STUDI PEMANFAATAN *BIOCHAR* UNTUK PERBAIKAN RESISTANSI PENTANAHAN JENIS ELEKTRODE BATANG

Andi Rahman
Progam Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : andi974rahman@gmail.com

Tri Rijanto
Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : tririjanto@unesa.ac.id

Abstrak

Resitansi pentanahan yang rendah menjadi salah satu syarat pada sistem tenaga listrik dan peralatan elektrikal. Kondisi resistansi pentanahan yang rendah sulit didapatkan, diperlukan perlakuan khusus pada tanah. Salah satunya adalah dengan memberikan perlakuan khusus pada tanah dengan memanfaatkan *biochar*. *Biochar* merupakan hasil *pyrolisis* dari limbah pertanian, perkebunan, dan kayu-kayuan yang berbentuk arang. Sifat *biochar* dapat menyerap dan menahan air sehingga dapat mereduksi nilai resistansi pentanahan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh *biochar* terhadap nilai resistansi pentanahan di Kelurahan Lubang Buaya, Jakarta Timur. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dilakukan dengan menambahkan *biochar* di sekeliling elektrode batang, kemudian memvariasikan diameter penambahan *biochar* di sekeliling elektrode batang pada tiga lubang pentanahan yang berbeda. Diameter lubang pertama sebesar 20 cm, lubang kedua 30 cm, dan diameter lubang ketiga 40 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, nilai resistansi pentanahan naik seiring dengan pertambahan diameter penambahan *biochar*. Didapatkan resistansi pentanahan 164 Ω pada diameter 20 cm, 369 Ω pada diameter 30 cm dan 573 Ω pada diameter 40 cm.

Kata Kunci : *Biochar*, Resistansi Pentanahan, Elektrode Batang.

Abstract

Low grounding resistance is one of the requirements for power system and electrical equipment. In the condition of low earth resistance is difficult to obtain, special treatment is required on the ground. One of them is by giving special treatment to the soil by utilizing biochar. Biochar is the result of pyrolisis from agricultural waste, plantation, and timber in the form of charcoal. Biochar properties can absorb and retain water so that it can reduce the value of grounding resistance. This study aims to determine the effect of biochar on the value of earth resistance in Kelurahan Lubang Buaya, East Jakarta. This research is an experimental research conducted by adding biochar around the rod electrode, then varying the diameter of biochar addition around the rod electrode at three different earth holes. First hole diameter of 20 cm, second hole 30 cm, and third hole diameter 40 cm. The results show that, the value of grounding resistance increases with the increase in diameter of biochar addition. Obtained 164 Ω earth resistance at 20 cm diameter, 369 Ω in diameter 30 cm and 573 Ω in diameter 40 cm.

Keywords: Biochar, Ground Resistance, Rod Electrode.

UNESA Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Upaya membatasi arus gangguan sampai pada suatu harga yang aman (tidak membahayakan) untuk semua kondisi operasi normal atau tidak normal dibutuhkan sistem pentanahan. Sistem pentanahan yang baik adalah yang mampu mengurangi bahaya dan mampu mempertahankan keandalan peralatan karena disebabkan petir maupun hubung singkat. Untuk mendapatkan sistem pentanahan yang baik, resistansi antara elektrode pentanahan dengan tanah harus relatif kecil. Semakin kecil resistansi pentanahan maka kemampuan untuk mengalirkan arus ke tanah semakin besar sehingga arus gangguan tidak mengalir dan merusak peralatan.

Usaha untuk memperkecil tegangan permukaan tanah dapat dilakukan dengan menambahkan elektrode pentanahan yang ditanam ke dalam tanah dan memperlakukan tanah secara khusus supaya impedansi bisa diperkecil. Perlakuan (*treatment*) pada tanah yang umumnya dilakukan dengan menambahkan zat kimia seperti *bentonite*, larutan garam dan lainnya, dengan tujuan memperkecil resistansi pentanahan. Namun demikian penggunaan zat kimia tidak bisa bertahan untuk waktu yang lama terutama untuk kondisi tanah kering dan berbatu. Zat kimia seperti *bentonite* juga mahal dan sulit ditemukan, tidak semua tempat tersedia *bentonite*. Oleh sebab itu pada penilitian ini digunakan bahan pengganti zat kimia yang lebih ekonomis dan mudah untuk ditemukan yaitu *biochar*.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Nyuykonge dkk. (2015), terjadi penurun resistansi pentanahan yang signifikan setelah di *treatment* dengan *biochar* dibandingkan tanpa *biochar*. Pada penelitian tersebut peneliti menggunakan elektrode batang sebagai elektrode pentanahan, *biochar* ditambahkan di sekeliling elektrode batang dengan diameter tetap 20 cm dan kedalaman penanaman elektrode batang 1 m.

Berdasarkan penelitian di atas, maka peneliti akan melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan *biochar* terhadap penurunan resistansi pentanahan dengan jenis sistem pentanahan menggunakan elektrode batang dengan memvariasikan diameter penambahan *biochar* sebesar 20 cm, 30cm, dan 40cm di sekeliling elektrode batang dan kedalaman penanaman elektrode batang 1 meter. Diharapkan dengan perlakuan *(treatment)* tersebut resistansi pentanahan dapat diperkecil.

KAJIAN TEORI

Biochar

Menurut Lehmann dan Joseph (2009:416), *biochar* diproduksi dari bahan-bahan organik yang sulit terdekomposisi, yang dibakar secara tidak sempurna (*pyrolisis*) atau rendah oksigen pada suhu yang tinggi 500-700℃. Arang hayati (*biochar*) yang terbentuk dari pembakaran ini akan menghasilkan karbon aktif, yang mengandung mineral seperti kalsium (Ca) atau magnesium (Mg) dan karbon anorganik. Kualitas senyawa organik yang terkandung dalam *biochar* tergantung pada asal bahan organik dan metode karbonisasi. Dengan kandungan senyawa organik dan anorganik yang terdapat di dalamnya, *biochar* banyak digunakan sebagai bahan amelioran untuk meningkatkan kualitas tanah, khususnya tanah marginal (Rondon dkk., 2007; Hunt dkk., 2010). Bahan utama untuk pembuatan *biochar* adalah limbah-limbah pertanian dan perkebunan seperti sekam padi, tempurung kelapa, kulit buah kakao, serta kayu-kayu yang berasal dari tanaman hutan industri.

Biochar sebagai Penurun Resistansi Pentanahan

Biochar memiliki kecenderungan yang tinggi untuk menyerap dan menahan air, memiliki banyak pori-pori yang sebagian besar dilapisi dengan ion mineral yang dapat dengan mudah diubah selama produksi *biochar* dengan sendirinya meningkatkan konduktivitas. *Biochar* dapat bertahan di tanah selama ratusan tahun sebelum kalah peran dalam peningkatan tanah. Sifat-sifat ini membuatnya diinginkan untuk aplikasi dalam perbaikan sistem grounding karena mereka bisa mengakibatkan menurunkan serta meminimalkan fluktuasi resistansi tanah selama jangka waktu yang panjang. Kesimpulan bahwa *biochar* berumur panjang didukung oleh Bird dkk, (1997) yang menemukan bahwa komponen bahan arang oksidasi resitansi sangat tinggi dengan perlakuan laboratorium baik dengan dikromat asam dan peroksida dasar. Fraksi *biochar* yang akan menunjukkan resistansi oksidasi tersebut tentu saja akan tergantung pada kedua bahan baku dan kondisi pirolisis. Observasi ini tidak mengesampingkan kemungkinan bahwa arang dapat terurai lebih cepat di lingkungan lain.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nyuykonge dkk. (2015) pada Tabel 1, terjadi penurun resistansi pentanahan yang signifikan setelah di *treatment* dengan *biochar* dibandingkan tanpa *biochar*.

Tabel 1. Perbadingan Resistansi Pentanahan

	Elektrode batang tunggal/paralel	**Musim kering/hujan**	**Tanpa *biochar*(Ω)**	**Dengan *biochar*(Ω)**
1	Tunggal	Kering	164.2	
2	Paralel	Kering	48.1	
3	Tunggal	Kering		26.28
4	Paralel	Kering		15.2
5	Paralel	Hujan		1.06
6	Paralel	2 bulan setelah musim hujan		1.06

(Sumber : Nyuykonge, dkk. 2015)

Jenis Tanah

Resistivitas tanah sangat menentukan resistansi pentanahan dari elektrode- elektrode pentanahan. Resistivitas tanah diberikan dalam satuan Ω-meter. Dalam bahasan di sini menggunakan satuan Ω-meter, yang merepresentasikan resistansi tanah yang diukur dari tanah yang berbentuk kubus yang bersisi 1 meter.

Resistivitas tanah tidak hanya tergantung pada jenis tanah saja melainkan dipengaruhi oleh kandungan moistur, kandungan mineral yang dimiliki dan suhu (suhu tidak berpengaruh bila di atas titik beku air). Oleh karena itu, resistivitas tanah bisa berbeda-beda dari satu tempat dengan tempat yang lain tergantung dari sifat-sifat yang dimilikinya. Sebagai pedoman kasar, Tabel 2 berikut ini berisikan resistivitas tanah yang ada di Indonesia.

Tabel 2. Resistivitas Tanah

No	**Jenis Tanah**	**Resistivitas tanah (Ω-meter)**
1	Tanah Rawa	30
2	Tanah liat dan tanah ladang	100
3	Pasir basar	200
4	Kerikil basah	500
5	Pasir dan kerikil kering	1000
6	Tanah berbatu	3000

(Sumber : PUIL 2000)

Faktor yang Mempengaruhi Sistem Pentanahan

1. Faktor Internal
   a) Bentuk Elektrode
   b) Jenis bahan dan ukuran elektrode
   c) Konfigurasi Elektrode
   d) Kedalaman penanaman
2. Faktor Eksternal
   a) Sifat geologi tanah
   b) Komposisi zat kimia dalam tanah
   c) Kandungan air dalam tanah
   d) Temperatur tanah

Jenis-jenis Elektrode Pentanahan

1. Elektrode Batang

   Elektrode ini merupakan elektrode yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektrode jenis ini. Elektrode ini banyak digunakan pada gardu induk. Secara teknis, elektrode jenis ini mudah pemasangannya dan tidak memerlukan lahan yang luas. Elektrode batang biasanya ditanam dengan kedalaman yang cukup dalam.

2. Elektrode Pelat

   Elektrode pelat ialah elektrode dari bahan pelat logam (utuh atau berlubang) atau dari kawat kasa. Pada umumnya elektrode ini ditanam dalam. Elektrode ini digunakan bila diinginkan resistansi pentanahan yang kecil dan sulit diperoleh dengan menggunakan jenis - jenis elektrode yang lain.

3. Elektrode Pita

   Elektrode pita ialah elektrode yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal.

Pengujian Pentanahan

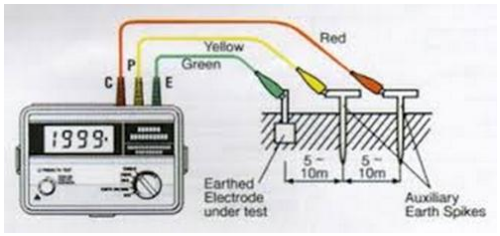
1. Alat Ukur

   Earth tester merupakan alat ukur yang digunakan untuk mencari besarnya resistansi tanah sebelum dilakukannya pentanahan sebagai sitem pengaman dalam instalasi listrik. *Earth tester* ada 2 macam yakni earth tester analog dan earth tester digital. Pada pengukuran resistansi tanah ini diperlukan nilai yang presisi karena fungsinya sangat fital dalam instalasi listrik, maka dari itu earth tester digital lebih sering digunakan karena memiliki keakuratan dalam pengukuran. *Earth tester* digital ini penampilnya menggunakan digital pada segmen-segmen, sehingga dengan mudah menyimpan data-data yang terukur seperti yang terlihat pada Gambar 1 di bawah :

Gambar 1. *Earth Tester* Digital

2. Metode Pengukuran Tiga Titik

   Perancangan alat ukur resistansi digital ini menggunakan tiga batang elektrode yang ditanahkan yaitu elektrode E (*Earth*), Elektrode P (Potensial), dan Elektrode C (*Current*). Terminal E dihubungkan dengan terminal ground yang akan kita ukur, lalu terminal P ditanam membentuk garis lurus dari terminal *earth plate* (E) sejauh 5-10 meter dan terminal C segaris lurus dengan terminal E dan P, jaraknya 5-10 meter dari terminal P seperti Gambar 2.



Gambar 2. Pengkuran Metode 3 Titik
(Sumber : www.electricneutron.com)

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Pada penelitian ini peneliti menggunakan rancangan penelitian eksperimen berupa *One-shot case study*. Dimana dalam desain penelitian ini terdapat suatu kelompok diberi *treatment* (perlakuan) dan selanjutnya diobservasi hasilnya. *Treatment* (perlakuan) sebagai variabel independen dan hasil sebagai variabel dependen. Dalam eksperimen ini subjek disajikan dengan beberapa jenis perlakuan lalu diukur hasilnya. Kelompok eksperimen (*treatment*) pada penelitian ini dengan penambahan diameter *biochar* sebesar 20 cm, 30 cm, dan 40 cm di sekeliling elektrode batang yang ditanam sedalam 100 cm.

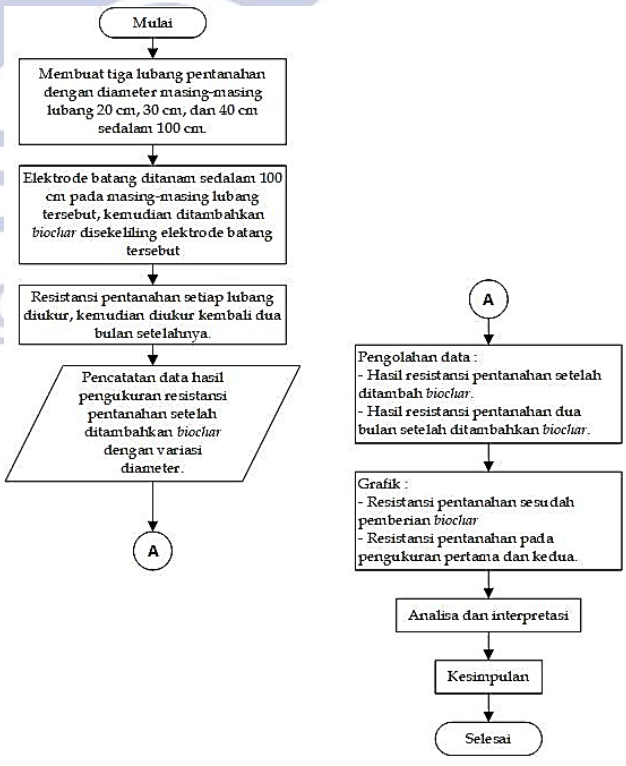
Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Juli sampai Oktober 2017 dan dilaksanakan di *workshop* PT. Megarindo Jaya, Lubang Buaya, Jakarta Timur.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian *(flowchart)* rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini :

Gambar 3 Desain Eksperimen Penelitian



Objek Penelelitian

1. Elektrode Batang

Elektrode yang digunakan pada penelitian ini adalah elektrode batang yang terbuat dari tembaga (lihat Gambar 4) dengan panjang 120 cm dan diameter 1,5 cm. Elektrode berfungsi sebagai penghantar ke tanah ketika terjadi arus gangguan.

Gambar 4 Elektrode Batang
(Sumber : www.midselec.co.uk)

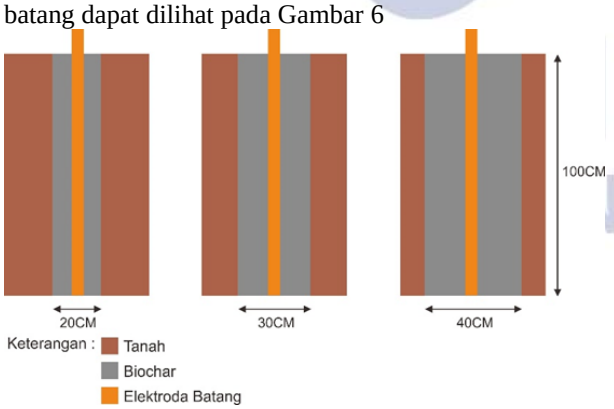
2. *Biochar*

Bahan baku yang digunakan pada percobaan kedua untuk membuat *biochar* adalah kayu-kayuan dari pohon karet, puspa, kecapi dan munium seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Gambar 5 *Biochar* dari kayu - kayuan

Rancangan Pengujian

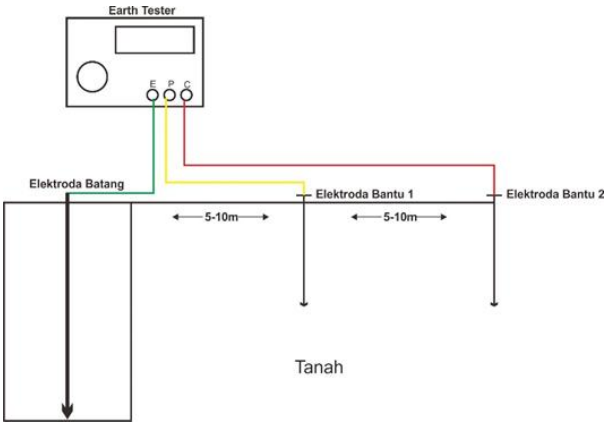
Rancangan pengujian dengan memvariasikan diameter penambahan *biochar* di sekeliling elektrode batang dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6 Variasi diameter penambahan *biochar*

Rancangan Pengukuran

Rangkaian pengukuran resistansi pentanahan menggunakan metode 3 titik dapat dilihat pada Gambar 7. Elektrode batang sebagai elektrode utama dengan dibantu dengan dua elektrode bantu.



Gambar 7 Rangkaian pengukuran resistansi pentanahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Resistansi Pentanahan

Pada pengujian resistansi pentanahan ini, seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, suatu kelompok diberi *treatment* (perlakuan) dan selanjutnya diobservasi hasilnya. Kelompok eksperimen diberikan perlakuan dengan menambahkan *biochar* di sekeliling elektrode batang yang ditanam sedalam 100 cm dengan variasi diameter penambahan *biochar* 20 cm, 30 cm, dan 40 cm. Pengujian dilakukan dalam dua kali pengujian pada musim hujan (Oktober dan Desember 2017), pengujian pertama sesaat setelah penambahan *biochar* dan pengujian kedua dua bulan setelahnya. Hasil pengujian resistansi pentanahan pada kedua kelompok tersebut dapat dilihat pada uraian di bawah ini:

1. Pengujian Pertama

Berikut adalah hasil resistansi pentanahan pada pengujian pertama setelah penambahan *biochar* pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3 Hasil resistansi pentanahan pada pengujian pertama

	Diameter lubang 20 cm	**Diameter lubang 30 cm**	**Diameter lubang 40 cm**
Resistansi Pentanahan	164 Ω	369 Ω	573 Ω

2. Pengujian Kedua

Dan berikut adalah hasil pengujian resistansi pentanahan dua bulan setelah penambahan *biochar* pada Tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4 Hasil resistansi pentanahan pada pengujian kedua

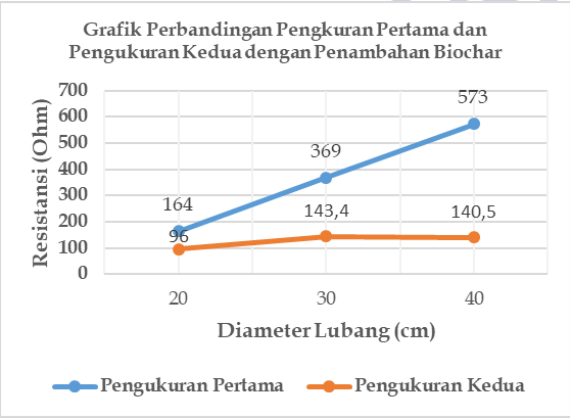
	Diameter lubang 20 cm	**Diameter lubang 30 cm**	**Diameter lubang 40 cm**
Resistansi Pentanahan	96 Ω	143,5 Ω	140,5 Ω

Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan pengujian resistansi pentanahan yang telah dilakukan pada setiap variasi diameter penambahan *biochar* didapatkan hasil yang ditampilkan dalam bentuk Tabel dan grafik. Pengujian dilakukan dalam dua kali pengujian, pengujian pertama dilakukan sesaat setelah penambahan *biochar* (Oktober 2017), dan pengujian kedua dilakukan dua bulan (Desember 2017) setelah pengujian pertama. Hasil pengujian pertama sesaat setelah penambahan *biochar* dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 nilai resistansi pentanahan sesaat setelah ditambahkan *biochar* kayu-kayuan disekeliling elektrode batang pada diameter lubang 20 cm, 30 cm, dan 40 cm masing-masing adalah 164 Ω, 369 Ω, dan 573 Ω. Nilai resistansi pentanahan mengalami kenaikan setiap penambahan diameter, semakin besar diameter penambahan *biochar* disekeliling elektrode, semakin besar nilai resistansi pentanahan.

Pengujian kedua dilakukan dua bulan setelah pengujian pertama, hasil pengujian kedua dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat nilai resistansi pentanahan dua bulan setelah pengujian pertama mengalami penurunan. Dapat dilihat pada Tabel 4, resistansi pentanahan dengan diameter lubang 20 cm pada pengujian pertama 164 Ω turun menjadi 96 Ω pada pengujian kedua, resistansi pentanahan dengan diameter lubang 30 cm pada pengujian pertama 369 Ω turun menjadi 143,4 Ω pada pengujian kedua, dan pada diameter lubang 40 cm turun menjadi 140,5 Ω dibanding pada pengujian pertama 573 Ω. Secara grafik perbadingan nilai resistansi pentanahan sesaat dan dua bulan setelah pengujian dengan penambahan *biochar* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik perbandingan pengujian pertama dan pengujian kedua dengan ditambahkan *biochar*.

Berdasarkan hasil kedua pengujian, terlihat perbedaan resistansi sesaat dan dua bulan setelah pengujian, hal ini dipengaruhi oleh kondisi musim saat melakukan pengujian, yaitu musim hujan. Pada pengkuran pertama kondisi *biochar* masih kering sehingga menyebabkan nilai resistansi pentanahan menjadi tinggi. Namun pada pengkuran kedua, kondisi *biochar* yang basah setelah diguyur oleh hujan dalam rentang waktu Oktober sampai Desember 2017 menyebabkan nilai resistansi pentanahan turun 40 % sampai 70 % dari resistansi pentanahan pada pengukuran pertama. Seperti yang dijelaskan sebelumnya *biochar* memiliki sifat menyerap dan menahan air yang dapat mereduksi nilai resistansi pentanahan. Namun, jika nilai resistansi pentanahan pengujian kedua dibandingkan dengan nilai resistansi pentanahan standar PUIL 2000 masih belum memenuhi standar PUIL 2000 yang berlaku yaitu tidak boleh lebih dari 5 Ω.

Tingginya resistansi pentanahan mungkin disebabkan resistivitas *biochar* masih tinggi, hal itu dapat dilihat pada setiap penambahan volume *biochar* resistansi pentanahan meningkat. Resistivitas yang masih tinggi disebabkan ukuran partikel *biochar*, sebagaimana disebutkan pada deskripsi partikel *biochar* kayu-kayuan berukuran 1-2 cm^3 sehingga kontak antara partikel *biochar* dengan elektrode maupun *biochar* dengan tanah lebih lambat, hal itu berpengaruh pada resistivitas *biochar* dan peningkatan resistansi pentanahan.

Selain itu, tingginya resistansi pentanahan mungkin disebabkan jenis elektrode yang digunakan yaitu elektrode batang, elektrode batang memiliki luas permukaan yang kecil sehingga kontak antara *biochar* dan elektrode sedikit, sehingga resistansi tanah menjadi tinggi dan arus yang mengalir ke tanah kecil. Berdasarkan PUIL 2000 elektrode pelat memiliki hasil resistansi pentanahan yang paling baik karena memiliki luas penampang yang luas, sehingga kontak antara tanah dan elektrode luas menyebabkan arus gangguan cepat tersebar ke tanah. Sedangkan menggunakan elektrode pita membutuh jumlah yang panjang untuk mendapatkan resitansi yang rendah.

PENUTUP

Simpulan

Setelah serangkaian tahapan proses penelitian yang telah dilakukan dan hasil penelitian telah dianalisis, maka dapat ditarik kesimpulan, setelah diberikan perlakuan dengan menambahkan biochar, resistansi pentanahan meningkat seiring bertambahnya diameter penambahan biochar di sekeliling elektrode batang di Kelurahan Lubang Buaya, Jakarta Timur.

Masih tingginya resistansi pentanahan mungkin disebabkan luas penampang elektrode batang yang kecil dan resistivitas biochar yang masih tinggi karena partikel biochar kayu-kayuan yang masih kasar.

Saran

Resistansi pentanahan yang didapatkan setelah diberikan perlakuan masih tinggi, oleh sebab itu peneliti menyarankan untuk memperhalus partikel *biochar* kayu-kayuan sehingga kontak antara *biochar* dengan tanah lebih baik.

Pada penelitian lebih lanjut, penggunakan elektrode pentanahan yang berbeda seperti elektrode pelat dengan perlakuan (*treatment*) yang sama bisa dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

Bird M. I. and Gro cke D. R. 1997. *Determination of the abundance and carbon isotope composition of elemental carbon in sediments*. Geochim. Cosmochim. Acta 61, 3413–3423.

"*Earthing Protection"*. Midshires Electrical & Lighting. Web. 6 Maret 2017. <http://www.midselec.co.uk/products/wiring-accessories/wiring-accessories/earthing-protection/>

"*Earthing Resistance Tester"*. Electrical Engineering. 24 September 2010. Web. 6 Maret 2017. <http://www.electricneutron.com/measuring-instruments/earthing-resistance-tester/>

Hunt, J., M. DuPonte, D. Sato, dan A. Kawabata. 2010. *The basic of biochar: A natural soil amandement. Soil and Crop Management. College of Tropical Agriculture and Human Resources*. University of Hawai'i. Manoa.

Hutauruk,T.S. 1991. *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga & Pengetanahan Netral*. Jakarta : Erlangga.

Lehmann, J. dan S. Joseph. 2009. *Biochar Environmental Management.Earthscan*. London. 416 hlm.

Nyuykonge, L.P., Noel Djongyang., Lendzemo W.V., Fagbenro J.A. 2015. *An Efficient Method for Electrical Earth Resistance Reduction Using Biochar*. International Journal of Energy and Power Engineering. 4(2): 65-70

PUIL. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Jakarta : BSN

Rondon, M. A., J. Lehmann, J. Ramirez, dan M. Hurtado. 2007. *Biologicalnitrogen fixation by common beans (Phaseolus vulgaris L.) increases with bio-char additions*. Biol Fertil Soils., 43: 699–708.

UNESA Universitas Negeri Surabaya