahan 2625 gr garam + 5 lt air + arang resistensi mencapai 2 ohm
 - Penambahan 3500 gr garam + 6 lt air + arang aktif R mencapai 1.8 ohm
- b. Perbandingan Nilai Resistensi Tanah sebelum dan sesudah pengkondisian**

Tabel 3. Perbandingan sebelum dan sesudah pengkondisian garam-arang aktif-air

Jenis Pentanahan	Tanah Kering		Tanah Kapur/Padas	
	Kering	Basah	Kering	Basah
Pentanahan normal	3 ohm	2.5 ohm	3.8 ohm	3.5 ohm
Setelah pengkondisian arang aktif-garam	1.1 ohm	1 ohm	2.3 ohm	1.8 ohm

c. Pembahasan

Menurut Hutaeruk, (1987), Pabla, (1986) tahanan pentanahan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : jenis tanah, suhu, kelembaban tanah, lapisan tanah serta kandungan elektrolit tanah. Kandungan elektrolit tanah dapat menurunkan tahanan pentanahan. Kandungan elektrolit tanah dapat

dimodifikasi dengan penambahan zat aditif pada tanah seperti : bentonit, garam, air, arang dan lain-lain. (Ign Janadarna, 2005)

Hasil pengukuran perbedaan penambahan garam dan arang aktif menunjukkan perbedaan secara signifikan. Sehingga dalam pemasangan sistem pentanahan perlu memperhatikan zat aditif yang digunakan agar didapatkan tahanan pentanahan sesuai dengan kebutuhan.

Menurut PUIL 2000 bahwa tahanan jenis tanah berdasarkan jenis tanah adalah sebagai berikut : (Indonesia & Nasional, 2000)

Tabel 4. Tahanan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Tahanan jenis (ohm-m)
Tanah rawa	30
Tanah liat dan tanah ladang	100
Pasir basah	200
Kerikil Basah	500
Pasir dan Kerikil kering	1000
Tanah Berbatu	3000

(sumber : PUIL 2000)

Dari hasil pengukuran lapangan, resistensi tanah dapat dibandingkan jika kondisi tanah basah ρ 200 Ω , jika diambil rata-rata tahanan 200 ohm dan nilai rata-rata tahanan ukur 1,52 ohm.

$$\begin{aligned} R \text{ tanah } (\rho) &= 2 \cdot \pi \cdot aR \\ &= 2 \times 22/7 \times 10 \times 1.52 = 95.5 \text{ ohm meter} \end{aligned}$$

Resistensi tanah pada tanah padas basah 95.5 ohm.

Dari hasil pengamatan, R tanah berdasarkan PUIL 2000, dapat dibandingkan jika kondisi tanah basah ρ 200 Ω , dika diambil tahanan 200 ohm dan nilai rata-rata 1,82 ohm.

$$\begin{aligned} R \text{ tanah } \rho &= 2 \cdot \pi \cdot aR \\ &= 2 \times 22/7 \times 10 \times 3 = 188,5 \text{ ohm meter} \end{aligned}$$

Resistensi tanah pada tanah kapur kering 188,5 ohm meter.

Pengondisian tanah dengan *garam-arang aktif –air* dapat memperkecil nilai resistensi pada tanah.

SIMPULAN

1. Dari hasil pelaksanaan diseminasi pemanfaatan *garam-arang aktif-air* pada pengondisian tanah sangat efektif untuk menurunkan nilai resistensi tanah. Dengan perbandingan 5:2:1 menghasilkan rata-rata nilai tahanan 1.52 ohm pada tanah kering dan rata-rata nilai tahanan 2.5 ohm pada kondisi tanah kapur-padas.
2. Pengkondisian tanah dengan *garam-arang aktif-air* dapat menurunkan resistensi sebesar 75% pada tanah kapur-padas dan 65 % pada tanah kering.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, Z. (2017). *KARAKTERISTIK BATANG PENTANAHAN SISTEM ARANG-GARAM (SIGARANG) SEBAGAI UPAYA PERBAIKAN SISTEM PENTANAHAN*. 4(April), 11–16.
- Elektro, P. T., Elektro, J. T., & Teknik, F. (2019). *Dan Arang Sebagai Zat Aditif Untuk Soil*.
- Ign Janadarna. (2005). *Perbedaan Penambahan Garam dengan ... IGN Janardana*. 4(1), 24–28.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2000). *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*. 2000(Puil).
- Kasim, I., Hertog, D. H., Corio, D., Teknik, J., Fakultas, E., Industri, T., & Trisakti, U. (2016). *Analisis Penambahan Larutan Bentonit Dan Dan Batang*. 13, 61–72.
- Yuniari, A., & Lestari, S. B. P. (2003). Arang aktif sekam padi sebagai bahan pengisi kompon sol karet. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.20543/mkkip.v19i1.244>