

**STUDI TENTANG EFEKTIVITAS BEBERAPA MACAM ZAT TERHADAP
NILAI RESISTANSI SISTEM PENTANAHAN (*GROUNDING*)**

Verry Dwi Andhika

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang
60231, Indonesia
e-mail : verryandhika16050874037@mhs.unesa.ac.id

Achmad Imam Agung

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : achmadimam@unesa.go.id

Abstrak

Sistem proteksi sangat diperhatikan dalam dunia kelistrikan, salah satu sistem proteksi tersebut adalah sistem pentanahan (*grounding*). Resistansi pentanahan yang kecil merupakan salah satu syarat sistem pentanahan yang baik karena dapat mengurangi kerusakan dan menjaga keandalan yang tinggi dari sebuah perangkat yang disebabkan oleh petir atau kesalahan arus. Tujuan studi ini adalah memahami bagaimana cara memperoleh nilai resistansi yang kecil dengan memanfaatkan beberapa macam zat baik itu zat kimia atau zat aditif, seperti bentonit, garam, maupun arang. Metode yang digunakan yaitu penelitian studi literatur dengan menelaah beberapa macam jurnal Terdapat 3 literatur yang dijadikan subjek penelitian kajian literatur. Peneliti ke-I menghasilkan data dengan penambahan arang 50 cm pada batang elektroda dapat menurunkan nilai resistansi pentanahan menjadi 4,73 Ω dari nilai resistansi sebelum pemberian arang 10,97 Ω . Peneliti ke-II menghasilkan data dengan penambahan bentonit yang belum teraktivasi perubahannya 13 Ω hingga 38 Ω dan pada penambahan 1 kg pada minggu kedua dan 15 Ω hingga 20 Ω pada minggu ketiga. Sedangkan peneliti ke-III dengan pemakaian larutan bentonit dengan larutan garam menghasilkan data laju persentase larutan bentonit mencapai 54% sedangkan larutan garam hanya mencapai 47%. Hasil yang didapatkan dari studi literatur ini dapat dijelaskan bahwa penambahan bentonit, garam, maupun arang cukup berpengaruh dalam menurunkan nilai resistansi pentanahan.

Kata Kunci : Sistem Pentanahan (*Grounding*), Resistansi Pentanahan, Bentonit, Garam, Arang

Abstract

The protection system is so well-known in the electrified world, one of those protection systems is the grounding system. Small earth resistance is one of the requirements of a good ground system because it can reduce damage and maintain a high reliability of a device caused by lightning or the errors of the current. The purpose of this study is to understand how to achieve small levels of resistance by tapping several substances of both chemicals and additives, such as bentonite, salt, and charcoal. The method used is the study of literature studies by examining several types of journals. There are 3 literatures that are subject to research literature studies. The first researcher produced data with the addition of 50 cm charcoal on the electrode rods which could reduce the earth resistance value to 4.73 Ω from the resistance value before giving charcoal 10.97 Ω . Researchers II produced data with the addition of bentonite which has not been activated changes 13 Ω to 38 Ω and at the addition of 1 kg in the second week and 15 Ω to 20 Ω in the third week. While the third researcher using bentonite solution with salt solution produced data on the percentage rate of bentonite solution reaching 54% while salt solution only reached 47%. The results obtained from this literature study can be explained that the addition of bentonite, salt, and charcoal is quite influential in reducing the value of earth resistance.

Keywords : Grounding System, Earth Resistance, Bentonite, Salt, Charcoal

PENDAHULUAN

Dalam dunia kelistrikan yang perlu diperhatikan yaitu salah satunya adalah sistem proteksi. Untuk meningkatkan

keamanan pribadi, perlindungan peralatan dan untuk menjaga kelangsungan pasokan listrik, bangunan harus disediakan oleh sistem tersebut (Kamel, 2011 dalam Nyuykonge, 2015). Salah satu sistem proteksi

tersebut adalah sistem pentanahan (*grounding*). Sistem pentanahan yang baik dapat mengurangi kerusakan dan menjaga keandalan yang tinggi dari sebuah perangkat yang disebabkan oleh petir atau kesalahan arus (Kinsler, 1998 dalam Nyuykonge, 2015). Semakin kecil nilai resistansi pentanahan maka kemampuan mengalirkan arus lebih ke dalam tanah semakin besar sehingga arus gangguan tersebut tidak membahayakan bagi manusia dan juga merusak peralatan tenaga listrik.

Baru-baru ini sejumlah sistem pembumian telah diusulkan untuk meningkatkan efisiensi *grounding* (Kojovic, 2003 dalam Nyuykonge, 2015). Dalam berbagai literatur yang sudah dilakukan untuk mengurangi nilai resistansi pentanahan, bisa dengan menambahkan unsur-unsur kimia seperti bentonit maupun garam yang ditambahkan ke tanah di sekitar elektroda. Namun, elemen-elemen ini mahal dan terkadang tidak dapat memastikan koneksi landasan yang baik untuk jangka waktu yang panjang (Jacob, 2008 dalam Nyuykonge, 2015). Bukan hanya bentonit saja tetapi zat aditif seperti arang juga dapat digunakan untuk membantu memperkecil nilai resistansi pentanahan, karena disamping lebih murah dan mudah ditemukan arang memiliki kecenderungan yang tinggi untuk menyerap air, memiliki banyak pori-pori yang dilapisi dengan ion mineral yang dapat dengan mudah diubah selama produksi arang. Tentunya arang bisa bertahan di tanah selama ratusan tahun dalam peningkatan tanah. Sifat-sifat ini membuatnya diinginkan untuk aplikasi dalam perbaikan sistem *grounding* karena mereka bisa mengakibatkan menurunkan dan meminimalkan fluktuasi resistansi tanah selama jangka waktu yang panjang (Bird M.I., 1997 dalam Nyuykonge, 2015).

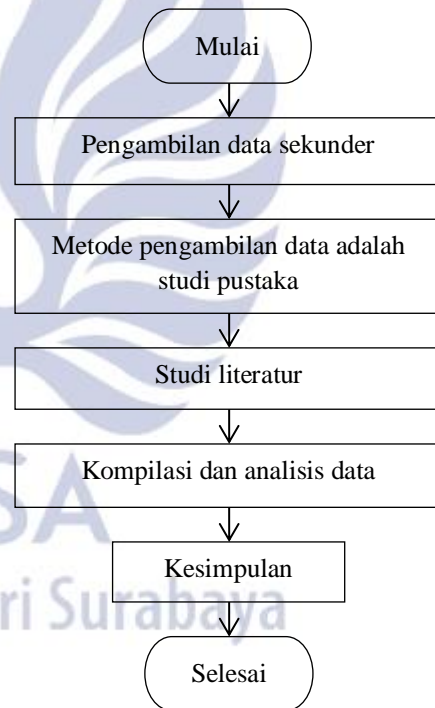
Berdasarkan dari latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya, dapat diperoleh rumusan masalah, bagaimana cara agar memperoleh nilai resistansi sistem pentanahan yang kecil. Dimana dalam rumusan masalah ini nantinya dari berbagai penelitian yang dilakukan oleh peneliti

sebelumnya apakah penambahan zat kimia maupun zat aditif seperti bentonit, garam, dan arang dapat mempengaruhi perubahan nilai resistansi sistem pentanahan tersebut.

Adapun tujuan dari studi literatur ini dapat mengetahui bahwa penambahan zat kimia maupun zat aditif seperti bentonit, garam, dan arang cukup berpengaruh dalam proses perbaikan nilai resistansi pentanahan. Dibuktikan dengan menelaah dari berbagai hasil literatur yang sudah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya.

METODE

Metode yang digunakan dalam pembuatan artikel jurnal ini dijelaskan secara singkat pada Gambar 1 yaitu diagram alir metode penelitian studi literatur seperti berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian Studi Literatur

Berdasarkan studi literatur pada tinjauan pustaka, jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang didapat dari penelitian yang dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. Dalam pengambilan data sekunder tersebut metode pengumpulan data yang digunakan adalah studi pustaka.

Kemudian metode yang akan digunakan untuk pengkajian ini adalah studi literatur. Setelah itu data yang sudah diperoleh selanjutnya dikompilasi, dianalisis serta disimpulkan sehingga nantinya akan mendapatkan kesimpulan mengenai studi literatur ini.

PEMBAHASAN

Sistem pentanahan merupakan sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik terutama petir. Sistem pentanahan digambarkan sebagai sebuah hubungan antara suatu peralatan atau rangkaian listrik dengan bumi (Hutauruk, 1987 dalam Kasim, 2016).

Pentanahan adalah penghubung bagian-bagian peralatan listrik yang pada keadaan normal tidak dialiri arus. Tujuannya adalah untuk membatasi tegangan antara peralatan ini dengan tanah sampai pada suatu kondisi yang aman untuk semua operasi, baik kondisi normal maupun saat terjadi sebuah gangguan (Hilman, 2008 dalam Kasim, 2016).

Tahanan pentanahan adalah hambatan yang dialami oleh arus ketika mengalir ke tanah. Arus ini mengalir menuju tanah melalui elektroda pbumian yang ditanam atau ditancapkan ke dalam tanah pada kedalaman tertentu (Hutauruk, 1999 dalam Cahyo, 2019). Sedangkan menurut PUIL 2000 mendefinisikan bahwa tahanan pbumian sebagai jumlah tahanan elektroda pbumian dan tahanan penghantar pbumian. Tahanan ini terdiri dari tahanan yang disebabkan oleh penghantar logam dan tanah. Tahanan yang ditimbulkan pada penghantar sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Nilai tahanan pentanahan yang baik adalah nilai tahanan pentanahan yang kecil. Standar PUIL 2000 nilai tahanan pentanahan yang bagus adalah sebesar $< 1 \Omega$, sedangkan ketentuan PUIL 2011 yaitu agar terhindar dari bahaya sambaran petir atau arus kejut dibutuhkan nilai resistansi pentanahan $\leq 5 \Omega$. Walaupun dalam tahun penerbitan PUIL berbeda, pada dasarnya dijelaskan bahwa nilai resistansi pentanahan

yang baik adalah tidak lebih dari 5Ω atau paling baik mendekati angka 0, dalam artian semakin kecil nilai resistansi pentanahan semakin baik pula sistem proteksi pentanahan (*grounding*) tersebut. Dalam suatu sistem pbumian jenis tanah sangat mempengaruhi baik atau buruknya sistem pentanahan tersebut, hal tersebut dikarenakan tidak semua jenis tanah memiliki nilai resistansi pentanahan yang baik. Nilai resistansi pentanahan dapat dipengaruhi oleh struktur dan kandungan tanah tersebut. Pada Tabel 1 dibawah ini dijelaskan tentang beberapa tahanan jenis tanah sesuai apa yang ada pada PUIL 2000.

Tabel 1. Nilai Tahanan Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (Ohm Meter)
1	Tanah Rawa	30
2	Tanah Liat dan Tanah Ladang	100
3	Pasir Basah	200
4	Kerikil Basah	500
5	Pasir dan Kerikil Kering	1000
6	Tanah Berbatu	3000

(Sumber : PUIL 2000)

Bentonit merupakan salah satu jenis lempung yang sebagian besar mengandung montmorillonit dengan mineral-mineral seperti kwarsa, kalsit, dolomit, feldspars dan mineral lainnya. Bentonit memiliki sifat dapat menyerap dan menahan air pada strukturnya. Bentonit sering digunakan karena memiliki sifat tahanan jenis yang sangat rendah dan stabil, dapat mengembang menjadi bebrapa kali lipat bila dicelupkan ke dalam air dan dapat menahan air pada strukturnya, bentonit tidak menyebabkan korosi pada elektroda, serta tidak mudah hancur karena bentonit merupakan bagian dari tanah liat itu sendiri (Andini, 2016).

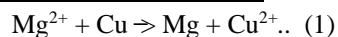
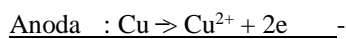
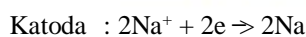
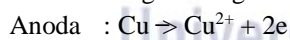
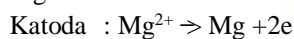
Reaksi kimia pada bentonit dijelaskan seperti berikut, Bentonit mempunyai muatan negatif pada permukaannya, sehingga memungkinkan terjadinya reaksi pertukaran ion. Bentonit terbagi menjadi dua kelompok

yakni natrium bentonit dan kalsium bentonit. Natrium bentonit mengandung lebih banyak ion Na^+ dibandingkan dengan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Bentonit ini dapat mengembang dan mudah menyerap air 8-15 kali, sedangkan kalsium bentonit memiliki sifat rendah dalam penyerapan apabila didispersikan dalam air akan cepat mengendap (Mariyam, 2012). Sehingga dalam sistem pentanahan seringkali menggunakan natrium bentonit karena bentonit jenis ini memiliki elektron valensi +2 dan memiliki kekuatan ion yang lemah.

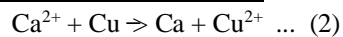
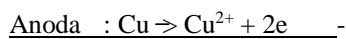
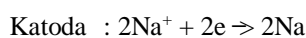
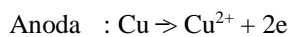
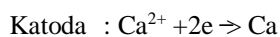
Menurut (Lim, 2013), dibandingkan dengan kalsium bentonit, natrium bentonit memiliki daya mengembang yang sangat baik, sehingga dapat membantu mempertebal lapisan elektrolit yang mengelilingi elektroda pembeduan. Kemampuan bentonit dalam mempertahankan resistansi pentanahan yang rendah disebabkan oleh adanya pembentukan elektrolit ketika bentonit terionisasi oleh air. Sehingga lapisan ini membungkus elektroda yang telah dikubur di dalam tanah sebagai jalur penyebaran dispersi petir. Dengan kata lain, dapat membantu konduksi ionik atau dispersi arus petir ke tanah sekitarnya. Selama ada kelembaban di dalam tanah, elektrolit ini akan tetap menutup elektroda pembeduan yang terkubur dan lapisan elektrolit tidak akan hanyut. Fungsi lapisan elektrolit tersebut sebagai penyangga yang memiliki kemampuan untuk menjebak muatan.

Reaksi kimia Bentonit-Elektroda Cu:

a) Mg^{2+} – Bentonit



b) Ca^{2+} – Bentonit



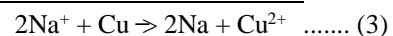
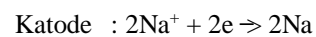
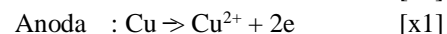
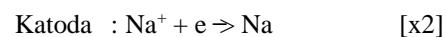
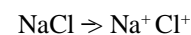
Bentonit yang mengandung magnesium (Mg) bentonit dan kalsium (Ca) bentonit dapat terionisasi dan dapat mengalami elektrolisis. Reaksi diatas merupakan reaksi kimia elektrolisis pada bentonit dengan elektroda Cu. Dalam hal ini, tembaga merupakan elektroda aktif sehingga pada anoda Cu akan terjadi reaksi oksidasi. Pada ion Mg^+ dan Cl^+ akan tereduksi di katoda membentuk logam Mg. begitupun sama halnya dengan Cl^+ akan tereduksi di katoda membentuk logam Cl (Silberberg, 2015).

Garam dalam ilmu kimia merupakan senyawa ionik yang terdiri dari beberapa ion positif (kation) dan ion negatif (anion) yang dilambangkan dengan rumus kimia yaitu NaCl (Opara, 2014 dalam Cahyo, 2019). Garam merupakan suatu zat elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik sehingga dapat meningkatkan daya hantar ke dalam tanah dengan baik (Kusim, 2013 dalam Cahyo, 2019).

Reaksi kimia dari NaCl dengan elektroda pentanahan tembaga menghasilkan proses ionisasi. Jadi selama proses ionisasi yang terjadi selama elektrolisis adalah bahwa secara umum ketika sebuah arus dilewatkan melalui larutan dengan ion bermuatan, lalu ion akan bermigrasi ke elektroda dengan muatan yang berlawanan (Kusim, 2013).

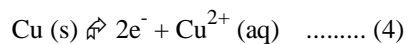
Mengacu pada teori elektrolisis dalam larutan garam NaCl, ion yang dominan adalah Na^+ (ion positif) dan Cl^- (ion negatif). Ketika arus disuplai ke larutan (mengandung kedua ion ini) melalui elektroda tembaga, ion klorida (anion) akan bergerak menuju elektroda positif (anoda), dan ion natrium (kation) akan bermigrasi ke elektroda negatif (katoda).

Reaksi kimia NaCl –Elektroda Cu:



Reaksi diatas merupakan reaksi elektrolisis lelehan NaCl dengan elektroda aktif Cu (tembaga). Pada katoda terjadi reduksi kation secara langsung yakni pada Na^+ , sedangkan pada anoda terjadi oksidasi elektroda sebab menggunakan elektroda Cu yang merupakan elektroda aktif (Silberberg 2015).

Pada Tembaga, Cu melepaskan 2 elektron menjadi larutan yang akan mengubah elektrolit menjadi biru / hijau :



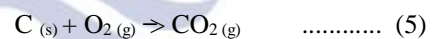
Oleh karena itu air garam akan memigrasikan ion yang bermuatan ke batang air garam dan akan memindahkan ion yang bermuatan ke elektroda pentanahan, karena elektroda pentanahan tembaga memiliki kemampuan untuk menarik partikel bermuatan.

Menurut (Lehmann, 2009 dalam Rahman, 2018), arang diproduksi dari bahan-bahan organik yang sulit terdekomposisi, yang dibakar secara tidak sempurna (*pyrolysis*) atau rendah oksigen pada suhu yang tinggi 500-700°C. Arang yang terbentuk dari pembakaran ini akan menghasilkan sebuah karbon aktif yang mengandung mineral seperti kalsium (Ca) atau magnesium (Mg) dan karbon anorganik. Kualitas senyawa organik yang terkandung dalam arang tergantung pada asal bahan organik dan metode karbonisasi. Dengan kandungan senyawa organik dan anorganik yang terdapat didalamnya, arang banyak digunakan sebagai bahan amelioran untuk meningkatkan kualitas sebuah tanah, khususnya tanah marginal (Rondon, 2007 dalam Rahman, 2018). Arang dapat dibuat dari berbagai limbah pertanian dan perkebunan seperti sekam padi, tempurung kelapa, kulit buah kakao, serta bisa juga dari kayu-kayuan yang berasal dari tanaman hutan industri.

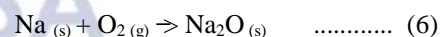
Arang mengandung karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen, dengan rumus kimia $\text{C}_7\text{H}_4\text{O}$. kandungan didalam arang tersebut, karbon merupakan kandungan utama yang memiliki persentase sekitar 80% (Ezechukwu, 2005). Diketahui bahwa karbon

memiliki pori-pori yang menahan air didalam tanah untuk meningkatkan konduktivitas. Karbon merupakan unsur tabel periodik non logam yang memiliki elektron valensi +4, yang berarti bahwa terdapat 4 elektron yang dapat digunakan untuk membentuk ikatan kovalen. Namun ketika arang diaplikasikan dalam sistem pentanahan tidak semua elektron valensi tersebut digunakan untuk ikatan (hanya 3 elektron yang terikat). Sedangkan elektron ke 4 terdelokalisasi sehingga tidak terikat pada atom tertentu. Elektron yang terdelokalisasi ini bebas bergerak sehingga meningkatkan konduktivitas yang dapat meningkatkan kapasitas pertukaran kation tanah. Arang sendiri mengandung sejumlah besar abu yang kaya akan kation dasar yang membantu meningkatkan pH tanah sehingga meningkatkan daya tahan tanah (Opara, 2014).

Terlepas dari kenyataan bahwa karbon memiliki pori-pori yang menahan air didalam tanah untuk meningkatkan konduktivitas, ketika dicampur dengan natrium klorida dalam tanah, berbagai reaksi terjadi untuk menghasilkan NaNO_3 yang sangat higroskopis. Reaksi-reaksi ini ditunjukkan di bawah ini.



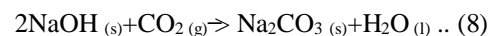
Oksidasi natrium untuk membentuk natrium oksida.



Oksidasi natrium menjadi natrium oksida.



Hidrolisis natrium oksida untuk membentuk natrium hidroksida



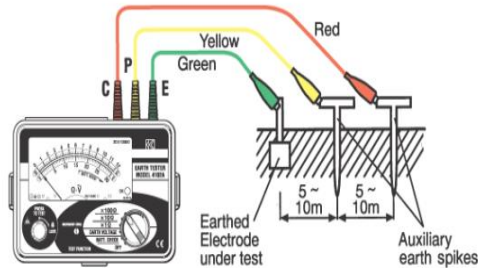
Reaksi natrium hidroksida dan karbon (IV) oksida untuk membentuk natrium karbonat.



Reaksi dekomposisi ganda antara natrium karbonat dan kalsium nitrat untuk

menghasilkan kalsium karbonat dan natrium nitrat.

Dari berbagai jurnal terdahulu penelitian yang dilakukan untuk mempermudah menurunkan nilai resistansi pentanahan yaitu dengan metode pengukuran tiga titik. Seperti pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Metode Pengukuran Tiga Titik (Sumber : www.electricneutron.com)

Gambar 2 tersebut menunjukkan bahwa pengukuran tiga batang elektroda dengan menggunakan metode tiga titik yang berbeda, dimana pada alat ukur *Earth Resistance Tester* untuk kabel hijau E (*Earth*) untuk elektroda utama, kabel kuning P (*Potential*) untuk elektroda bantu pertama dan kabel merah C (*Current*) untuk elektroda bantu kedua. Masing-masing elektroda diberikan jarak 5 sampai 10 meter, dengan variasi diameter lubang elektroda utama yang berbeda-beda.

Dalam studi literatur ini dilakukan dengan menelaah berbagai hasil penelitian dari jurnal yang dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya.

Studi Literatur Pemanfaatan Arang Tempurung Kelapa untuk Perbaikan Resistansi Pembedaan (Lucky, 2013)

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh (Lucky, 2013) dengan judul “Studi Pemanfaatan Arang Tempurung Kelapa untuk Perbaikan Resistansi Pembedaan Jenis Elektroda Batang”, pengujian resistansi pentanahan yang telah dilakukan nilai resistansi sebelum dilakukan perlakuan khusus adalah 10,97 Ω, selain memvariasi diameter peneliti juga

memberikan dua perbedaan perlakuan dimana pada pengujian dilakukan sebelum pemberian air dan sesudah pemberian air.

Pemberian air pada arang tempurung kelapa dapat memperkecil nilai resistivitasnya, sehingga arang dari pembakaran tempurung kelapa cenderung bersifat lebih konduktif. Hal tersebut dapat terjadi karena nilai resistivitas arang lebih rendah dibandingkan dengan nilai resistivitas tanah.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Studi Literatur Pemanfaatan Arang Tempurung Kelapa untuk Perbaikan Resistansi Pembedaan (Lucky, 2013)

Penanaman elektroda batang (cm)	Diameter arang tempurung kelapa (cm)	Nilai resistansi pembedaan sebelum pemberian air (ohm)	Nilai resistansi pembedaan setelah pemberian air (ohm)
150	10	6,12	5,23
	20	5,72	4,15
	30	5,41	3,51
	40	4,76	2,71
	50	4,73	2,45

(Sumber : Lucky Dedy Purwantoro, dkk. 2013)

Pada pengujian pertama sesaat setelah ditambahkan arang (tanpa air) disekeliling elektroda batang pada diameter lubang 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm dan 50 cm masing-masing nilai resistansi pentanahan adalah 6,12 Ω, 5,72 Ω, 5,41 Ω, 4,76 Ω dan 4,73 Ω. Pengujian kedua sesaat setelah ditambahkan arang (diberi air) disekeliling elektroda batang pada diameter lubang 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm dan 50 cm masing-masing nilai resistansi pentanahan menjadi 5,23 Ω, 4,15 Ω, 3,51 Ω, 2,71 Ω dan 2,45 Ω.

Studi Literatur Perbaikan Tahanan Pentanahan dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi (Devy, dkk, 2016)

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh (Devy, dkk, 2016) dengan judul “Perbaikan Tahanan Pentanahan

Studi Tentang Efektivitas Beberapa Macam Zat Terhadap Nilai Resistansi Sistem Pentanahan (Grounding)

dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi”, bahwa penguji melakukan penelitian dengan memberikan variasi berat tambahan bentonit belum teraktivasi dan sudah teraktivasi, kemudian mengambil nilai rata-rata dalam 4 minggu serta ada 7 hari dalam tiap minggu.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Studi Literatur Perbaikan Tahanan Pentanahan dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi (Devy, dkk, 2016)

Minggu	Banyaknya Penambahan Bentonit	Tahanan Pentanahan (Ω)		
		Bentonit		
		Tanpa Perlakuan	yang Belum Teraktivasi	Bentonit Teraktivasi
1	Penambahan Bentonit 2 kg	250	180	50
		170	150	38
		180	155	38
		193	153	41
		220	155	40
		200	152	40
	210	153	38	
Rata-Rata Pentanahan	203,28	156,85	40,71	
2	Penambahan Bentonit 3 kg	220	130	42
		195	130	38
		200	130	38
		220	135	41
		220	127	40
		180	120	40
	185	115	38	
Rata-Rata Pentanahan	202,85	126,71	39,57	
3	Penambahan Bentonit 4 kg	180	100	33
		180	97	35
		200	95	37
		250	97	37
		260	95	38
		265	106	38
	220	95	35	
Rata-Rata Pentanahan	222,14	97,85	36,14	
4	Penambahan Bentonit 5 kg	225	95	35
		225	97	35
		225	96	33
		240	94	35
		250	90	35
		225	90	34
	250	99	35	
Rata-Rata Pentanahan	234,28	94,42	34,57	

(Sumber : Devy, dkk. 2016)

Pada Tabel 2 diatas, peneliti memberikan berbagai perlakuan pengukuran nilai resistansi, pertama pentanahan tanpa perlakuan mendapatkan hasil resistansi pentanahan lebih besar, rata-rata didapatkan setiap minggunya adalah sebesar 203,28 Ω (penambahan 2 kg bentonit), 202,85 Ω (penambahan 3 kg bentonit), 222,14 Ω (penambahan 4 kg bentonit) dan 234,28 Ω (penambahan 5 kg bentonit). Kedua pentanahan dengan perlakuan penambahan bentonit yang belum teraktivasi didapatkan hasil resistansi pentanahan yang berangsur-angsur menurun 156,85 Ω (penambahan 2 kg bentonit), 126,7 Ω (penambahan 3 kg bentonit), 197,85 Ω (penambahan 4 kg bentonit) dan 94,42 Ω (penambahan 5 kg bentonit). Ketiga pentanahan dengan perlakuan penambahan bentonit yang sudah teraktivasi didapatkan hasil resistansi pentanahan yang jauh lebih rendah 40,71 Ω (penambahan 2 kg bentonit), 39,57 Ω (penambahan 3 kg bentonit), 36,14 Ω (penambahan 4 kg bentonit) dan 34,57 Ω (penambahan 5 kg bentonit).

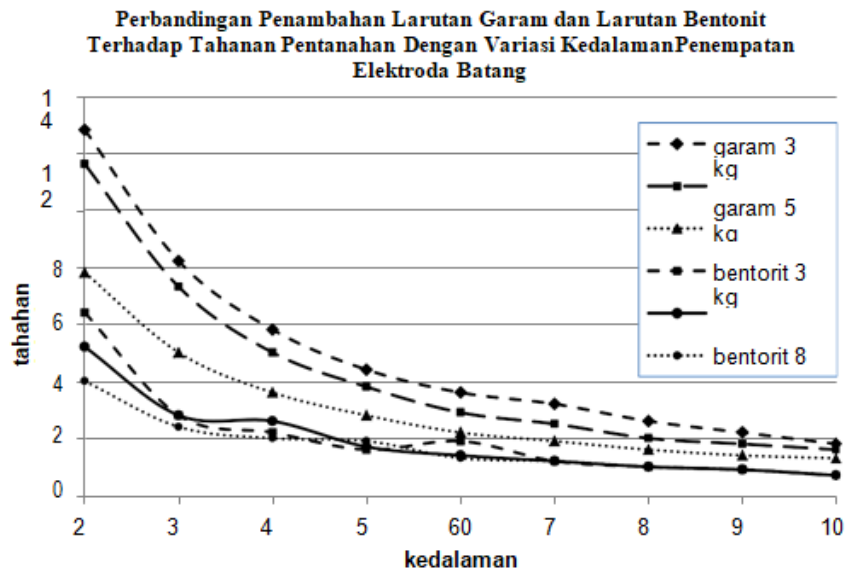
Pentanahan dengan penambahan bentonit yang belum teraktivasi menunjukkan nilai yang rendah dibandingkan dengan pentanahan tanpa pentanahan. Menurut peneliti, kondisi tanah menjadi berair. Hal tersebut sesuai dengan teori bahwa karakteristik bentonit yang dapat menyerap dan menahan air, sebab bentonit sebelum teraktivasi dapat mengembang dan akan menghasilkan nilai tahanan pentanahan yang besar. Sedangkan, apabila dibandingkan dengan bentonit yang telah teraktivasi, maka akan jauh menghasilkan nilai tahanan yang lebih rendah. Untuk tanah dengan bentonit teraktivasi, kondisi tanah menjadi lembab namun tidak berair. Hal ini tidak sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa bentonit yang teraktivasi akan menghasilkan daya serap air yang lebih besar. Keadaan itu dipengaruhi oleh faktor-faktor yang telah peneliti simpulkan, seperti pengeringan yang kurang sempurna, pencucian ion klorid yang kurang sempurna, dan penghalusan yang kurang sempurna, oleh karena itu proses aktivasi yang dihasilkan belum sesuai dengan

teori yang ada. Dapat dilihat dari dari tabel di atas bahwa terjadi penurunan drastis pada pengukuran pertama terkait nilai pentanahan antara bentonit yang belum teraktivasi dengan bentonit teraktivasi dan pada pengukuran seterusnya mengalami penurunan yang stabil.

Studi Literatur Penambahan Larutan Bentonit dan Garam untuk Memperbaiki Tahanan Pentanahan (Ishak, dkk, 2016)

Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh (Ishak, dkk, 2016) dengan judul “Analisis Penambahan Larutan Bentonit dan Garam untuk Memperbaiki Tahanan Pentanahan Elektroda Batang”,

pengeji melakukan penelitian dengan memberikan perlakuan khusus terhadap tanah dengan membandingkan pemberian bentonit dan garam. Selain perbandingan dengan memeberikan kedua zat tersebut peneliti memvariasikan penanaman elektroda batang dengan kedalaman dan berat tambahan bentonit maupun garam. Pada Gambar 3 yang ditunjukkan oleh grafik dibawah ini, dalam analisis pembahasan hasil hanya diambil salah satu perbandingan dimana dengan penambahan garam 3 kg serta kedalaman 100 cm nilai resistansi pentanahan cukup kecil yaitu 1,86 Ω, sedangkan dengan penambahan bentonit sebanyak 3 kg serta kedalaman sama 100 cm nilai resistansi pentanahan semakin kecil yaitu menjadi 0,95Ω.



Gambar 3. Grafik Hasil Pengukuran Studi Literatur Penambahan Larutan Bentonit dan Garam untuk Memeperbaiki Tahanan Pentanahan (Sumber : Ishak, dkk, 2016)

PENUTUP

Simpulan

Dari berbagai penelitian terdahulu dan telah ditelaah secara literatur, dapat disimpulkan dari ketiga penelitian bahwa para peneliti melalui serangkaian tahapan proses, dapat diambil sebuah keputusan bahwa terjadi penurunan nilai resistansi pentanahan (*grounding*). Penelitian pertama dengan penambahan diameter lubang penambahan arang 50 cm dapat menurunkan

nilai resistansi pentanahan menjadi 4,73 Ω dari nilai resistansi sebelum pemberian arang 10,97 Ω dan pemberian air 20% pada diameter lubang penambahan arang 50 cm dapat menurunkan nilai resistansi pentanahan dari 4,73 Ω menjadi 2,45 Ω.

Penelitian kedua pada pentanahan yang ditambahkan bentonit yang belum teraktivasi perubahannya 13 Ω hingga 38 Ω pada penambahan 1 kg pada minggu kedua dan 15 Ω hingga 20 Ω pada minggu ketiga, sedangkan dengan penambahan bentonit

teraktivasi saat ditambahkan kembali 1 kg pada minggu selanjutnya tidak mengalami perubahan yang signifikan, nilai pentanahan turun signifikan saat penambahan pada minggu pertama saja.

Penelitian ketiga dengan pemakaian larutan bentonit untuk sistem pentanahan lebih baik dari larutan garam. Apabila dipersentasekan laju persentase larutan bentonit mencapai 54% sedangkan larutan garam hanya mencapai 47%. Sebenarnya bukan karena pengaruh perlakuan khusus dengan memberikan tambahan zat-zat tersebut saja pada saat pemasangan elektroda, tetapi faktor lainnya adalah dari pengaruh tahanan jenis tanah, kandungan air di dalam tanah, kedalaman pemasangan, variasi pembuatan diameter lubang tanah sebelum pemasangan elektroda, maupun banyaknya zat-zat tersebut yang ditambahkan. Meskipun nilai resistansi pentanahan dapat diperkecil tetapi dari salah satu penelitian masih memiliki nilai resistansi yang cukup tinggi, kemungkinan dikarenakan luas penampang dari elektroda masih kecil.

Saran

Sebaiknya apabila akan melakukan penelitian yang sama terkait penurunan nilai resistansi, maka perlu mengujicobakannya dengan semua jenis tanah yang disebutkan pada PUIL 2000 yang digunakan dalam pemasangan sistem pentanahan (*grounding*). Penelitian mendatang hendaknya juga melakukan percobaan dengan elektroda yang memiliki luas penampang yang lebih besar dan metode lebih dari tiga titik elektroda. Sehingga kita dapat mengetahui pengaruh dari masing-masing tanah maupun besar-kecilnya luas penampang elektroda terhadap penurunan nilai resistansi.

DAFTAR PUSTAKA

Andini, Devy, dkk. 2016. *Perbaikan Tahanan Pentanahan dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi*. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Universitas Lampung Volume 10 Nomor 1, Januari 2016.

Bird M. I. and Cali J. A. (1998). *A million-year record of fire in sub-Saharan Africa*. Nature 394, 767–769.

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

Bird M. I., et al. (1999). *Stability of elemental carbon in savanna soil*. Global Biogeochem. Cycles 13, 923–932.

Cahyo, Rian Dwi Nur, dkk. 2019. *Studi Tahanan Pentanahan Menggunakan Campuran Arang dan Garam Dalam Menurunkan Nilai Tahanan Tanah*. Jurnal Inovasi Pentanahan dan Keamanan Universitas Negeri Malang Volume 02 Nomor 1 Halaman 1-12. Tahun 2019.

Hilman G. Ade. *“Pengaruh Larutan Garam Terhadap Sistem Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang Tembaga dan Plat Baja”* Politeknik Negeri Padang. Padang, 2008.

Hutauruk, dkk. *Sistem Pentanahan*, jilid 1. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, 1987.

Hutauruk, T.S., *Pengetahuan Netral Sistem Tenaga dan Pengetahuan Peralatan*. Jakarta: Erlangga, 1999.

Jacob, D and Nithiyananthan, K. 2008. *Effective Methods for Power System Grounding*. Journal of WSEAS Transactions on Business and Economics, 5, Halaman 151-160.

Kamel, R., Chaouachi, A. and Nagasaka, K. (2011). *Comparison the Performances of Three Earthing Systems for Micro-Grid Protection during the Grid Connected Mode*. Smart Grid and Renewable Energy, 2, 206-215. <http://dx.doi.org/10.4236/sgre.2011.23024> (online).

Kasim, Ishak, dkk. 2016. *Analisis Penambahan Larutan Bentonit dan Garam Untuk Memperbaiki Tahanan Pentanahan Elektroda Baja dan Batang*. Jurnal Teknik

- Elektro Universitas Trisakti
Volume 13 Nomor 2 Halaman 61-72, Februari 2016.
- Kinsler, M. 1998. *A Damage Mechanism: Lightning-Initiated Fault-Current Area to Communication Cables Buried Beneath Overhead Electric Power Lines*. IEEE Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference, Halaman 109-118.
- Kojovic, L. A, Day, T. R. and Chu H. H. 2003. *Effectiveness of Restricted Ground Fault Protection with Different Relay Types*. IEEE, Power Engineering Society General Meeting on 13-17 July 2003, Halaman 1-6.
- Kusim, A.S., et al. 2013. *Effect on Salt Content on Measurement of Soil Resistivity*, IEEE 7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO2013).
- Lehmann, J. and S. Joseph. 2009. *Biochar Environmental Management*. Earthscan. London. 416 Halaman.
- Lim, Siow Chun, et al. 2013. *Characterizing of Bentonite With Chemical, Physical, and Electrical Perspectives For Improvement of Electrical Grounding Systems*. International Journal of Electrochem. Sci., Vol. 8 (2013) 11429-11447.
- Nyuykonge, Lukong Pius, et al. 2015. *An Efficient Method for Electrical Earth Resistance Reduction Using Biochar*. International Journal of Energy and Power Engineering. 4(2): 65-70.
- Mariyam, Siti. 2012. *Pemanfaatan Katalis Al³⁺ Bentonit Untuk Reaksi Esterifikasi Asam Palmitat Menjadi Metil Palmitat*. (Skripsi). Surabaya: Perpustakaan Universitas Airlangga.
- Opara, F.K., et al. 2014. *Comparative Deterministic Analysis of Bentonite, Pig Dung and Domestic Salt and Charcoal Amalgam as Best Resistance Reducing Agent for Electrical Earthing Application*. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 10.
- PUIL. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Jakarta: BSN.
- PUIL. 2011. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011*. Jakarta : BSN.
- Purwantoro, Lucky Deddy. 2013. *Studi Pemanfaatan Arang Tempurung Kelapa Untuk Perbaikan Resistansi Pembumian Jenis Elektroda Batang*. Jurnal Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Rahman, Andi. 2018. *Studi Pemanfaatan Biochar Untuk Perbaikan Resistansi Pentanahan Jenis Elektroda Batang*. Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya Volume 07 Nomor 02 Tahun Halaman 101-106, Tahun 2018.
- Rondon, M.A., et al. 2007. *Biological nitrogen fixation by common beans (Phaseolus vulgaris L.) increases with bio-char additions*. Biol Fertil Soils., 43: 699-708.
- Silberberg, Martin S. and Amateis, Patricia. 2015. *Chemistry : The Molecular Nature of Matter and Change (7th edition)*. New York : McGraw-Hill Education.
- Ezechukwu, J. 2005 "Comprehensive Senior Secondary School Chemistry", Spectrum Books Limited, Ibadan, Nigeria.