

ANALISIS KETINGGIAN ZAT ADITIF PADA BOX ELEKTRODA BATANG TERHADAP RESISTANSI PENTANAHAN

Erliza Yuniarti¹, Muhammad Ade Novid², Yosi Apriani³

¹²³Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
Email : erlizay@yahoo.com

ABSTRAK

Syarat sistem pentanahan yang baik adalah mempunyai nilai hambatan pentanahan yang kecil, sistem pentanahan dipengaruhi oleh hambatan jenis tanah adalah faktor suhu, kelembaban, dan bahan kimiawi yang terkandung dalam tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya perubahan nilai resistansi pentanahan di tanah lempung terhadap penambahan tinggi zat aditif gypsum di dalam kotak simulasi yang serta menganalisa perubahan resistansi dari penambahan gypsum pada sistem pentanahan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode 3 titik dengan alat ukur *earth tester*. Cornis atau gypsum yang dipergunakan sebagai zat aditif dapat menurunkan nilai resistansi, dengan selisih hasil pengukuran maksimum adalah 242 Ω pada penambahan sampai dengan 80 cm.

Kata kunci : *earth tester, metode tiga titik, cornis, gypsum*

1. PENDAHULUAN

Sistem pentanahan mengusahakan agar arus lebih yang timbul pada saat tertentu, mengalir ke dalam tanah sehingga tidak merusak sistem. Sistem pentanahan atau *grounding* merupakan suatu sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik yang disebabkan arus lebih terutama petir (Yuniarti, 2015). Nilai dari resistansi tahanan pentanahan harus sekecil mungkin untuk menghindari bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh adanya arus gangguan terhadap sistem kelistrikan dan manusia.

Karakteristik sistem pentanahan yang direncanakan haruslah efektif, koneksi yang direncanakan sebelumnya menggunakan sistem mengambang (Sugeng, 2011). Upaya mengetahankan suatu sistem kelistrikan dengan menghubungkan bagian perlengkapan konduktif terbuka dengan tanah melalui elektroda pentanahan sehingga sistem tidak mengambang lagi.

Nilai resistansi pentanahan dipengaruhi oleh perubahan panjang pada elektroda, diameter, jarak tanaman elektroda batang, jenis tanah dan konfigurasi elektroda berpengaruh terhadap nilai resistansi pentanahan (Pabla, 1991). Bahan elektroda batang umumnya adalah tembaga, berbentuk silinder pejal, tidak berpori, jenis elektroda ini dipilih karena memiliki tingkat korosi yang rendah dan mudah saat konstruksi dilapangan.

Upaya untuk mendapatkan nilai resistansi jenis tanah yang lebih rendah sering dilakukan dengan merubah komposisi kimia tanah (*soil treatment*) Bentonit dapat digunakan untuk memperkecil nilai resistansi tanah di daerah yang mempunyai tahanan tanah yang tinggi (Pabla, 1991). Penggunaan zat aditif bentonit dengan metode parit melingkar dimana parit dibuat dengan geometri lingkaran penuh (Widyaningsih, 2012). Penelitian ini mendapatkan penambahan kedalaman elektroda dan penambahan volume bentonit dapat menurunkan nilai resistansi. Pemakaian zat aditif gypsum telah diujikan pada tanah ladang hasil penelitian mendapatkan gypsum dapat menurunkan resistansi (Ghani, 2013; Yuniarti, 2015), pentanahan hingga 70,34% dengan membuat lubang sedalam 100 cm dan menanamkan elektroda rod berbahan tembaga namun bertambahnya waktu penanaman kemampuan resistansi menurun (Yuniarti, 2017). Analisis beda ketinggian zat aditif gypsum dirancang menggunakan kotak pentanahan berbahan aluminium. Kotak pentanahan sebagai tempat zat aditif

gypsum yang berguna untuk mendapatkan penurunan nilai resistansi, selain itu volume gypsum akan stabil karena berada didalam kotak.

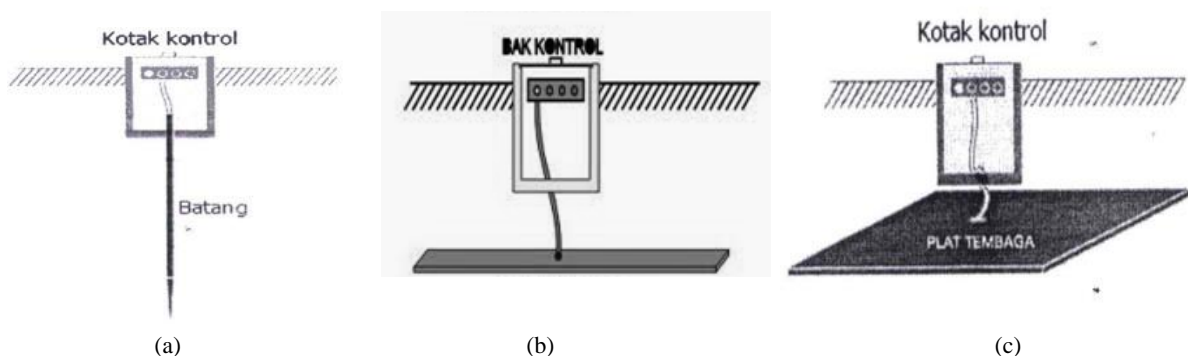
2. TINJAUAN PUSTAKA

Pentanahan menciptakan jalur yang tahanan rendah (*low-impedance*) terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan tegangan transien (*transient voltage*). Penerangan, arus listrik, *circuit switching* dan *electrostatic discharge* adalah penyebab umum dari adanya *transient voltage*. Sistem pentanahan yang efektif akan meminimalkan efek tersebut. Sistem pentanahan merupakan sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik utamanya petir (Hutahuruk, 1991).

Menurut **IEEE Std 142™-2007** sistem pentanahan bertujuan (1) membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan (2) menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki antara konduktor system dan bumi. Deteksi ini akan mengakibatkan beroperasinya peralatan otomatis yang memutuskan suplai tegangan dari konduktor tersebut.

Karakteristik sistem pentanahan yang efektif harusnya terencana dengan baik, semua koneksi yang terdapat pada sistem harus merupakan koneksi yang sudah direncanakan sebelumnya dengan kaidah-kaidah tertentu. Verifikasi secara visual dapat dilakukan untuk memastikan bahwa sistem tidak lagi mengambang dan terhubung dengan sistem pentanahan, hal ini dilakukan untuk menghindari gangguan yang terjadi pada arus listrik dari perangkat. Semua komponen metal juga harus ditahan atau diikat oleh sistem pentanahan, dengan tujuan untuk meminimalkan arus listrik melalui material yang bersifat konduktif pada potensial listrik yang sama.

Elektroda pentanahan adalah suatu konduktor yang digunakan untuk menetapkan suatu pentanahan. Suatu sistem pentanahan menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik untuk mencegah potensi bahaya listrik terhadap manusia, peralatan maupun sistem pelayanannya. Ada 3 (tiga) macam elektroda pentanahan yaitu bentuk batang (rod), bentuk pita (kisi-kisi), dan bentuk plat (Hutauruk, 1991). Elektroda batang yaitu elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda rod atau elektroda batang merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis rod (Suyamto, 2012). Elektroda rod banyak digunakan pada gardu induk. Secara teknis, elektroda jenis ini mudah pemasangannya dan tidak memerlukan lahan yang luas. Elektroda batang umumnya ditanam dengan kedalaman yang cukup dalam (Solican 2012). Elektroda pita merupakan elektroda yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Pemasangan dilakukan secara vertikal dengan menanam batang hantaran secara horizontal (mendatar) dan dangkal. Elektroda plat merupakan elektroda dari bahan pelat logam (utuh atau berlubang) atau dari kawat kasa (Berlianti, 2011). Pada umumnya elektroda ini ditanam cukup dalam. Elektroda ini digunakan apabila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil dan yang sulit diperoleh dengan menggunakan jenis-jenis elektroda yang lain.



Gambar 1. (a) Elektroda Batang, (b) Elektoda Pita, (c) Elektroda Plat

Tabel 1. Ukuran Minimum Elektroda

Bahan Jenis Elektroda	Baja Digalvanisasi Dengan Proses Pemanasan	Baja Berlapis Tembaga	Tembaga
Elektroda batang	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pipa baja 25 mm ▪ Baja profil (mm) ▪ L 65 × 7 ▪ U 6,5 ▪ T 6 × 50 × 3 ▪ Batang profil lain ▪ yang setaraf 	Baja berdiameter 15 mm dilapisi tembaga setebal 250 µm	
Elektroda Pita	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pita baja 100 mm² setebal minimum 3 mm ▪ Penghantar pilih 95 mm² (bukan kawat halus) 	50 mm ²	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pita tembaga 50 mm², tebal minimum 2 mm ▪ Penghantar pilin 35 mm² (bukan kawat halus)
Elektroda pelat	Pelat besi tebal 3 mm luas 0,5 m ² sampai 1 m ²		Pelat tembaga tebal 2 mm luas 0,5 m ² - 1 m ²

Peraturan umum instalasi listrik (PUIL) pada pasal 3.18.3.1 mengenai peraturan umum untuk elektroda bumi, penghantar dan persyaratan mengenai keterangan bentuk elektroda, bahan dan penanaman. Nilai resistansi jenis tanah sangat berbedarik tergantung pada komposisi tanah.

Tabel 2. Tahanan Jenis Tanah

Jenis tanah	Tanah rawa	Tanah liat dan tanah ladang	Pasir Basah	Kerikil basah	Pasir dan kerikil kering	Tanah berbatu
Resistansi Jenis (Ω -m)	30	100	200	500	1000	3000

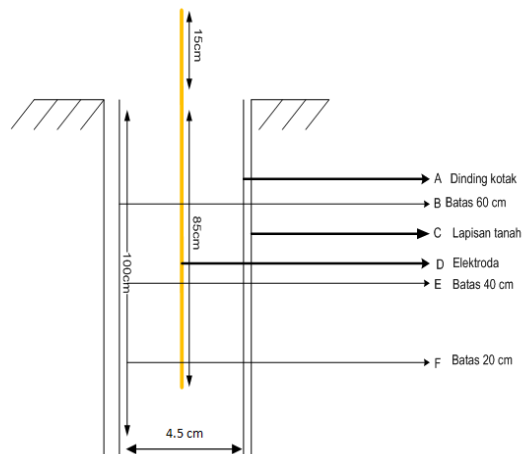
Nilai resistansi jenis tanah pada Tabel 2 berlaku untuk tanah lembab sampai kering, pada pasir kering atau tanah bebatuan merupakan bahan isolasi yang bagus, sehingga elektroda bumi selalu harus ditanam sedalam mungkin dalam tanah. Pengukuran resistansi dilakukan untuk memperoleh nilai tahanan jenis tanah yang akurat diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi. Jika diperlukan dilapangan harus disiapkan hubungan atau koneksi yang mudah dilepas untuk dapat diadakan pengukuran pada tiap-tiap elektroda dalam tingkat perencanaan suatu sistem pembumian dalam elektroda bumi sangat bermanfaat bila diperhitungkan dahulu dengan bantuan alat ukur.

Gypsum dengan rumus $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ merupakan mineral yang mempunyai kelompok yang terdiri dari gypsum batuan, gipsit alabaster, satin, spar dan salenit. Komposisi gypsum terdiri dari CaO 32,46 %, Air kristal 4,87 %, dan SO_3 32,46 % (Darwin, 2010). Gypsum merupakan garam yang pertama mengendap akibat dari proses evaporasi air laut, umumnya berwarna putih dengan variasi warna lain seperti kuning, merah jingga, abu-abu dan hitam yang tergantung mineral pengotor. Pada sistem pentanahan gypsum dapat dipergunakan sebagai bahan uruk, baik secara mandiri (Yuniarti, 2017) sebagaimana pada bentonite (Widyaningsih, 2012) dengan tanah yang berasal dari galian atau tanah setempat. Gypsum mempunyai tahanan jenis yang rendah yaitu 5-10 Ω .m pada kondisi jenuh, dengan pH 6,2-6,9 sehingga cenderung bersifat netral. Penggunaan gypsum sebagai zat aditif tidak mengkorosi tembaga, karena potensial elektrode standarnya positif. Sehingga tembaga tidak larut dalam asam sulfat encer, walaupun dengan adanya oksigen dapat terlarut hanya sedikit.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian di desa Pos 1 Talang Betutu, Kecamatan Sukarame Kota Palembang. Penelitian di pilih pada tanah lempung yang selalu basah, diharapkan pada jenis tanah ini mempunyai nilai tahanan jenis tanah (ρ) yang kecil, akan tetapi jenis tanah ini mempunyai nilai tingkat korosi yang tinggi. Adapun bahan elektroda, konfigurasi ditentukan sebagai berikut :

- Bahan elektroda adalah tembaga pejal berdiameter 7/8" dengan panjang 100 cm
- Jumlah lubang tanam 2 (dua) buah, dengan kedalaman lubang 90 cm, kedalaman mencapai air, berdiameter 30 cm
- Kotak elektroda terbuat dari bahan aluminium sebagai kotak tempat elektroda dan zat aditif dengan dimensi 4,5 cm x 4,5 cm
- Elektroda dipasang di tengah-tengah kotak ditambahkan zat aditif di dalam kotak dengan ketinggian yang ditentukan, bagian atas diurug dengan tanah galian dan dipasangkan penutup atau penjepit sebagai kotak kontak. Kemudian diberi air secukupnya untuk memperbaiki tahanan kontak antara tanah dan elektroda
- Pengukuran dengan penambahan zat aditif gypsum atau cornes dilakukan sebanyak 4 variasi zat adiktif ketinggian didalam kotak, eksperimen dilakukann secara bergantian dimulai dari ketinggian 20 cm, 40 cm, 60 cm dan 80 cm.



Gambar 3. Skema Pemasangan dan Kotak Elektroda

- Pengukuran resistansi dilakukan menggunakan metode tiga titik menggunakan Digital Earth Tester, Kyoritsu 4105A
- Pengukuran dilakukan berulang-ulang agar diperoleh data yang akurat



(a)



(b)

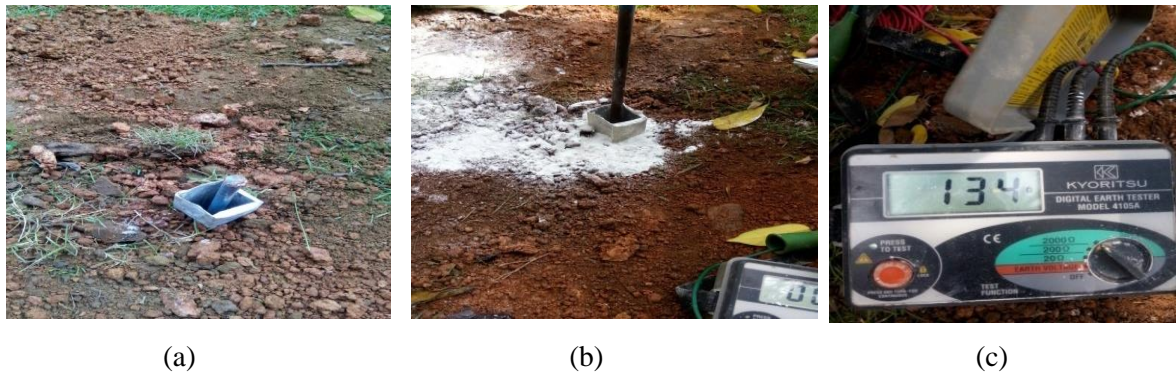
Gambar 4. (a) Lubang Elektroda (b) Kotak Elektroda

4. HASIL DAN ANALISA

Lapisan tanah di lokasi 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 kecil (kerikil) dengan kadar air yang lebih tinggi dari permukaan, hingga penggalian sedalam 100 cm tanah sudah berair cukup banyak. Tabel 3 merupakan data hasil pengukuran langsung tanpa penambahan zat aditif, menggunakan alat ukur *Digital Earth Tester*. Elektroda ditanam di tanah ladang dengan menggunakan bantuan palu sedalam 90 cm atau tersisa 10 cm, dari panjang elektroda 100 cm. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali dengan menggunakan metode 3 titik.

Pengukuran dengan penambahan zat aditif gypsum atau cornes dilakukan dari ketinggian 20 cm, 40 cm, 60 cm dan 80 cm. Pada pengukuran ini tanah diberi perlakuan dengan penambahan gypsum dengan merk dagang “USG OBRAL”. Adapun kotak berukuran panjang 90 cm lebar 4,5 cm dan tinggi 4,5 cm. Di isi dengan gypsum setinggi 20 cm yang setara dengan 0,5 kg.



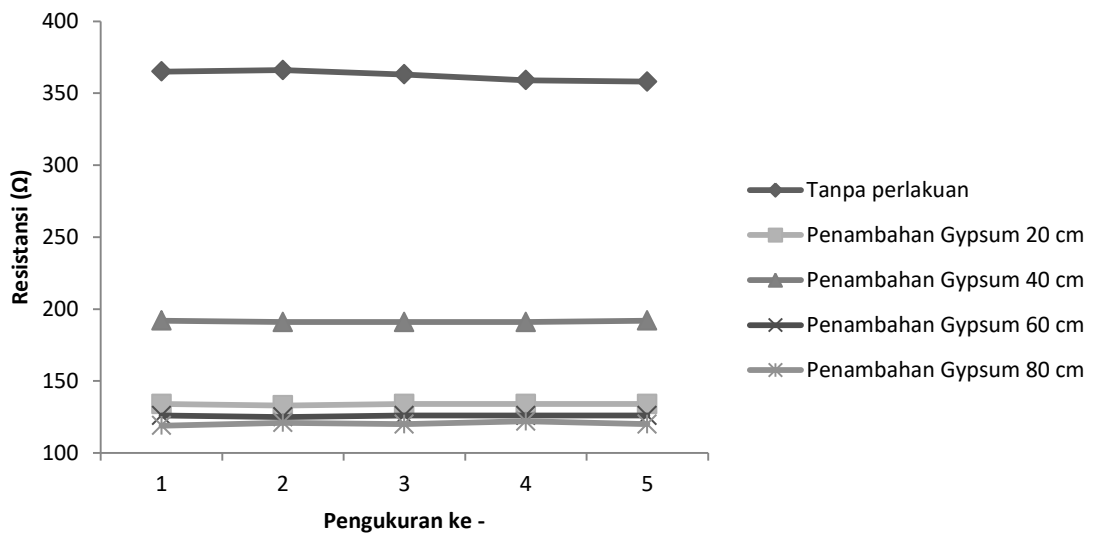
Gambar 5. (a,b) Elektroda yang Ditanam Menggunakan Kotak, (c) Hasil Pengukuran dengan Penambahan Gypsum 20 cm

Tabel 2. Hasil Pengukuran Resistansi Pentanahan

Perlakuan	Resistansi (Ω) Pada Pengukuran ke -				
	1	2	3	4	5
Tanpa perlakuan	365	366	363	359	358
Penambahan Gypsum 20 cm	134	133	134	134	134
Penambahan Gypsum 40 cm	192	191	191	191	192
Penambahan Gypsum 60 cm	126	125	126	126	126
Penambahan Gypsum 80 cm	119	121	120	122	120

Dari hasil penelitian didapat bahwa resistansi pentanahan dapat diturunkan jika dilakukan penambahan gypsum, dari 4 (empat) perlakuan penambahan, pada eksperimen ke-2 yaitu penambahan sampai dengan 40 cm resistansi lebih tinggi dibandingkan dengan 3 variasi lainnya. Selain itu, semakin banyak penambahan gypsum maka semakin kecil nilai resistansi yang didapatkan.

Dari 4 eksperimen penambahan gypsum yang dilakukan gypsum USG BORAL berpengaruh dalam penurunan nilai resistansi karena gypsum USG BORAL karena mengandung senyawa sulfat yang cukup.



Gambar 6. Grafik Hasil Pengukuran Resistansi Pentanahan

Besarnya penurunan resistansi pentanahan dengan penambahan ketinggian gypsum karena, batang tembaga elektroda tidak dipengaruhi oleh kristal air dan asam sulfat (H_2SO_4) yang ada dalam gypsum. Elektroda tembaga panas dapat bereaksi dengan uap belerang (S) membentuk tembaga sulfida bila terjadi hantaran tegangan yang besar. Ca pada gypsum membantu proses pengerasan, sedangkan garam sulfida ($CaSO_4$) dielektrolisis menggunakan elektrode tembaga (Cu) pada katode akan terbentuk hidrogen dan pada anoda tembaga yang terionisasi dengan 2^+ ion sehingga dapat menyalurkan atau menyimpan tegangan dengan baik sehingga resistansi menurun.

5. KESIMPULAN

Hasil percobaan yang dilakukan terlihat bahwa resistansi pentanahan dapat diturunkan hingga 242Ω pada penambahan gypsum dengan ketinggian 80 cm terhadap tanpa perlakuan. Penurunan terjadi karena adanya proses oksidasi garam sulfida ($CaSO_4$) dengan elektrode tembaga (Cu) yang menghasilkan anoda tembaga yang terionisasi dengan 2^+ ion sehingga dapat menyalurkan atau menyimpan tegangan dengan baik sehingga resistansi menurun sebanding dengan penambahan tinggi atau volume gypsum didalam kotak

DAFTAR PUSTAKA

- Berlianti, (2011) Analisis Pengaruh Penggunaan Elektroda Pentanahan uk Plat terhadap Rugi-rugi Transformator, *Jurnal Poli Rekayasa*. Vol. 6. No. 2. Hal. 95-102
- Siregar, D.A., Pemanfaatan Gypsum Karangnunggal, Kabupaten Tasikmalaya Untuk Pembuatan Papan Gypsum, *Jurnal Tekologi Mineral dan Batubara*, Vol. 6, No. 2, Hal 92-99
- Ghani, A. (2013). Pengaruh Penambahan Gypsum Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan Pada Sistem Pentanahan. Universitas Andalas.
- Hatauruk, T.(1991). Pentanahan netral sistem tenaga dan pentanahan peralatan. Jakarta: Erlangga.
- Pabla, A.S. (1991). Sistem distribusi daya listrik. Jakarta : Erlangga.
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000.
- Santoso, S. (2011). Pengaruh Pasir - Garam, Air Kencing Sapi, Batu Kapur Halus Dan Kotoran Ayam Ternak Terhadap Nilai Tahanan Pembumian Pada Saat Kondisi Tanah Basah, *Jurnal Magistra* Vo. 23. No. 76. Hal 72-29
- Solichan, A. (2012). Analisa Impedansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal Dalam Beton Rangka Baja Terhadap Injeksi Arus Bolak Balik. *Jurnal Media Eletrika*, Vol.3 No.1 Hal. 24-32.
- Suyamto, dkk. (2012). Instalasi Dan Evaluasi Grounding Untuk MBE Industri Lateks PTAPB Menggunakan Multiple Rod, *Jurnal Iptek Nuklir Ganendra* Vol. 15 No. Hal. 72-81
- Widyaningsih, W.P. (2013). Perubahan Konfigurasi Elektroda Pentanahan Batang Tunggal untuk Mereduksi Tahanan Pentanahan. Vol. 9. No.2. Hal. 93-98

- Yuniarti, E. (2015). Pengaruh Penambahan Gypsum Dalam Mereduksi Nilai Resistansi Pentanahan Ditanah Ladang. *Jurnal Berkala Teknik*, Vol 5. No 1.
- Yuniarti, E. dkk (2017). Penggunaan Gypsum Dan Magnesium Sulfat Sebagai Upaya Menurunkan Nilai Resistansi Pentanahan. *Jurnal Surya Energy* Vol. 2 No. 1. Hal 140-148