

Kinerja Arang Sekam Padi untuk Memperbaiki Nilai Resistansi Pentanahan Dengan Menggunakan Elektroda Baja Galvanis dan Tembaga

Wira Jerry K.W.¹, Herman Halomoan Sinaga², Nining Purwasih³, Diah Permata⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung

Email: Wirajerry37@gmail.com¹, herman.h.sinaga@eng.unila.ac.id², poerwasih@yahoo.com³, diah.permata@eng.unila.ac.id⁴

Abstrak

Sistem pentanahan memiliki peranan penting untuk melindungi peralatan yang terhubung dengan sumber listrik maupun daerah disekitar peralatan terhadap lonjakan tegangan berlebih. Pada lokasi yang memiliki resistansi tanah yang tinggi umumnya dilakukan perlakuan terhadap tanah seperti penambahan zat aditif pada media disekitar elektroda pentanahan. Arang sekam padi merupakan salah satu zat aditif yang dapat digunakan untuk menurunkan resistansi pentanahan, karena arang sekam padi memiliki sifat menyerap air serta mempertahankan kelembaban di dalam tanah. Selain itu arang sekam padi mengandung senyawa kimia karbon yang bersifat konduktif untuk meningkatkan konduktivitas yang dapat meningkatkan kapasistas pertukaran kation tanah. Penambahan kedalaman lubang pentanahan dari 1m sampai 2 m dapat memberikan perbandingan hasil nilai tahanan pentanahan yang berbeda sehingga mendapatkan nilai resistansi yang terkecil. Perbandingan elektroda tembaga dan baja galvanis guna mengetahui perbandingan resistansi tanah antara kedua elektroda, sehingga didapatkan elektroda pentanahan terbaik. Hasil dari komposisi campuran terbaik pada penelitian ini yaitu pada kedalaman 2 m menggunakan elektroda tembaga dengan media pentanahan arang sekam padi bercampur dengan tanah menghasilkan resistansi 10,2 Ω .

Kata Kunci: *Perlakuan Pada Tanah, Tahanan pentanahan, Elektroda tembaga dan baja galvanis, Arang sekam padi, kedalaman pentanahan.*

Abstract

The grounding system protects the equipment connected to the power supply as well as the environment around the equipment from excessive voltage surges. Soil treatment, such as adding chemicals to the media around the grounding electrode, is usually done in places with high soil resistance. Because rice husk charcoal has the ability to absorb and keep moisture in the soil, it is one of the additions that can be used to reduce grounding resistance. Furthermore, rice husk charcoal contains carbon chemical compounds that are conductive, allowing the soil's cation exchange capacity to be increased. The addition of 1 m to 2 m to the depth of the grounding hole allows for a comparison of the results of various grounding resistance values in order to find the minimum resistance value. Comparison of copper and galvanized steel electrodes to establish the resistance ratio between the two electrodes in order to pick the optimum grounding electrode. The best mixture composition in this study produced a resistance of 10.2 Ω at a depth of 2 m utilizing copper electrodes with a grounding media of rice husk charcoal mixed with soil.

Keywords: *Soil Treatment, Grounding resistance, Galvanized copper and steel electrodes, Rice husk charcoal, Grounding depth*

PENDAHULUAN

Arus gangguan yang diakibatkan oleh sambaran petir dapat dengan cepat dialirkan secara merata ke dalam tanah diperlukan nilai resistansi tanah yang kecil sehingga terhindar dari bahaya kenaikan tegangan, daerah dengan tanah bebatuan atau batuan kerikil memiliki resistansi tanah yang tinggi, sehingga dibutuhkan cara untuk mengurangi nilai resistansi tanah yang tinggi.

Salah satu cara untuk mengurangi resistansi pentanahan adalah dengan menambahkan zat aditif, salah satu zat aditif tersebut adalah arang sekam padi. Sifat kimia arang sekam padi sangat bergantung pada pembakaran sekam padi, jika sekam padi mengalami pembakaran yang sempurna dengan ciri-ciri warna abu-abu memiliki zat kimia karbon yang sedang, dan yang berwarna putih bebas karbon, sedangkan yang hanya terbakar sebagian memiliki ciri-ciri berwarna hitam memiliki zat kimia karbon yang tinggi. Perubahan warna terjadi akibat pembakaran dan transformasi struktural silika dalam arang. Pada suhu pembakaran rendah menghasilkan arang berwarna hitam dan abu-abu sehingga memiliki zat kimia karbon yang tinggi atau sedang. Sehingga karbon yang sebaiknya digunakan hasil dari pembakaran sebagian.

Karbon merupakan unsur tabel periodik non logam yang memiliki elektron valensi +4 yang berarti terdapat 4 elektron yang dapat membentuk ikatan kovalen. Saat pengaplikasian dalam sistem pentanahan tidak semua elektron valensi digunakan, hanya 3 elektron yang digunakan terikat, sedangkan yang ke 4 terdelokasi sehingga bebas bergerak meningkatkan konduktivitas yang dapat meningkatkan kapasitas kation tanah. Pada pengertian sifat zat kimia tersebut, arang sekam padi dapat digunakan untuk menurunkan resistansi pentanahan sekaligus mengurangi limbah dari sekam padi.

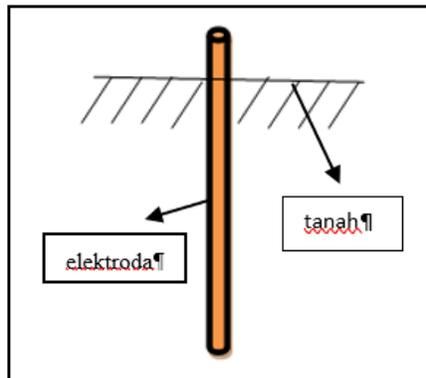
Penelitian ini menggunakan zat aditif arang sekam padi yang ditanam disekitar elektroda tembaga dan elektroda baja galvanis. Melalui metode penelitian ini diharapkan dapat membandingkan pengaruh pencampuran arang sekam padi terhadap nilai tahanan pentanahan pada elektroda tembaga dan elektroda baja galvanis. Perbandingan variasi kedalaman penanaman elektroda juga dilakukan pada penelitian ini, sehingga dapat dijadikan acuan untuk menurunkan tahanan pentanahan yang tinggi.

A. Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan (*Grounding System*) adalah sistem pengamanan terhadap lonjakan tegangan lebih untuk melindungi peralatan-peralatan yang terhubung pada sumber listrik. Tujuan pentanahan adalah untuk melepaskan arus petir atau arus gangguan ke dalam tanah agar dapat menjaga kestabilan sistem dan keamanan peralatan listrik disekitarnya [2].

B. Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan merupakan bahan yang terbuat dari tembaga, besi baja atau pipa yang ditancapkan ke dalam tanah agar arus gangguan yang mengalir dapat diredam di dalam tanah [4]. Elektroda batang adalah elektroda dari bahan logam yang berbentuk menyerupai pipa panjang.

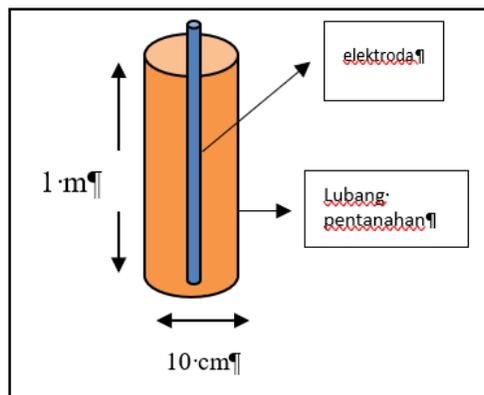


Gbr. 1 Penanaman elektroda batang

Gambar 1 Merupakan gambar elektroda batang, elektroda ditancapkan kedalam tanah secara vertikal dengan tujuan dapat mengalirkan arus sambaran petir kedalam tanah, elektroda ini banyak digunakan pada gardu induk. Kelebihan dari elektroda jenis ini mudah pemasangannya dan tidak memerlukan lahan yang luas, kelemahan dari elektroda batang ditanam dengan kedalaman yang cukup dalam [4].

C. Metode Penanaman Elektroda

Model penanaman elektroda terdapat tiga sistem penanaman pentanahan yaitu *driven rod*, pentanahan *Counterpoise*, dan pentanahan *grid*. Pada penelitian ini menggunakan metode *driven rod*. Sistem pentanahan *driven rod* merupakan suatu sistem pentanahan dengan cara menanamkan suatu elektroda batang (*rod*) yang tegak lurus dengan tanah, dimana arus gangguan akan mengalir dari elektroda tersebut ke tanah sekitarnya. Sistem *driven rod* sering digunakan untuk pentanahan karena memiliki bentuk yang praktis sehingga tidak diperlukan lahan yang cukup luas serta memiliki harga yang lebih ekonomis daripada sistem pentanahan *counterpoise* dan *grid*[4].



Gbr. 2 Sistem pentanahan *driven rod*

Gambar 2 merupakan contoh sistem pentanahan *driven rod* dimana silinder yang berwarna orange merupakan skema lubang pentanahan dengan kedalaman 1 m dan diameter lubang 10cm, silinder kecil yang berwarna biru merupakan elektroda pentanahan.

D. Arang Sekam Padi

Sekam padi merupakan bahan berligno-selulosa seperti biomassa lainnya namun mengandung silika yang tinggi. Kandungan kimia sekam padi terdiri atas 50 % selulosa, 25 –30 % lignin, dan 15 –20 % silika [7]. Arang sekam

terbentuk dari pembakaran tak sempurna atau pembakaran parsial sekam padi. Bahan baku arang sekam bisa didapatkan dengan mudah di tempat pengilingan beras.

Tabel 1 Komponen kimia arang sekam padi

No	Komponen	Kandungan (%)
1	Karbon	41,02%
2	Silikon Dioksida	31.86%
3	Kalsium oksida	16.50%
4	Material tak terbakar	10.08%

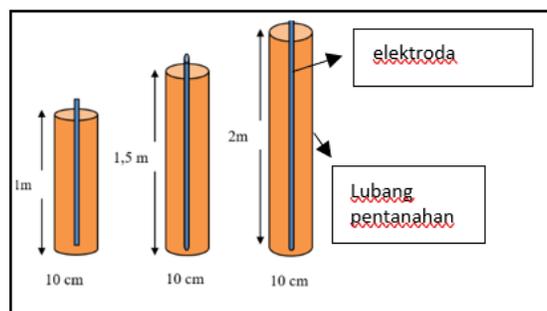
Komponen kimia yang paling dominan terkandung pada arang sekam padi yang dihasilkan yaitu karbon sebesar 41,02% dan Silikon Dioksida sebesar 31.86%. Sedangkan persentase kandungan senyawa Kalium dan material tak terbakar yaitu masing-masing sebesar 16.50% dan 10.08% [9].

METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Batang elektroda yang terbuat dari besi dan dilapisi tembaga dan elektroda baja berlapis galvanis berdiameter 14 mm dan 18 mm. Satu set alat ukur pembumian yaitu *Digital Earth Resistance Tester* merk Kyoritsu dengan model 4105A, 2 buah pasak besi, dan juga 3 buah kabel digunakan untuk mengukur resistansi pembumian melalui batang elektroda pembumian yang telah ditanam. Meteran digunakan untuk mengukur jarak pasak besi pada saat menggunakan *earth tester*. Arang sekam padi.

B. Rancangan Pengujian



Gbr. 3 Skematik penanaman elektroda tembaga

Gambar 3 merupakan skematik penanaman elektroda tembaga dengan variasi kedalaman lubang antara 100 cm, 150 cm, dan 200 cm, dimana tabung berwarna coklat merupakan lubang dan tabung berwarna biru merupakan batang elektroda tembaga.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Komposisi Arang Sekam Padi terhadap Campuran Tanah

Pada pengujian ini menggunakan arang sekam padi sebagai media pentanahan, volume arang sekam padi disesuaikan dengan kedalaman lubang pentanahan dengan kedalaman 1 meter, 1,5 meter, dan 2 meter, untuk menentukan volume arang sekam padi menggunakan rumus

$$\rho = m : v \quad [1]$$

Dimana

ρ = masa jenis(gram/cm³)

m = massa (gram)

v = volume (cm³)

Tabel 2 Volume lubang pentanahan

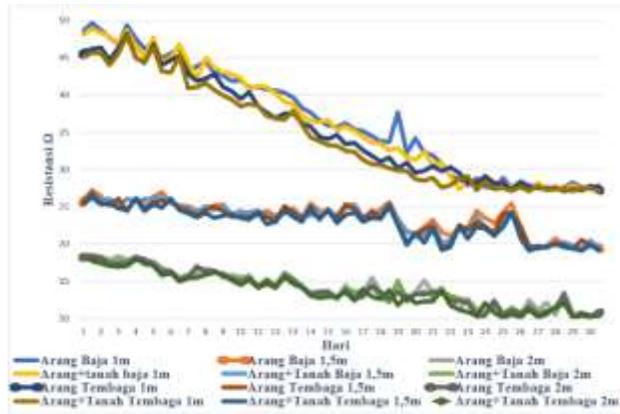
No	Kedalaman lubang pentanahan	Volume lubang pentanahan
1	100 cm	0,00785 m ³
2	150 cm	0,011775 m ³
3	200 cm	0,0157m ³

Berdasarkan tabel 2 didapatkan nilai volume lubang pentanahan menggunakan rumus silinder yaitu $V = \pi \times r^2 \times t$ volume lubang pada kedalaman 100 cm yaitu 7850 cm³ atau 0,00785 m³, kedalaman 150 cm yaitu 11775 cm³ atau m³0,011775 m³, dan pada kedalaman 200 cm yaitu 15700 cm³ atau 0,0157m³, dengan mendapatkan nilai volume silinder maka dapat diketahui nilai masa arang sekam padi dan masa tanah pada lubang pentanahan dengan perbandingan arang sekam padi dan tanah yaitu 50:50.

Tabel 3 Massa material penanaman pentanahan pada perbandingan 50:50

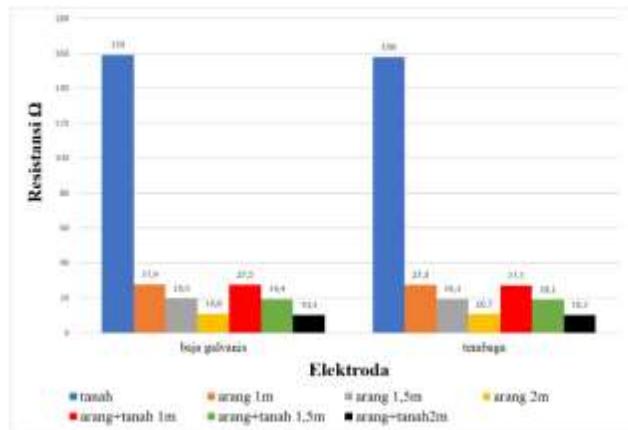
No	Material	kedalaman		
		100 cm	150 cm	200 cm
1	Tanah	2,5 kg	3,8 kg	0,6 kg
2	Arang sekam padi	0,3 kg	0,45 kg	5,1 kg

Berdasarkan tabel 3 yang dihitung dengan rumus massa jenis pada kedalaman lubang 100 cm didapatkan masa arang sekam padi dan tanah dengan perbandingan 50:50 yaitu 0,3 kg dan 2,5 kg, pada kedalaman 150 cm didapatkan masa arang sekam padi yaitu 0,45 kg dan masa tanah 3,8 kg, dan pada kedalaman 200 cm didapatkan masa arang sekam padi 0,6 kg dan masa tanah 5,1 kg. Setelah mengetahui perbandingan masa tanah dan arang sekam padi kemudian ditimbang dan dicampur hingga merata.



Gbr. 4 Grafik pengukuran resistansi selama 30 hari.

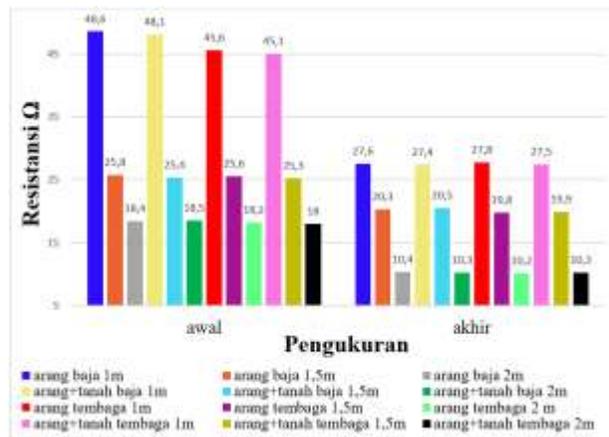
Grafik 4 merupakan pengukuran resistansi selama 30 hari. Berdasarkan grafik diatas resistansi paling tinggi awal pengukuran yaitu pada kedalaman lubang pentanahan 1m menggunakan media pentanahan 100% arang sekam padi elektroda baja galvanis, dengan nilai resistansi 48,6 Ω , sedangkan nilai resistansi terkecil pada pengukuran awal yaitu kedalaman lubang pentanahan 2m, media pentanahan arang bercampur tanah, elektroda tembaga dengan menghasilkan resistansi pentanahan 18 Ω . Akhir pengukuran resistansi terbesar masih sama pada kedalaman lubang pentanahan 1m menggunakan media pentanahan 100% arang sekam padi elektroda baja galvanis, dengan nilai resistansi 27,8 Ω dan nilai resistansi terkecil yaitu kedalaman lubang pentanahan 2m, media pentanahan arang bercampur tanah, elektroda tembaga dengan menghasilkan resistansi pentanahan 10,2 Ω . Berdasarkan grafik penelitian nilai resistansi diatas setiap lubang pentanahan mengalami penurunan nilai resistansi pentanahan, factor utama yang mempengaruhi turunnya nilai resistansi pentanahan saat penelitian berlangsung adalah musim penghujan pada hari ke-8 sampai dengan selesai pengukuran yang menjadikan penurunan nilai resistansi pentanahan. Kedalaman 2m merupakan nilai resistansi terkecil pada setiap media pentanahan dan elektroda pentanahan yang berbeda.



Gbr. 5 Grafik perbandingan tanah murni dengan campuran arang sekam padi pada hari ke-30

Grafik 5 merupakan perbandingan antara tanah murni dengan campuran arang sekam padi, grafik sebelah kiri merupakan hasil pengukuran resistansi pentanahan dari baja galvanis dan grafik sebelah kanan adalah hasil pengukuran resistansi pentanahan dari elektroda tembaga, dengan variasi lubang 1m, 1,5m dan 2m. Berdasarkan

grafik diatas pencampuran arang sekam padi dapat menurunkan nilai resistansi pentanahan karena nilai resistansi tanah murni yaitu 159Ω pada elektroda baja dan 158Ω pada elektroda tembaga, pada saat diberikan arang sekam padi resistansi pentanahan menurun antara $10,2\Omega$ - $27,8\Omega$.

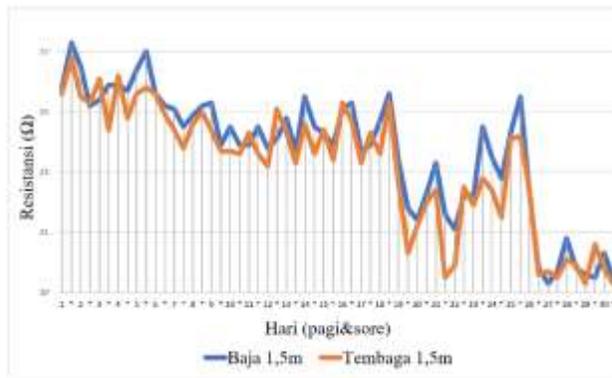


Gbr. 6 Grafik perbandingan pengukuran resistansi awal dan akhir

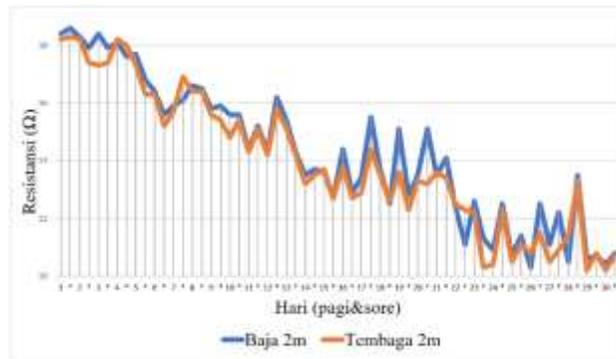
Grafik 6 merupakan perbandingan awal pengukuran dan setelah 30 hari pengukuran, grafik sebelah kiri merupakan saat awal pengukuran resistansi pentanahan dan yang sebelah kanan merupakan hasil akhir pengukuran hari ke-30, pada masing-masing lubang penanaman. Berdasarkan grafik diatas pada media penanaman arang sekam padi menggunakan elektroda baja pada kedalaman 2m didapatkan nilai awal pengukuran $18,4\Omega$ dan nilai pengukuran setelah 30 hari $10,8\Omega$ mengalami penurunan 8Ω , sedangkan pada elektroda tembaga pada kedalam 2m menggunakan media arang sekam padi saat pengukuran awal $45,6\Omega$ dan pada pengukuran akhir $27,3\Omega$ mengalami penurunan 18Ω .



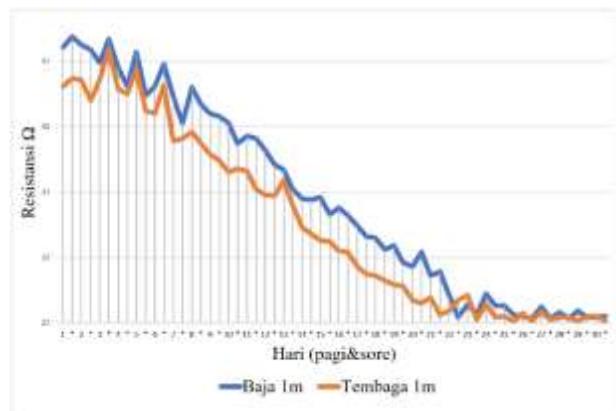
Gbr.7 Perbandingan resistansi baja dengan tembaga media arang sekam padi 100% kedalaman 1m



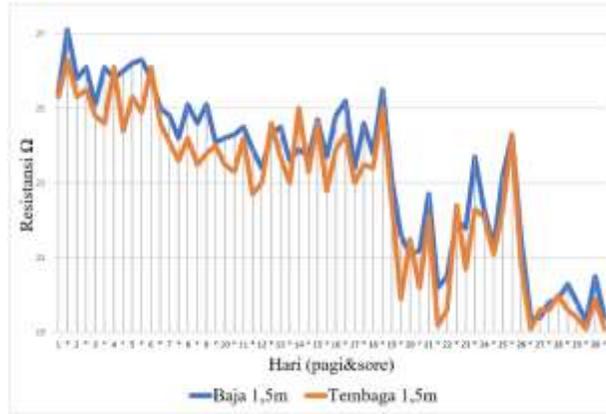
Gbr. 8 Perbandingan resistansi baja dan tembaga media arang sekam padi 100% kedalaman 1,5m



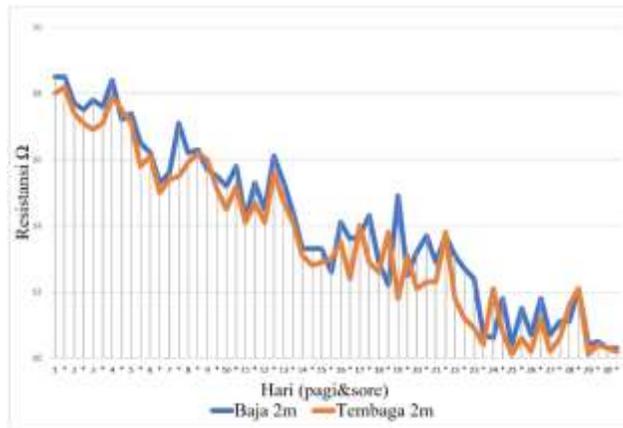
Gbr. 9 Perbandingan resistansi baja dan tembaga media arang sekam padi 100% kedalaman 2m



Gbr.10 Perbandingan resistansi baja dan tembaga media arang sekam padi bercampur tanah kedalaman 1m

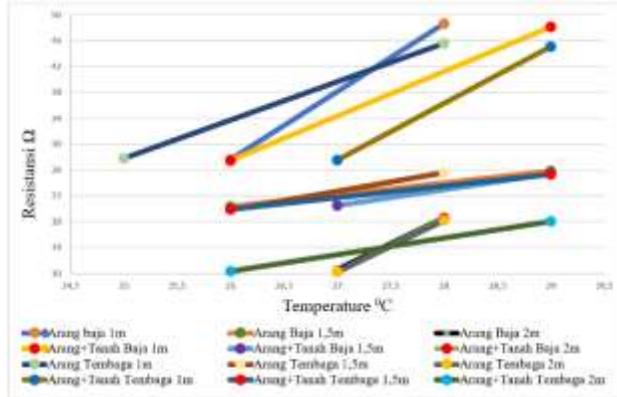


Gbr. 11 Perbandingan resistansi baja dan tembaga media arang sekam padi bercampur tanah kedalaman 1,5m



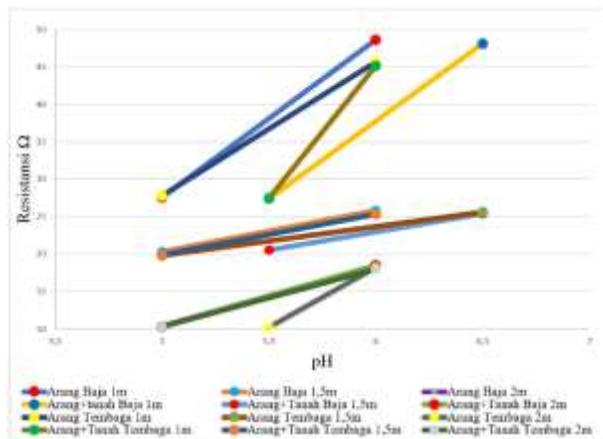
Gbr. 12 Perbandingan resistansi baja dengan tembaga pada media arang sekam padi bercampur tanah kedalaman 2m

Grafik 7 sampai grafik 12 merupakan hasil pengukuran nilai resistansi pentanahan selama 30 hari dengan grafik berwarna biru merupakan elektroda baja galvanis dan yang berwarna orange elektroda tembaga. Pengukuran pertama dilakukan pada pagi hari, simbol angka pada grafik horizontal menunjukan pagi hari dan simbol bintang pada grafik menunjukan sore hari. Berdasarkan grafik diatas nilai resistansi pentanahan pada elektroda tembaga lebih kecil apabila dibandingkan dengan nilai resistansi pentanahan baja galvanis, perbedaan resistansi yang dihasilkan kurang dari 1 Ω pada setiap lubang pentanahan dan media pentanahan yang berbeda.



Gbr. 13 Grafik perbandingan resistansi tanah dengan temperature tanah pada awal pengukuran dan akhir pengukuran resistansi pentanahan

Grafik 13 merupakan perbandingan resistansi pentanahan terhadap temperatur pada awal pengukuran dan pada hari ke-30 pengukuran resistansi pentanahan. Berdasarkan grafik diatas terdapat penurunan temperature disetiap lubang pentanahan dari awal pengukuran yang rata-rata menghasilkan temperature 28°C-29°C menjadi 25°C-27°C pada hari ke-30. Temperature yang semakin rendah resistansi pentanahan menjadi semakin kecil, karena pada awal pengukuran tidak terjadi hujan sehingga temperature sedikit lebih tinggi dan pada hari ke-30 hujan turun sehingga temperature juga turun dan menjadikan resistansi pentanahan semakin kecil.



Gbr. 14 Grafik perbandingan resistansi tanah terhadap pH tanah pada awal pengukuran dan akhir pengukuran resistansi pentanahan

Grafik 14 merupakan perbandingan antara resistansi pentanahan dengan pH tanah yang diukur pada awal pengukuran dan hari ke-30 pada setiap lubang pentanahan. Berdasarkan grafik diatas terjadi penurunan nilai pH tanah pada hari ke 30, pada awal pengukuran pH tanah rata-rata 6-6,5 sedangkan pada hari ke 30 terjadi penurunan pH tanah rata-rata 5-5,5, tingkat keasaman tanah berpengaruh terhadap nilai resistansi pentanahan,

nilai pH tanah yang semakin rendah menjadikan nilai resistansi pentanahan semakin kecil pada setiap lubang pentanahan.

SIMPULAN

Penambahan zat arang sekam padi mampu menurunkan resistansi pentanahan apa bila dibandingkan dengan menggunakan media pentanahan tanah saja, karena penambahan zat arang sekam padi mampu memberikan penyerapan air yang lebih baik daripada hanya menggunakan tanah saja. Kedalaman lubang pentanahan 2 m dengan media pentanahan arang sekam padi bercampur tanah menggunakan batang elektroda tembaga memiliki nilai resistansi terkecil dibandingkan semua penelitian karena memiliki volume media pentanahan yang lebih besar serta campuran arang sekam padi dan tanah memiliki tekstur yang tidak terlalu gembur dan tidak terlalu padat sehingga air mampu mengalir dan mengendap di dalam tanah dengan baik.

Elektroda tembaga memiliki resistansi pentanahan lebih kecil bila dibandingkan dengan elektroda baja galvanis, perbedaan resistansi pentanahan tidak lebih dari 1 ohm.

Pada awal pengukuran rata-rata menghasilkan temperature 28°C-29°C dan mengalami penurunan temperature menjadi 25°C-27°C pada hari ke-30, karena nilai temperature turun diakibatkan hujan terjadi penurunan resistansi pentanahan disetiap lubang pentanahan. Dapat disimpulkan semakin kecil nilai pengukuran temperatur tanah semakin kecil nilai resistansi pentanahan yang dihasilkan.

Pada awal pengukuran pH tanah rata-rata 6-6,5 sedangkan pada hari ke-30 terjadi penurunan pH tanah rata-rata 5-5,5, resistansi pentanahan turun juga pada hari ke-30 pengukuran pada setiap lubang pentanahan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pH tanah berpengaruh terhadap penurunan resistansi pentanahan, semakin asam tanah semakin kecil resistansi pentanahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hutauruk, T.S. 1991. *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*. Erlangga.
- Jamaaludin, Sumarno. 2017. *Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi pada Bangunan*. Fakultas Teknik, Universitas Siduarjo.
- Rhamdani, Deni. 2008. *Analisis Resistansi Tanah Berdasarkan Pengaruh Kelembaban, Temperatur dan Kadar Garam*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ilahi, Anton. 2005. *Studi Sistem Pembumian batang Tunggal dengan Menganalisis Resistansi Jenis Tanah*, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Indonesia.
- Jamaludin, Anshory .I., Suprayitno E.A. 2015. *Penentuan Kedalaman Elektroda pada Tanah Pasir dan Kerikil Untuk Memperoleh Nilai Tahanan Pentanahan yang Baik*. Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Siduarjo.
- Behak, Leonardo, 2007. *Soil Stabilization with Rice Husk Ash*.
- N. H. Halim, M.Z.A. Hasan, S.N.M. Arshad, M. Isa, A.Z. Abdullah, A. Anuar. 2018. *Performance of Galvanized Steel and Coper Grounding Electrodes Using Paddy Husk Ash as An Additive Material to Grounding System*. Universitas Malaysia Perlis.
- [Andika V. D., Agung A.I. 2020. *Studi Tentang Efektifitas Beberapa Macam Zat Terhadap Nilai Resistans Sistem Pentanahan*. Teknik Elektro Universitas Surabaya.
- Fasya, Awwalia Zabda, Fadila, Nihayatul, 2017. *Pemanfaatan Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben Guna Mengurangi Limbah Cr*. *Keteknikan dan Diversifikasi Hasil Hutan*. Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Nuriadi, Napitupulu .M., Rahman .N. 2013. *Analisa Logam Tembaga (Cu) pada Buangan Limbah Tromol pertambangan Poboyo*. Pendidikan Kimia, Universitas Tadulako, Palu.
- Lembo, Alfredo B. 2016. *Analisis Pengaruh Pentanahan Pada Gangguan Hubung Singkat P-N Saluran 1φ*. Jurusan Teknik Elektro, Kementerian Riset Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Politeknik Negeri Manado.
- Pasaribu, Linda. 2011. *Studi Pengaruh Jenis Tanah, Kelembaban, Temperatur, dan Kadar Garam terhadap tahanan Pentanahan Tanah*. Sripsi, Universitas Indonesia. Jakarta, Indonesia.

SNI 04-0225-2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik. Jakarta: 2000.