

PENGARUH PENAMBAHAN GYPSUM DALAM MEREDUKSI NILAI RESISTANSI PENTANAHAN DI TANAH LADANG

Erliza Yuniarti, Eliza

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang
erlizay@yahoo.com

Abstrak

Indonesia terletak pada khatulistiwa yang mempunyai hari guruh 100-200 per tahun, dengan aktivitas yang besar ini pengusahaan sistem pentanahan menjadi sangat penting, karena sistem pentanahan mengusahakan agar arus lebih yang timbul pada saat tertentu dapat mengalir ke dalam tanah sehingga tidak merusak sistem. Sistem pentanahan dapat dilakukan dengan cara menanam batang elektroda pada kedalaman tertentu sehingga impedansi pentanahan menjadi kecil. Bahan, panjang, diameter, jarak tanaman elektroda, jenis tanah dan konfigurasi elektroda berpengaruh terhadap nilai resistansi pentanahan. Penelitian di lakukan di wilayah Kota Palembang yaitu di Kecamatan Gandus dan Talang Kelapa dimana sebelumnya wilayah ini merupakan daerah kebun palawija atau ladang sayuran. Sesuai dengan Rencana Tata Ruang dan Wilayah Tahun 2012-2032 kawasan ini akan difokuskan menjadi daerah pertumbuhan ekonomi berbasis pertanian, kawasan siap bangun dan lingkungan siap bangun, yang dipersiapkan menjadi kawasan strategis pertumbuhan ekonomi, perdagangan dan pengembang perumahan sehingga studi sistem pentanahan perlu dilakukan. Berdasarkan penelitian ini didapatkan bahwa pada setiap pertambahan kedalaman penanaman elektroda batang, jumlah elektroda mampu mereduksi nilai resistansi pentanahan, hal yang sama juga pada penambahan gypsum sebagai zat aditif. Bertambahnya berat zat aditif dari 2,5 kg mampu menurunkan sampai dengan 70,34%, dan pada penambahan 5 kg dapat mereduksi hingga 69,99%, sebaliknya pada penambahan jarak elektroda resistansi pentanahan cenderung mengalami kenaikan.

Kata kunci : reduksi pentanahan, elektroda batang, gypsum

PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada khatulistiwa yang mempunyai hari guruh atau petir sangat tinggi dengan aktivitas 100 sampai 200 hari guruh per tahun (Zoro, 2013), dengan aktivitas yang besar ini pengusahaan sistem pentanahan menjadi sangat penting. Sistem pentanahan mengusahakan agar arus lebih yang timbul pada saat tertentu, mengalir ke dalam tanah sehingga tidak merusak sistem. Sistem pentanahan (*grounding*) merupakan suatu sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik yang disebabkan arus lebih terutama petir (Hutahuruk, 1991). Nilai dari resistansi tahanan pentanahan harus sekecil mungkin untuk menghindari bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh adanya arus gangguan terhadap sistem kelistrikan dan

manusia. Sistem pentanahan dapat dilakukan dengan cara menanam batang elektroda pada kedalaman tertentu sehingga impedansi pentanahan menjadi kecil. Perubahan panjang, diameter, jarak tanaman elektroda batang, jenis tanah dan konfigurasi elektroda berpengaruh terhadap nilai resistansi pentanahan (Nugroho, 2006; Solichan, 2010; Hasrul, 2009). Bahan elektroda batang umumnya adalah tembaga, berbentuk silinder pejal, jenis elektroda ini dipilih karena memiliki tingkat korosi yang rendah dan mudah saat konstruksi dilapangan.

Upaya mendapatkan nilai pentanahan < 3 ohm (Janardana, 2005) untuk peralatan elektronik cukup sulit karena nilai pentanahan juga dipengaruhi oleh faktor jenis tanah, suhu dan kelembaban, kondisi elektrolit tanah, dan temperatur (Janardana, 2005; Widyaningsih, 2010). Upaya lain dilakukan dengan mengubah komposisi kimia tanah (*soil treatment*) dengan menambahkan zat adiktif (Pabla, 1991; Widyaningsih, 2010). Penambahan zat adiktif bentonit dengan metode parit melingkar (Widyaningsih, 2010) menggunakan satu batang elektroda tembaga dan dua elektroda bantu dapat mereduksi nilai pentanahan. Gypsum juga dapat dipergunakan sebagai zat adiktif, sebagaimana dengan bentonit, baik dalam fase sendiri maupun dicampur dengan bentonite atau dengan tanah alami berasal dari daerah tersebut (Ghani, 2013). Gypsum mempunyai nilai kelarutan yang rendah sehingga tidak mudah dihilangkan, dengan harga yang tidak mahal dan banyak terdapat dipasaran, gypsum dapat dicampur dengan tanah urukan sekitar elektroda.

Peningkatan ekonomi masyarakat di Kota Palembang berdampak positif terhadap pemekaran kota, di bagian Seberang Ilir Kota Palembang sebagai daerah industri, pergudangan dan perumahan dan daerah di bagian Seberang Ulu sebagai daerah perkantoran dan perumahan. Adanya pembagian wilayah ini maka sebagian wilayah ladang yang berada daerah seberang Ilir terutama di daerah Tanjung Api-api yang saat ini berfungsi sebagai lahan perkebunan palawija dan sayur lambat laun sesuai peruntukannya akan berubah menjadi daerah pergudangan, industri dan perumahan. Mengantisipasi perubahan ini penelitian dilakukan di tanah ladang produktif yang akan beralih fungsi dari lahan pertanian menjadi daerah industri dan perumahan, yang memiliki karakteristik tanah yang spesifik yaitu tanah lempung, dimana saat musim penghujan tanah menjadi becek dan licin, sebaliknya pada musim kemarau tanah menjadi keras dan retak. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kota Palembang tahun 2012-2023, dari 8 lokasi strategis kota Palembang maka penelitian dilakukan dilokasi Kecamatan Gandus (Talang Buluh) dimana kawasan ini difokuskan pada strategis pertumbuhan ekonomi berbasis pertanian dan Kecamatan Talang Kelapa (Tanjung Api-api) yang menjadi kawasan kasiba (kawasan siap bangun) dan lisiba (lingkungan siap bangun) yang dipersiapkan menjadi kawasan strategis pertumbuhan ekonomi, pergudangan dan pengembang perumahan.

TINJAUAN PUSTAKA

Instalasi sistem pentanahan dapat bekerja efektif bila memenuhi persyaratan-persyaratan, dapat membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personil dan peralatan, menggunakan rangkaian yang efektif; dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (*surge currents*); menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk meyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi; menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanan (Pabla, 1991)

Beberapa standar yang telah disepakati adalah bahwa saluran transmisi substasion harus direncanakan sedemikian rupa, sehingga tahanan pentanahan tidak melebihi harga 1Ω . Dalam substasion-substasion distribusi, harga tahanan maksimum yang diperbolehkan adalah 5Ω , dan dalam substasion-substasion (66 kV atau lebih), sistem kisi tanam untuk suatu substasion akan memberikan tahanan pentanahan yang diinginkan (IEEE 80-1976). Sistem tersebut dapat timbul masalah, pada tegangan 33 kV atau lebih rendah bisa digunakan pentanahan dengan batang elektroda (Pabla, 1991). Kisi-kisi pentanahan substasion tergantung pada kerja ganda kisi dan elektroda-elektroda yang terhubung. Dari segi besarnya harga tahanan, bahan yang di pakai elektroda mengurangi besarnya tahanan pentanahan sistem, namun mempunyai fungsi tersendiri yang penting.

Sistem hubungan pentanahan, yaitu tanah itu sendiri, bidang kontak antara tanah dengan elektroda harus cukup luas, sehingga harga tahanan dari jalur arus masuk atau melewati tanah masih dalam batas-batas yang di perkenankan untuk penggunaan-penggunaan tertentu (Pabla, 1991). Pemahaman tahanan tanah harus rendah, menggunakan hukum Ohm. Besar tahanan pembumian atau pentanahan berdasarkan jenis tanah, semakin porus tanah maka resistansinya akan semakin kecil. Suatu elektroda ditanam lebih dalam ke tanah, maka tahanan akan berkurang (Hutauruk, 1978), namun dengan bertambahnya diameter elektroda secara material tidak akan mengurangi tahanan pentanahan (Tumiran, dkk., 1990). Pengaruh ukuran elektroda terhadap tahanan pentanahan adalah kedalaman pemasangan, jenis tanah, kandungan mineral tanah dan suhu tanah.

Jenis elektroda dipilih yang mempunyai kontak sangat baik terhadap tanah (Suyamto, 2012), jenis elektroda yang banyak dipergunakan adalah elektroda batang, merupakan elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini. Di tempat-tempat dengan nilai resistansi tahanan tinggi, di mana tahanan pentanahan yang diperoleh dengan satu elektroda masih di atas melampaui harga batas yang ditentukan, maka digunakan elektroda jamak (Erliza, 2014). Dalam hal digunakan 2 elektroda, hubungan antar elektroda dibuat dengan plat strip dengan ukuran yang mana dengan penghantar pentanahan, dan jarak antara elektroda tidak boleh kurang dari 2 kali panjang elektroda. Apabila masih diperlukan elektroda ketiga, maka elektroda ketiga harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga tiga buah elektroda membentuk segitiga samasisi, dengan panjang sisinya tidak boleh kurang dari 2 kali panjang elektroda.

Elektroda Batang (ROD)

Elektroda batang merupakan elektroda berbentuk batang pejal dari pipa, besi baja profil, tembaga atau baja galvanis yang dipasangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda ini banyak digunakan di gardu induk, secara teknis, elektroda batang ini mudah pemasangannya, yaitu dengan memasangkannya kedalam tanah, secara vertikal dengan panjang dan diameter tertentu sesuai dengan kondisi tanah tempat elektroda dipasang, keuntungan penggunaan elektroda ini tidak memerlukan tanah yang luas dengan instalasi atau pemasangan yang sederhana dan mudah.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \left(\frac{4L}{A} \right) - 1 \right) \quad (1)$$

Dengan :

R = Tahanan pentanahan untuk batang tunggal (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ω -meter)

L = Panjang elektroda (meter)

A = Diameter elektroda (meter)

Perlakuan Kimiawi Tanah untuk Menurunkan Resistansi Petanahan

Beberapa zat aditif yang ditambahkan di dalam tanah terbukti mampu menurunkan tahanan jenis tanah dan secara langsung akan menurunkan tegangan permukaan tanah. Beberapa jenis garam yang secara alamiah terkandung di dalam tanah cenderung bersifat konduktif dan menurunkan tahanan jenis tanahnya (Ghani, 2013). Bahan-bahan terbaru yang digunakan untuk menurunkan tahanan jenis tanah antara lain adalah bentonite, marcionite dan gypsum.

Bentonite adalah bahan alami berupa tanah liat berwarna coklat muda sewarna minyak zaitun dengan tingkat keasaman rendah, mempunyai pH 10,5. Bentonite mampu menyerap air disekitarnya lima kali berat bentonite sendiri dan menahannya. Dimensinya dapat mengembang 13 kali volume keringnya. Nama kimia bentonite adalah sodium montmorillonite. Dalam kondisi tak jenuh zat ini mampu menyerap kelembaban tanah sekitar dan hal ini yang menjadikan bentonite digunakan. Zat ini mempunyai resistivitas rendah sekitar 5 Ohm dan bersifat non korosif. Bentonite berkarakter tiksotropik, berbentuk gel dan tidak mudah bereaksi sehingga sebaiknya disimpan dalam tempat tertutup. Bentonite biasa digunakan sebagai bahan pengisi untuk driven rod dalam, zat ini cenderung menempel kuat pada rod tersebut. Kondisi tanah yang sangat kering dengan periode yang cukup panjang akan mengakibatkan bentonite pecah dengan sedikit kontak elektroda terhadapnya. Aplikasi bentonite di Inggris tidak terjadi hal yang demikian karena kondisi tanah yang sangat kering jarang terjadi.

Marcionite merupakan bahan yang bersifat konduktif dengan kandungan kristal karbon yang cukup tinggi pada fase normalnya, dan juga mengandung belerang dan klorida dengan konsentrasi rendah. Seperti halnya bentonite, marcionite akan bereaksi korosif terhadap logam tertentu, dan memiliki tahanan jenis rendah. Logam yang digunakan sebaiknya dilapisi bitumen atau cat bitumastik sebelum dihubungkan dengan marcionite. Aluminium, lapisan timah dan baja galvanis sebaiknya jangan dipasang pada marcionite. Marconite dapat mempertahankan kelembabannya dalam kondisi lingkungan sangat kering sehingga kelemahan bentonite dapat ditutup oleh marcionite.

Gypsum atau kalsium sulfat digunakan sebagai bahan urukan, baik dalam fase sendiri maupun dicampur dengan bentonite atau dengan tanah alami berasal dari daerah tersebut. Gypsum mempunyai kelarutan yang rendah sehingga tidak mudah dihilangkan, tahanan jenisnya rendah berkisar 5-10 Ohm-m pada kondisi jenuh. Dengan pH berkisar 6,2-6,9, gypsum cenderung bersifat netral. Gypsum tidak mengkorosi tembaga, meskipun terkadang kandungan ringan SO_3 menjadi masalah pada struktur dasar dan fondasi. Gypsum tidak mahal dan biasanya dicampur dengan tanah urukan disekitar elektroda. Gypsum membantu mempertahankan tahanan yang rendah dengan periode waktu yang relatif lama.

METODOLOGI

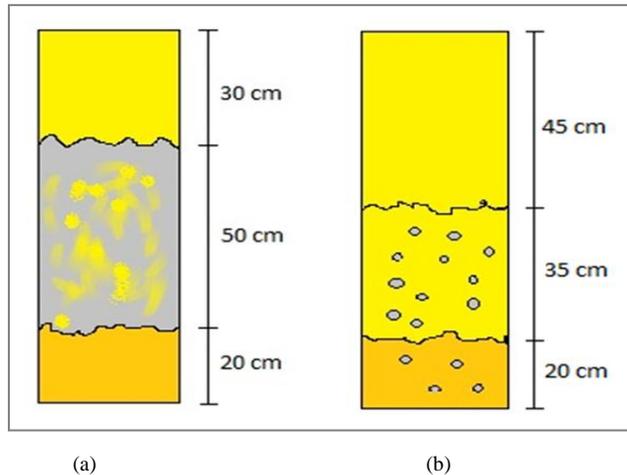
Penelitian pengaruh penambahan gypsum dalam mereduksi nilai resistansi pentanahan di tanah ladang dengan di lakukan dilapangan atau lokasi tanah ladang dan laboratorium. Kegiatan penelitian melibatkan beberapa instansi terkait, Dinas Tata Kota Propinsi yang telah membuat *master plan* perencanaan dan pengembangan kota. Dari Dinas Tata Kota Propinsi didapatkan data-data sekunder lokasi pengembangan wilayah dan batas-batas penggunaan pengembangan wilayah untuk industri, perumahan, pergudangan dan lainnya, yang selanjutnya peneliti dapat menentukan titik lokasi penelitian. Penelitian dibagi menjadi 3 (tiga) tahapan kegiatan dengan mekanisme kegiatan terintegrasi satu dengan lainnya untuk menunjang hasil akhir penelitian sesuai dengan tujuan yang diharapkan :

1. Identifikasi tanah dan zat aditif gypsum, Aktifitas penelitian tahap kedua ini dimulai dengan identifikasi jenis tanah, tanah dilokasi penelitian terpilih digali dengan kedalaman 1 m sesuai dengan ukuran elektroda batang yang akan ditanam. Selama penggalian lapisan tanah diperhatikan apakah terjadi perubahan lapisan tanah pada kedalaman tertentu, hal ini penting untuk mendapatkan nilai tahanan jenis tanah yang menjadi referensi untuk perencanaan sistem pentanahan.
2. Penanaman dan pengukuran elektroda, penanaman elektroda secara langsung ke dalam tanah, pengukuran dilakukan terhadap 1 batang elektroda tembaga berdiameter 1,5 cm dengan panjang 100 cm, dengan kedalaman bervariasi yaitu 60 cm dan 80 cm, pengukuran resistansi pentanahan menggunakan alat ukur *digital earth tester* merk Kyotshu Type 4102 A menggunakan metode 3 titik yaitu 1 elektroda pentanahan dan 2 buah elektroda bantu dari alat ukur. Selanjutnya dilakukan penanaman elektroda secara langsung berturut-turut dengan 2 batang, dan 4 batang elektroda dengan konfigurasi bujur sangkar, dengan jarak masing-masing elektroda adalah 100 cm. Elektroda yang dipergunakan sama dengan sebelumnya yaitu berukuran diameter 1,5 cm dan panjang 100 cm. Penanaman kedalaman dan pengukuran elektroda menggunakan variasi yang sama dengan 1 batang elektroda yaitu kedalaman bervariasi yaitu 60 dan 80 cm. Metode pengukuran dengan parit melingkar digunakan dengan pada penanaman dan pengukuran elektroda dengan membuat geometri parit atau lubang yang dibuat secara melingkar penuh dan didalam lubang diisikan gypsum dicampur dengan tanah urukan galian lubang itu sendiri secara merata. Metode ini digunakan untuk mereduksi resistansi pentanahan dengan perlakuan khusus terhadap tanah. Parit yang dipergunakan berdiameter 30 cm dengan kedalaman 60-80 cm. Pengukuran dilakukan secara berturut-turut menggunakan 1 elektroda, 2 elektroda sejajar dan 4 elektroda dengan konfigurasi bujur sangkar. Adapun pencampuran gypsum dengan tanah urukan ladang dilakukan berdasarkan berat gypsum yang ditambahkan yaitu, 2,5 kg dan 5 kg.
3. Analisis pentanahan pada pentanahan dengan penanaman elektroda 1, 2 dan 4 batang, dengan variasi jarak elektroda dan kedalaman; dan analisis terhadap perlakuan (*soil treatment*) gypsum yang dicampurkan secara merata dengan tanah ladang hasil galian dengan variasi sebagai mana pada point 2.

HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Kondisi lapisan tanah di Talang Buluh, Gandus (lokasi 1) pada permukaan merupakan tanah lempung berwarna coklat cerah, sampai dengan 30 cm penggalian lubang tanah lempung yang warnanya sama, pada kedalaman 30-80 cm merupakan campuran tanah lempung dan

tanah yang agak liat berwarna lebih gelap dari lapisan pertama (abu-abu tua) dengan kadar air yang lebih tinggi dari permukaan.



**Gambar 1. (a) Lapisan tanah di lokasi 1 Kecamatan Gandus
(b) Lapisan tanah lokasi 2 Kecamatan Talang Kelapa**

Lapisan tanah (lokasi 2, Talang Kelapa) pada permukaan merupakan tanah lempung berwarna coklat cerah, sampai dengan 45 cm penggalian lubang tanah lempung warnanya sama (*uniform*), pada kedalaman 45-80 cm merupakan campuran tanah lempung bercampur bebatuan (kerikil-kerikil kecil) dengan kadar air yang lebih tinggi dari permukaan, hingga penggalian sedalam 100 cm tanah sudah berair cukup banyak, sehingga agak sulit melakukan penggalian.



**Gambar 2. Lubang, tanah hasil galian dan zat aditif gypsum
(Dokumen pribadi)**

Hasil pengukuran nilai resistansi pentanahan di lokasi 1 Talang Buluh Kecamatan Gandus, menggunakan penanaman langsung menggunakan metode tiga titik (Tabel 1) berikut dengan

variasi kedalaman, jumlah dan jarak elektroda. Pada penanaman langsung ini elektroda tembaga berdiameter 1,5 cm tidak mendapatkan perlakuan penambahan zat aditif.

Berdasarkan hasil pada Tabel 1 dapat dilihat penambahan kedalaman dan jumlah elektroda dapat menurunkan nilai resistansi, sebaliknya penambahan jarak elektroda memperbesar nilai resistansi pentanahan pada penanaman langsung. Resistansi pengukuran terkecil pada kedalaman 80 cm menggunakan 4 batang elektroda, yaitu 100 Ω . % reduksi terbesar dengan perbandingan jumlah elektroda yaitu 1 dan 2 elektroda (1 – 2) adalah 50,56% pada kedalaman 60 cm; 1 dan 4 elektroda (1 – 4) menggunakan persamaan % *error* di dapatkan bahwa pada penelitian di kedalaman 80 cm, % reduksi terbesar adalah pada 4 batang elektroda dengan 72,93%.

Tabel 1. Resistansi pentanahan penanaman langsung di lokasi 1

No	Kedalaman (cm)	Jarak elektroda (m)	Resistansi (Ω) ; jumlah elektroda			% Reduksi; jumlah elektroda	
			1	2	4	1 - 2	1 - 4
1.	60	1	537,5	265,75	145,5	50,56	72,93
2.	60	2	-	290,25	146	-	49,70
3.	80	1	369	187,25	101,75	49,25	72,43
4.	80	2	-	193,25	100	-	48,25

Elektroda tembaga berdiameter 1,5 cm yang ditanam kedalam parit mendapat perlakuan penambahan zat aditif sebanyak 2,5 kg dan 5 kg pada masing-masing kedalaman. Perlakuan terhadap tanah dilakukan dengan mencampurkan zat aditif dan tanah galian, sehingga didapatkan campuran tanah dan gypsum yang uniform. Penelitian dilakukan terhadap tanah galian dan gypsum 2,5 kg kedalaman 60 cm; 5 kg kedalaman 60 cm; 2,5 kg kedalaman 80 cm; 5 kg kedalaman 80 cm, dengan 4 kali pengukuran.

Tabel 2. Resistansi pentanahan dengan penambahan zat aditif di lokasi 1

No	Penambahan zat aditif (kg)	Jarak (m)	Kedalaman (cm)	Resistansi (Ω) ; jumlah elektroda			% Reduksi; jumlah elektroda	
				1	2	4	1 - 2	1 - 4
1.	2,5	1	60	354	247,75	105	30,01	70,34
2.	2,5	2	60	-	260,25	130,75		49,76
3.	2,5	1	80	341	235,75	98,5	30,87	71,11
4.	2,5	2	80	-	252	123,5		50,99
5.	5	1	60	207,75	129,25	65	37,79	68,71
6.	5	2	60	-	118,75	63,25		46,74
7.	5	1	80	188,25	112,25	56,5	40,37	69,99
8.	5	2	80		126,25	52		58,81

Hasil penelitian di lokasi 1 (Tabel 2) pada kedalaman elektroda 60 cm dan 80 cm dengan penambahan zat aditif didapatkan penurunan nilai resistansi pentanahan sebanding dengan bertambahnya jumlah zat aditif yang dicampur dengan tanah yaitu 2,5 kg menjadi 5 kg; sebaliknya nilai resistansi cenderung bertambah dengan bertambahnya jarak antar elektroda (1m menjadi 2 m). Resistansi dengan terkecil dengan penambahan zat aditif adalah 52 Ω ,

pada penambahan dan pencampuran 5 kg gypsum di kedalaman 80 cm. % reduksi dengan penambahan gypsum pada kedalaman elektroda 60 cm, dengan jarak 1 m, gypsum 2,5 kg dan 4 batang elektroda adalah 70,34%. Pada penggunaan 5 kg gypsum % reduksi terbesar pada kedalaman 80 cm, jarak 1 m dengan 69,99%.

Hasil pengukuran nilai resistansi pentanahan di lokasi II, Tanjung Api-Api Kecamatan Talang Kelapa menggunakan metode tiga titik dengan penanaman langsung (Tabel 3) berikut dengan variasi kedalaman, jumlah dan jarak elektroda. Pada penanaman langsung ini elektroda tembaga berdiameter 1,5 cm dan tidak mendapatkan perlakuan *soil treatment* atau penambahan zat aditif.



Gambar 3. (a) Parit melingkar, elektroda tembaga dan *digital earth tester*
(b) Penanaman elektroda pada kedalaman 60 cm dengan penambahan 2,5 kg gypsum (Dokumen pribadi)

Tabel 3. Resistansi pentanahan penanaman langsung di lokasi II

No	Kedalaman (cm)	Jarak elektroda (m)	Resistansi (Ω) ; jumlah elektroda			% Reduksi; jumlah elektroda	
			1	2	4	1 -2	1 - 4
1.	60	1	264,5	183,75	101	30,53	61,81
2.	60	2	-	187,25	106,75		42,99
3.	80	1	210,25	143,75	79	31,63	62,43
4.	80	2	-	154	85,25		44,64

Hasil penelitian menunjukkan nilai resistansi berbanding lurus terhadap kedalaman, bertambahnya kedalaman elektroda nilai resistansi yang didapat semakin kecil, hal yang sama juga dengan penambahan jumlah elektroda nilai resistansi cenderung menurun, sebaliknya pada penambahan jarak dari 2 (dua) dan 4 (empat) elektroda dari 1 m menjadi 2 m nilai resistansi semakin besar (Tabel 3). Resistansi terkecil pada kedalaman 80 cm dengan jarak elektroda 1m menggunakan 4 elektroda yaitu 79 Ω dengan % reduksi dibandingkan dengan penggunaan 1 elektroda yaitu 62,43%.

Berdasarkan pengukuran menggunakan zat aditif gypsum nilai resistansi pentanahan di lokasi II (Tabel 4) menggunakan metodeparit melingkar dan pengukuran menggunakan metode tiga titik berikut dengan variasi kedalaman, jumlah dan jarak elektroda dengan prosedur penelitian yang sama dengan di lokasi I, didapatkan hasil atau nilai resistansi yang lebih kecil dibandingkan dengan lokasi I, hal ini memungkinkan karena tanah ladang di lokasi II lebih uniform dan padat, walaupun terdapat bebatuan kecil berdiameter 0,5 cm – 1 cm. Nilai resistansi terkecil adalah 36,75 Ω dan % reduksi 65,33%.

Tabel 4. Resistansi pentanahan dengan penambahan zat aditif di lokasi II

No	Penambahan zat aditif (kg)	Jarak (m)	Kedalaman (cm)	Resistansi (Ω) ; jumlah elektroda			% Reduksi; jumlah elektroda	
				1	2	4	1 -2	1 - 4
1.	2,5	1	60	112,5	80,75	41	28,22	63,56
2.	2,5	2	60	-	83	42		49,40
3.	2,5	1	80	90	76	39	15,56	56,67
4.	2,5	2	80		83,5	43,5		47,90
5.	5	1	60	106	63	36,75	40,57	65,33
6.	5	2	60	-	72,5	39,75		45,17
7.	5	1	80	73,5	54,75	37,25	25,51	49,32
8.	5	2	80		58	40,5		30,17

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan penambahan gypsum yang diaduk secara merata dengan tanah galian dengan berat 2,5-5 kg yang dilakukan saat penelitian, sebagai *soil treatment* mampu mereduksi tahanan pentanahan di tanah ladang. Sedangkan penambahan kedalaman dan jumlah elektroda dapat pula menurunkan nilai resistansi pentanahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ghani, Abdul., 2013. *Pengaruh Penambahan Gypsum terhadap Nilai Tahanan Pentanahan pada Sistem Pentanahan*. Laporan Akhir Teknik Elektro Universitas Andalas. Padang.
- Hasrul. 2009. *Metode Pengukuran dan Pengujian Sistem Pembumian Instalasi Listrik*. Jurnal Media Elektrik, Vol 4, No. 2.
- Hutauruk, T, S.. 1991. *Pentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pentahanan Peralatan*. Erlangga. Jakarta.
- Janardana, IGN.. 2005. *Pengaruh Umur pada Beberapa Volume Zat Aditif Bentonit terhadap Nilai Tahanan Pentanahan*, Jurnal Teknologi Energi. Vol. 4, No. 2. Hal 1-6.
- Nugroho, D.. 2006. *Konfigurasi Elektroda Batang pada Sistem Pentanahan*. Jurnal Transistor. Vol. 6, No. 1, hal. 7-22.
- Pabla, A, S., 1991. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Peraturan Daerah Wali Kota Palembang No. 15 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang dan Wilayah Kota Palembang 2012-2032.
- Peraturan Umum Instalasi Listrik (PUIL). 2000.
- Solichan, A., Haryanto, R., *Analisa Impedansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dalam Beton Rangka Baja terhadap Injeksi Arus Bolak Balik*. Jurnal Media Elektriika Vol. 3, No. 1, hal. 24-32.
- Tumiran, dkk.. 1990. *Pengaruh Resistansi Jenis Tanah dan Distribusi Pentanahan Terhadap Resistansi Pentanahan dengan Menggunakan berbagai Tipe Gound Rod (Batang Pentanahan)*. Jurnal Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Widyaningsih, W.P.. 2010. *Metode Reduksi Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dengan Bentonit*. Jurnal Eksergi. Vol 6, hal 31-35.
- Yuniarti, Erliza.. 2014. *Simulasi Konfigurasi Elektroda ROD untuk Mereduksi Tahanan Pentanahan*. Jurnal Berkala Teknik. Vol 4, No. 2 , ISSN No. 2088-0804
- Zoro, Ryonaldo.. 2013. Makalah Seminar Penomena Petir. Pertamina Refinery Unit (RU) IV. Cilacap.
- <http://www.penataanruang.com/tata-ruang/-bagi-8-kawasan-strategis>, diakses tanggal 3 Februari 2015.