

## HALAMAN PENGESAHAN PUBLIKASI

- 1 a. Judul : Pengaruh Pencampuran Gypsum Sebagai Zat Aditif Untuk Penurunan Nilai Resistansi Grounding Pada Elektroda Batang Tunggal.  
b. Bidang Ilmu : Teknik Sipil dan Teknik Elektro
- 2 Identitas Pelaksana
  - a. Nama Tim : Yul Martin, Despa Dikpride, Lusmeilia Afriani
  - b. Nama Pengusul : Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.
  - c. NIP : 0010056505
  - d. Pangkat/Golongan : Pembina Tk I/IVB
  - e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
  - f. Fakultas/Program Study : Teknik Sipil
  - g. Bidang Keahlian : Geoteknik
  - h. No HP/Email : 08127203960/lusmeilia.afriani@yahoo.com
- 3 Publikasi
  - a. Nama Publikasi : Prosiding: Seminar nasional teknik elektro (SNTE 2018), Riset Teknologi di Era Revolusi Industri 4.0 untuk Menghadapi Kompetisi Global, Universitas Brawijaya Malang 11-13 Oktober 2018,
  - b. ISBN : ISSN 2580-1988,
  - c. Vol/No./Tgg/ Hal. : Volume 4 Tahun 2019
  - d. Tautan : [http://elektro.pnj.ac.id/upload/artikel/files/elektro/Prosidi ng%20SNTE%202018\\_FIXXX.pdf](http://elektro.pnj.ac.id/upload/artikel/files/elektro/Prosidi%20SNTE%202018_FIXXX.pdf)
  - e. DOI
  - f. Repository : <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/12692>
- 4 Penerbit : Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta

Bandar Lampung, 5 Februari 2021

Penulis

Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A  
NIP. 196505101993032008

Mengetahui:  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Lampung

Prof. Dr. Drs. Suharno, M.Sc  
NIP. 196207171987031002

Menyetujui  
Ketua IP2M  
Universitas Lampung

Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A  
NIP. 196505101993032008

DOKUMENTASI LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS LAMPUNG	
TGL	03/05/2021
NO. INVEN	74/P/B/N/FT/2021
JENIS	Prosiding
PARAF	P

# Prosiding

## Seminar Nasional Teknik Elektro 2018

MUNAS FORUM PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK ELEKTRO INDONESIA (FORTEI) XII

“Challenges and Opportunities of the Renewable Energy  
Integration”

11-13 Oktober, 2018  
Kota Batu – Malang – Jawa Timur

Penerbit  
Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik – Universitas Brawijaya

## Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro 2018

# MUNAS FORUM PENDIDIKAN TINGGI TEKNIK ELEKTRO INDONESIA (FORTEI) XII “Challenges and Opportunities of the Renewable Energy Integration”

ISBN 978-602-8692-34-2

### Reviewer:

Rini Nur Hasanah  
Zainul Abidin  
Nurussa'adah  
M. Aziz Muslim  
Hadi Suyono  
Adharul Muttaqin

Ali Mustofa  
Fakhriy Hario P  
Hadi Suyono  
Lunde Ardhenta  
Raden Arief Setyawan  
Ramadhani Kurniawan Subroto

### Editor :

**Ketua:** Adharul Muttaqin

### Anggota:

Lunde Ardhenta  
Ahmad Farid Nurrohman S  
Ubaid Ikbar Najib  
Mohammad Mufti Fajar

M. Fikri Utomo  
Rovika Rizkiyan Ardanny  
Dewi Nur Ayuningtya  
Muhammad Ibnu Fajar

### Penerbit :

Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik  
Universitas Brawijaya  
JL. MT. Haryono 167 Malang – East Java - Indonesia  
telepon:+62-341- 554166  
fax:+62-341- 551430  
Kontak Email : elektro@ub.ac.id, eeccis@ub.ac.id, adharul@ub.ac.id

Seluruh artikel pada buku ini diseleksi oleh panitia Seminar Nasional Teknik Elektro – FORTEI 2018 dan dipresentasikan pada tanggal 11 Oktober 2018. Seluruh penulis telah menyetujui pernyataan *copyright* untuk masing-masing makalah. Penulis telah menyetujui bahwa seluruh makalah pada buku ini bersifat *Open Acces*. Editor hanya melakukan peyesuaian tata letak dan memperbaiki *typo* yang ditemukan dengan tidak melakukan perubahan terhadap isi dan tidak bertanggung jawab terhadap isi serta tata bahasa tulisan.

Copyright © Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya  
2018

---

# PANITIA

---

## PANITIA SEMINAR NASIONAL TEKNIK ELEKTRO 2018 (SNTE 2018) DAN MUSYAWARAH NASIONAL FORUM TEKNIK ELEKTRO INDONESIA (FORTEI) ke-12 Tahun 2018.

Tempat: Grand Royal Orchids Garden Hotel, Batu,

Tanggal: 11-13 Oktober 2018,

Penyelenggara: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

### Pelindung:

Prof. Dr. Ir. Nuhfil Hanani, A.R., M.S. (Rektor Universitas Brawijaya)  
Prof. Dr. Ir. Kusmartono (Wakil Rektor 1 Universitas Brawijaya)  
Dr. Sihabudin, SH., MH (Wakil Rektor 2 Universitas Brawijaya)  
Prof. Dr. Ir. Arief Prajitno (Wakil Rektor 3 Universitas Brawijaya)  
Dr. Ir. Muhammad Sasmito Djati (Wakil Rektor 4 Universitas Brawijaya)

### Pengarah:

Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, MT. (Dekan Fakultas Teknik)  
Ishardita pambudi Tama, ST., MT., Ph.D (Wadek 1: Bidang Akademik)  
Dr. Ir. Muhammad Ruslin Anwar, M.Si (Wadek 2: Bidang Administrasi Umum dan Keuangan)  
Dr.Eng. Denny Widhiyanuriyawan, S.T., M.T. (Wadek 3: Bidang Kemahasiswaan)

### Penanggung Jawab:

Hadi Suyono, S.T., M.T., Ph.D., IPM. (Ketua Jurusan Teknik Elektro UB)  
Ir. Nurussa'adah, M.T. (Sekretaris Jurusan)

### Ketua Pelaksana

Dr. Fakhriy Hario Partiansyah, S.T, M.T.

### Sekretaris dan Kesekretariatan:

Sapriesty Nainy Sari, S.T, M.T.  
Fitri Amalia Rahmawati, S.Si.

### Bendahara:

- 1) Eni Suwartini, S.E.
- 2) Frida Ika Hartini, AM.d

### Peralatan dan Perlengkapan:

- 1) Akhmad Zainuri, S.T, M.T.
- 2) Lunde Ardhnta, S.T, M.Sc.
- 3) Indra Setyawan, S.ST.
- 4) Rahmad Romadhoni, S.ST.

### Konsumsi:

- 1) Rusmi Ambarwati, S.T., M.T.
- 2) Henny Saraswati, AMd.

### Naskah dan Publikasi:

- 1) Adharul Muttaqin, S.T., M.T.
- 2) Raden Arief Setyawan, S.T., M.T.
- 3) Ramadhani Kurniawan, S.ST., MT.
- 4) Primatar Kuswiradyo, S.T, M.T.

### Proposal dan Sponsorship:

- 1) Dr. Eng Panca Mudjirahardjo, S.T, M.T.
- 2) Eka Maulana, S.T., M.T., M.Eng.

### Program dan Acara Munas:

- 1) M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D.
- 2) Dr. Rini Nur Hasannah, S.T., M.Sc
- 3) Ali Mustofa, S.T., M.T.
- 4) Eka Maulana, S.T., M.Eng.

# DAFTAR ISI

Kata Pengantar	<i>i</i>
SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS BRAWIJAYA	<i>ii</i>
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BRAWIJAYA	<i>iii</i>
SAMBUTAN KETUA PANITIA SEMINAR SNTE 2018	<i>iv</i>
DAFTAR ISI	<i>v</i>
DAFTAR MAKALAH SESUAI NOMOR MAKALAH	<i>x</i>
[006] <i>Penyediaan Tenaga Listrik di Mariana Menggunakan Energi Mikrohidro</i> A sulaiman, Nina Paramytha IS	1-5
[007] <i>Program PSCAD Simulasi Distribusi Tegangan Impuls Di Belitan Transformator</i> A Hendri Masdi, Hambali	6-10
[014] <i>Sistem Penerangan Jalan Umum Menggunakan Panel Surya Berbasis Metode Particle Swarm Optimization (PSO)</i> A Luthfansyah Mohammad, Mohammad Hisyam Faiz, Eka Prasetyono	11-15
[019] <i>Desain dan Analisis Inverter Tiga Fasa Menggunakan Metode SPWM</i> A Asnil, Krismadinata, Irma Husnaini	16-20
[022] <i>Evaluasi Dan Analisa Partial Discharge Terhadap Isolator Pada Transformator-Aplikasi Pada PT. Indah Kiat Pulp And Paper Perawang</i> A Antonov Bachtiar, Thomas	21-25
[025] <i>Optimalisasi Perencanaan Sistem Pembangkit Tenaga Hybrid Diesel Generator - Photovoltaic Di Raeoa, Zeesm Timor Leste</i> A I Wayan Sukadana, Jose Alexandre Bana	26-30
[028] <i>Pembuatan Pembangkit Energi Listrik Alternatif Dengan Model Sistem Hybrid Thermoelektrik Dengan Panel Sel Surya Mini Untuk Desa Mandiri Energi (Tinjauan Potensi)</i> A Bambang Panji Asmara , Salmawati Tansa	31-34
[029] <i>Pengaruh Sudut Posisi Kumputan terhadap Beda Fasa Gelombang untuk Generator Radial 3 Fasa</i> A Martanto, Ronny Dwi Agusulistyo, Tjendro, R. Benedictus Dwiseno Wihadi	35-38
[044] <i>Penentuan Lokasi dan Kapasitas Pembangkit Tersebar untuk Menurunkan Rugi-Rugi Daya Aktif pada Sistem Distribusi Menggunakan Adaptive Particle Swarm Optimization</i> A I Ketut Suryawan, Kadek Amerta Yasa, I Gusti Ketut Abasana	39-43
[055] <i>Analisis Sistem Mikrogrid DC Photovoltaic Terhubung Jala – jala</i> A Winasis, Suroso, Hari P, Annisa Noviana A K	44-49
[057] <i>ANALISIS ESTIMASI EMISI GAS RUMAH KACA PADA PEMBANGKIT LISTRIK THERMAL DI PROVINSI RIAU TAHUN 2016 - 2020</i> A	50-53



- [060] *Pelepasan Beban dengan Under Frequency Relay pada Sistem Distribusi PT. DSS Power* 54-58  
A  
Wahyuni Martiningsih, Wahyudin, Herudin
- [063] *Efisiensi Energi Dari Aspek Selubung Bangunan Studi Kasus Gedung Rektorat UIN SUSKA Riau* 59-63  
A  
Susi Afriani, Rika, Darminto
- [069] *Monitoring Cahaya Lampu DC PJU Melalui Pengukuran Arus Dan Tegangan Keluaran Baterai Penyimpan Energi dari Solar Cell Dengan Memanfaatkan ATMEGA16* 64-68  
A  
Holy Lydia Wiharto, Gatut Budiono, Aris Heri Andriawan
- [073] *Studi Prakiraan Potensi Pembangkit Listrik Panas Bumi Di Pusuk Buhit Kelurahan Siogung-Ogung Kabupaten Samosir* 69-72  
A  
Eddy Warman, Handiko Nainggolan, Fahmi Fahmi
- [074] *Performance Study of Power Plant Gas (PLTMG) in North Sumatera Crisis Region* 73-77  
A  
Surya T. Kasim, Muhammad Tegar, Fahmi Fahmi
- [077] *Analisis Pengaruh Injeksi Pembangkit Energi Terbarukan Terhadap Koordinasi Rele Arus Lebih dan Recloser pada Sistem Distribusi* 78-83  
A  
Hadi Suyono, Mahfudz Shidiq, Rini Nur Hasanah, Moch. Dhofir, Fakhriy Hario P., Erwin Hery S.
- [079] *Pengembangan Jaringan Listrik Mikrohidro Dan Solar Home System/Shs Sebagai Penopang Desa Mandiri Energi di Bawah Program PPDM Desa Mandiri Energi Kabupaten Probolinggo* 84-88  
A  
Teguh Utomo
- [080] *Analisa Perancangan Filter Pasif Untuk Meredam Harmonisa Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban Area Welding* 89-94  
A  
Mustari Rochibi, Setyo Supratno, **Lusmeilia Afriani**
- [081] *Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel* 95-97  
A  
Aslimeri
- [083] *Pengaruh Pencampuran Gypsum Sebagai Zat Aditif Untuk Penurunan Nilai Resistansi Grounding Pada Elektroda Batang Tunggal* 98-102  
A  
Yul Martin , Dikpride Despa, Lusmeilia Afriani
- [088] *Potensi Daya 100 watt Solar Panel SHINYOKU di kota Semarang* 103-106  
A  
Zaenal Arifin, Aries Jehan Tamamy, Amalia
- [090] *Maximum Power Point Tracker (MPPT) sebagai metode pemaksimalan daya solar cell untuk charging baterai Eco Solar Boat* 107-110  
A  
Muhammad Gilang Ramadhan, Adharul Muttaqin, Zainul Abidin
- [092] *Studi Perbandingan Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Indonesia Menggunakan ANN dan ANFIS* 111-115  
A  
Elisa Gumelar Dennis, Teguh Utomo, Lunde Ardheta
- [102] *Analisis Pengaruh Polutan Garam terhadap Tingkat Arus Bocor Isolator Piring dengan Lapisan Hidrofobik* 116-121  
A

# Pengaruh Pencampuran Gypsum Sebagai Zat Aditif Untuk Penurunan Nilai *Resistansi Grounding* Pada Elektroda Batang Tunggal

Yul Martin

Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Bandarlampung, Indonesia  
yul.martin@eng.unila.ac.id

Dikpride Despa

Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Bandarlampung, Indonesia  
Dikpride.despa@eng.unila.ac.id

Lusmeilia Afriani

Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung  
Bandarlampung, Indonesia  
Lusmeilia.afriani@eng.unila.ac.id

**Abstrak**— Tahanan pentanahan berbanding lurus dengan besarnya tahanan jenis tanah. Tahanan jenis tanah itu sendiri dipengaruhi beberapa hal yaitu struktur tanah, temperatur, pengaruh kandungan air (kelembaban), dan pengaruh kandungan kimia dalam tanah. Penelitian ini untuk menganalisis penurunan nilai tahanan pentanahan dengan penambahan zat aditif berupa gypsum tanpa campuran tanah dan gypsum yang dicampur dengan tanah. Hasil penelitian menunjukkan nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum tanpa campuran tanah memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan tahanan pentanahan tanpa penambahan zat aditif. Tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum bercampur tanah secara rata-rata dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan sebesar 153,56 ohm dengan 25% gypsum, 157,2 ohm dengan 75% gypsum dan 169,91 ohm dengan 50% gypsum.

**Kata Kunci**— *Tahanan Pentanahan, Tahanan Jenis Tanah; Gypsum, Elektroda Batang Tunggal*

## I. PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada jalur khatulistiwa yang mempunyai tingkat hari guruh cukup tinggi berkisar 100-200 hari guruh pertahun. [1]. Penyaluran daya listrik ditransmisikan melalui saluran udara tegangan tinggi, selanjutnya di distribusikan melalui tegangan menengah 20 kV hingga sampai ke pusat beban. Kontruksi menara dan tiang distribusi memungkinkan tersambar oleh petir dikarenakan terbuka terhadap alam sehingga arus petir akan mencapai titik tertentu dari objek yang tersambar yang menyebabkan terganggunya penyaluran daya. Gangguan yang terjadi akan memiliki dampak penurunan tegangan dan stabilitas sistem tenaga, serta membahayakan manusia dan dapat merusak peralatan listrik dan elektronik. Hal ini dapat dijaga dengan sistem pentanahan yang baik. [2].

Sistem pentanahan yang baik mempunyai nilai resistansi tanah berkisar 1-5 ohm, namun untuk mendapatkan nilai resistansi yang rendah cukup sulit karena dipengaruhi oleh faktor jenis tanah, suhu dan kelembapan, kondisi elektrolit tanah dan temperatur

Sistem pentanahan harus memperhatikan beberapa hal penting yaitu tahanan pada elektroda pentanahan, tahanan antara elektroda pentanahan dan tanah, tahanan dari tanah di sekitar elektroda pentanahan. Tahanan pada elektroda pentanahan biasanya diabaikan karena nilai tahanan elektroda biasanya lebih kecil dibandingkan dengan tahanan tanah. [2]. Nilai dari tahanan pentanahan di sekitar elektroda pentanahan yang dibumikan perlu diperhatikan karena diperlukan nilai

tahanan jenis tanah yang rendah sebagai penunjang sistem pentanahan di mana arus gangguan nantinya dialirkan menuju tanah.

Nilai tahanan jenis dari tanah di sekitar elektroda biasanya tidak langsung didapatkan nilai yang rendah, oleh sebab itu untuk merancang sistem pentanahan yang baik perlu dilakukan pengkajian terlebih dahulu terhadap tempat pentanahan yang akan digunakan. Daerah dengan tahanan jenis tanah yang tinggi apabila ingin digunakan sebagai tanah pentanahan maka perlu dilakukan suatu perlakuan pada tanah tersebut sehingga nilai tahanan pentanahannya menjadi rendah. Menurunkan tahanan jenis tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan cara memodifikasi elektroda pentanahan yang akan ditanam di dalam tanah dan menambahkan zat aditif ke dalam tanah pentanahan. [3].

Pada penelitian sebelumnya kami melakukan eksperimen menggunakan zat aditif bentonit dan zeolit sebagai zat aditif yang dapat digunakan untuk menurunkan nilai tahanan jenis tanah ada bermacam-macam yaitu *sodium klorida* (NaCl), *magnesium* (Mg), *copper sulfate* (CuSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O), dan *calcium chloride* (CaCl<sub>2</sub>). [4] [5] Penelitian ini menggunakan gypsum (*calcium sulfate dihydrate*) sebagai zat aditif. Gypsum digunakan sebagai zat aditif untuk menurunkan tahanan jenis tanah karena mampu menyerap air dan memperbaiki struktur tanah.

Penelitian ini melakukan eksperimen penambahan gypsum sebagai zat aditif pada tanah. Gypsum yang ditambahkan ke dalam tanah divariasikan menjadi empat variasi yaitu gypsum tanpa dicampur dengan tanah, dan gypsum bercampur tanah dengan komposisi 75% gypsum bercampur 25% tanah, 50% gypsum bercampur 50% tanah dan 25% gypsum bercampur 75% tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh penambahan variasi zat aditif gypsum terhadap penurunan nilai tahanan jenis tanah. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini yaitu mendapatkan variasi zat aditif yang paling baik yang dapat menurunkan tahanan pentanahan secara signifikan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tanah

Tanah merupakan material yang tersusun dari 8 unsur mineral pembentuk butirannya dan persentase terbesar adalah oksigen mencapai 46,6%, Unsur lainnya adalah Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, *Foth, H, (1990)*. Pencampuran antar unsur gypsum dan tanah menghasilkan suatu kekompakan dalam menetralkan adanya resistensi grounding elektroda batang. Sehingga penelitian ini dapat mencapai tujuan yang sebenarnya. Sifat tanah itu sendiri dapat di tentukan dengan

penelitian sifat fisik tanah berupa kadar air, berat volume, berat jenis, perilaku dari plastisita dan elastisitas pada tanah serta ukuran butirannya. Kepadatan suatu tanah juga mempengaruhi perilaku dari hasil penelitian dan pemadatan tanah akan menyebabkan berkurangnya air dan udara dalam pori [5]. Berikut ini diberikan tabel sifat fisik tanah yang digunakan sebelum tanah tersebut dicampur dengan gypsum.

TABEL I SIFAT FISIK DARI TANAH YANG DIPAKAI DALAM PENELITIAN

DESCRIPTION	BOR 1 1,60 - 2,00	
<b>UNDISTURBED SAMPLE</b>		
Water Content	%	37,39
Density	gr/cm <sup>3</sup>	1,47
Specific gravity (Gs)		2,57
Percent Lose No. 200	%	33,94
Atterberg Limit		
LL	%	51,33
PL	%	39,59
PI	%	11,75
Direct Shear Test		
Cohesion ( c )	kg/cm <sup>2</sup>	0,15
Internal Friction Angle ( $\phi$ ) ... <sup>0</sup>		26,54
Consolidation		
Cv	cm <sup>2</sup> /s	0,132
Cc		0,129

Tabel 1 menunjukkan dimana kadar air pada saat pengambilan sample termasuk kandungan air yang tinggi. Sample tanah diambil pada kedalaman antara 1,6 m sampai 2 meter. Diambil dengan tabung *undisturb*. Dari hasil penelitian tersebut dinyatakan bahwa kandungan lempungnya mencapai 33,94% dan termasuk pasir berlempung.

### B. Gypsum

Gypsum merupakan zat kimia yang mempunyai rumus  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Gypsum diklaim mengandung 50% hingga 95%  $\text{CaSO}_4$  (*Kalsium Sulfate Dehydrate*) dan di dalam  $\text{CaSO}_4$  alami terdapat 23,5% sulfur dan 29,4% kalsium. Kandungan sulfur dari gipsum tidak mengurangi sifat alkalinitas dari tanah (Alkalinitas adalah sifat di mana zat akan membentuk garam kimia ketika digabungkan dengan asam) dan kandungan kalsium dalam gipsum tidak mempengaruhi tingkat keasaman (pH) tanah. [6]. Bentuk fisik gipsum dapat dilihat pada gbr 1.



Gambar 1. Serbuk Gypsum

Gypsum sebagai zat aditif yang digunakan untuk mengubah komposisi kimia tanah, dimana mempunyai nilai kelarutan yang rendah sehingga tidak mudah hilang. Gypsum merupakan batu yang terbentuk dari pengendapan air laut,

mineral yang tersusun dari kalsium sulfat dehydrate dengan rumus kimia  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Komposisi Calcium Oksida (CaO) 32.57%, Air (H<sub>2</sub>O) 20.93%, dan Sulfur (S) 18.62%. Komposisi ini diharapkan gypsum dapat menurunkan resistansi pentanahan.

Gypsum dalam bentuk batuan, terbentuk karena dua hal yaitu penguapan air tanah dan pengendapan air tanah itu sendiri. Perubahan iklim dan reaksi oksidasi menyebabkan sulfur berubah menjadi asam sulfur yang terdapat di dalam tanah yang mengandung  $\text{CaCO}_3$  dan membentuk gipsum. Gipsum adalah garam yang terlarut, *hydrous calcium sulphate*  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Tingkat kelarutannya 2,6 gram  $\text{dm}^{-3}$  dalam air pada suhu 25<sup>0</sup> C dan tekanan 1 atmosfer. Tanah yang gersang dan semi-gersang menyebabkan gipsum cenderung larut pada musim hujan dan cenderung mengendap ketika tanah mulai kering. [7].

Tahanan jenis ( $\rho$ ) gipsum memiliki nilai yang berbeda-beda bergantung keadaan sekitarnya. Penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan nilai tahanan jenis gipsum murni berbentuk batuan sebesar lebih dari 800 ohm.m sedangkan untuk daerah dengan kondisi tanah yang basah menunjukkan gipsum memiliki konduktivitas yang tinggi dengan tahanan jenis yang rendah (mendekati 1 ohm.m). Hal tersebut dikarenakan ion-ion terlarut di dalam air yang berasal dari material yang mengandung garam. [8]

### C. Electroda Batang

Sistem pentanahan yang baik sangat ditentukan dengan jenis tanah yang baik untuk menentukan resistivitas tanahnya karena tidak semua jenis tanah memiliki nilai resistivitas yang baik, dimana hal ini dipengaruhi oleh kerapatan serta kontaminasi tanah tersebut. Untuk melihat sistem pentanahan dapat di tunjukan dalam berbagai nilai resistivitas tanah untuk berbagai jenis tanah. Tabel 2 menunjukkan kriteria jenis tanah berikut nilai resistivitasnya.

TABEL II. JENIS TANAH DAN NILAI RESISTIVITAS

Jenis Tanah	Resistivitas Tanah (ohm-cm)
Tanah liat, tanah kebun, dll	500-5000
Tanah liat	800-5000
Campuran tanah liat, pasir dan kerikil	4000-25000
Pasir dan Kerikil	6000-10000
Batu Tulis, pasir berbatu, dll	1000-50000

Sumber: Tagg G.F, 1964. Eart Resistance, london, The Whitefriars Press Ltd [9].

Hasil penelitian pada tabel 2 mengelompokkan kriteria jenis tanah dengan nilai resistivitas yang di dapatkan pada daerah tertentu. Nilai resistivitas diambil dari pengukuran melalui sampel dari jenis tanah tertentu namun dimungkinkan mendapatkan hasil dengan kondisi sama dengan sampel diambil.

Sistem pentanahan bertujuan untuk mendapatkan nilai resistansi yang rendah untuk menyalurkan arus gangguan ke tanah melalui media elektroda batang tunggal. Elektroda batang tunggal terbuat dari tembaga, besi baja profil, dimana dipengaruhi oleh ukuran, dimensi, dan bahan dari elektroda batang tersebut. Pada umumnya elektroda batang menggunakan silinder yang terbuat dari tembaga murni, batang tembaga telanjang dan dilapisi (*copper-clad steel*),

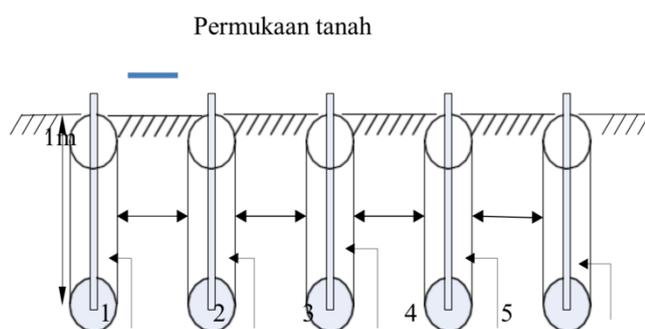
batang besi tahan karat (stainless rod), kawat tembaga yg dimasukkan ke dalam batang pipa galvanisasi, baja yang disepuh tembaga.

Penelitian ini bertujuan mengetahui besarnya nilai resistansi pentanahan pada tanah lempung terhadap pencampuran gypsum dengan berbagai komposisi.

### III. EXPERIMENTAL SETUP

Metode yang digunakan untuk penentuan nilai di resistansi pentanahan dengan melubangkan tanah dengan kedalaman 1 m, dimana elektroda batang ditanam pada kedalaman dan diameter yang telah ditentukan, selanjutnya di masukkan zat aditif gypsum kedalam lubang dan dicampurkan dengan tanah dengan komposisi yang telah di tentukan.

Gypsum divariasikan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai zat aditif pada tanah pentanahan. Terdapat lima pentanahan pada penelitian ini yaitu gypsum 100%, gypsum 75%, gypsum 50%, gypsum 25% dan tanpa gypsum sebagai pembanding. Setiap lubang pentanahan yang dibuat pada penelitian ini diilustrasikan seperti pada gambar 2. Elektroda pentanahan yang digunakan dimasukkan ke dalam lubang pentanahan dengan diameter 10 centimeter dan kedalaman 1 meter. Selanjutnya tiap-tiap lubang pentanahan ditambahkan zat aditif. Jarak antar elektroda dengan elektroda yang lainnya yaitu 50 centimeter.



Gambar 2. Lubang pengukuran

Keterangan komposisi

1. Tanah: 100%
2. Gypsum : 100%
3. Gypsum: 75 %
4. Gypsum: 50%
5. Gypsum: 25%

Jarak antar lubang : 50 cm

Elektroda yang digunakan jenis elektroda batang berbahan dari tembaga dengan diameter 0.015m dengan panjang 1 m. Ujung elektroda akan ditanam kedalam tanah sebagai titik sentuh pusat elektroda ke tanah. Untuk penanaman elektroda pada lubang yang sudah ditentukan dan diberi tanda pada lubang-lubang yang sudah di gali.

Ada 5 lubang di gali dengan kedalaman 1 m, kemudian lubang 1 diisi dengan tanah murni 100% tanpa campuran dan lubang ke 2 sampai ke 5 di isi dengan pencampuran gypsum dengan nilai presentasi 25%-75% sebagai bahan zat aditif yang sudah halus dan tidak menggumpal.

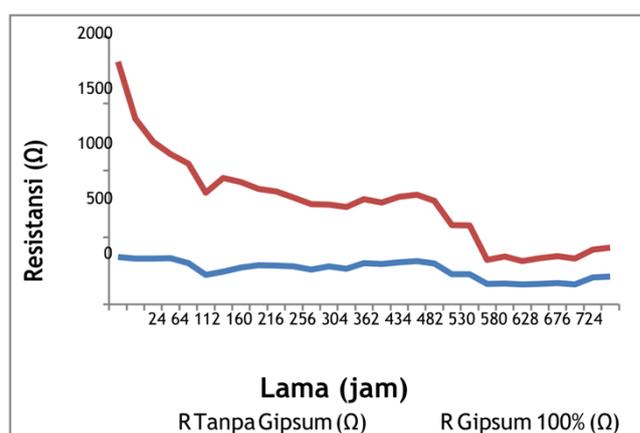
### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan pembuatan lubang pentanahan dan dilanjutkan dengan melakukan pencampuran variasi gypsum dengan tanah dengan variasi 100% gypsum, 75% gypsum bercampur 25% tanah, 50% gypsum bercampur 50% tanah dan 25% gypsum bercampur 75% tanah. Variasi gypsum yang telah tercampur dimasukkan ke dalam lubang pentanahan dengan kedalaman masing-masing lubang 1 m dan diameter 10 cm

#### A. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan

##### 1) Variasi Gypsum 100 %

Grafik pada gbr.3 menunjukkan nilai resistansi dengan lamanya pengukuran tanah sebagai sampel tanpa campuran dengan gypsum dan pengukuran nilai resistansi tanah dicampur dengan gypsum 100%



Gambar 3. Grafik pengukuran gypsum 100%

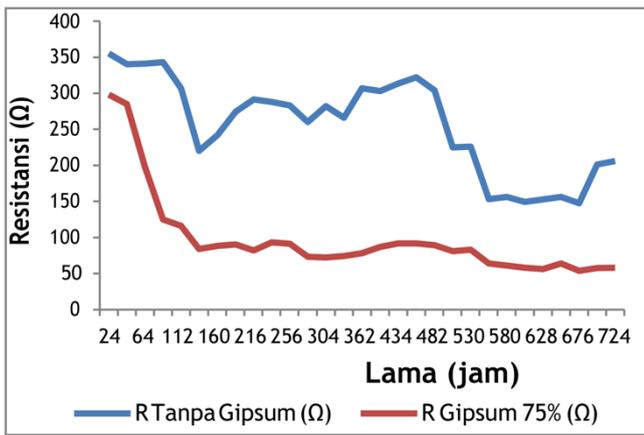
Pada gbr.3 terlihat bahwa nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum sangat tinggi pada awal pengukuran. Kepadatan gypsum di dalam tanah mempengaruhi (menurunkan) kemampuan gypsum dalam menyerap air. Hal tersebut mengakibatkan nilai tahanan pentanahan menjadi tinggi. Setelah lokasi sekitar objek penelitian mengalami hujan, tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum 100% mulai mengalami penurunan. Penurunan nilai tahanan pentanahan ini dikarenakan gypsum yang ada di dalam lubang pentanahan telah menyerap air dan mineral yang terdapat pada tanah disekitarnya. Data hasil pengukuran pada penelitian dari 538 jam hingga 732 jam memperlihatkan nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum 100% tidak berbeda jauh dengan tahanan pentanahan tanpa penambahan zat aditif. Hal tersebut menunjukkan bahwa tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum 100% tidak berbeda jauh dengan nilai tahanan pentanahan tanpa penambahan zat aditif

##### 2) Variasi Gypsum 75 %

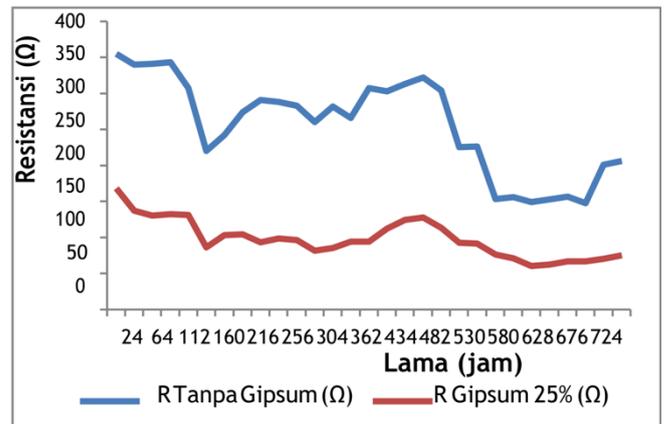
Pada gbr.4 terlihat bahwa nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum 75% lebih baik dibandingkan dengan nilai tahanan pentanahan tanpa penambahan zat aditif di mana tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum 75% lebih rendah dibandingkan dengan tahanan pentanahan tanpa penambahan zat aditif. Nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum 75% mengalami penurunan drastis pada awal pengukuran pentanahan hingga pengukurun dengan waktu penelitian 130 jam. Penurunan nilai tahanan pentanahan

tersebut disebabkan campuran bahan yang digunakan sebagai zat aditif menyerap air dan mineral tanah yang terdapat pada tanah di sekitar lubang pentanahan.

gypsum menunjukkan variasi tanah dan gypsum 25% jauh lebih signifikan hasil yang di dapat berdasarkan pengukuran selama 724 jam

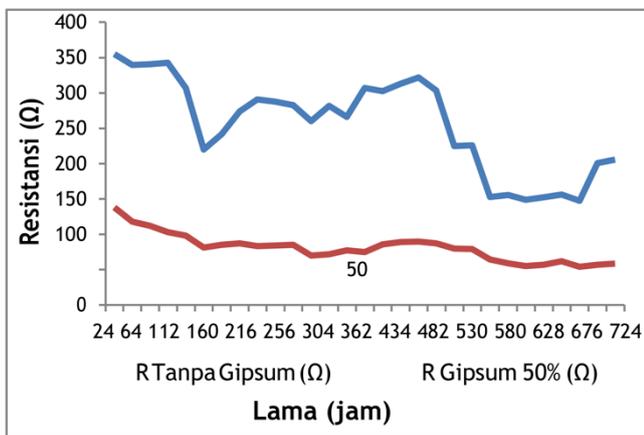


Gambar 4. Grafik pengukuran gypsum 75%



Gambar 6. Grafik pengukuran gypsum 25%

3) Variasi Gypsum 50 %



Gambar 5. Grafik pengukuran gypsum 50 %

Pada gbr.5 Terlihat bahwa nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum 50% lebih baik dibandingkan dengan nilai tahanan pentanahan tanpa penambahan zat aditif. Hal tersebut dikarenakan campuran bahan gypsum 50% dan tanah 50% mampu menyerap air lebih baik dibandingkan dengan tanah tanpa penambahan zat aditif. Nilai tahanan pentanahan yang terukur dari 556 jam hingga 732 jam elektroda ditanam tidak mengalami perubahan yang signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa campuran gypsum 50% dan tanah 50% telah mencapai titik jenuh dalam menurunkan tahanan pentanahan di mana nilai tahanan pentanahan terendah yang terukur yaitu sebesar 51,8 ohm.

4) Variasi Gypsum 25 %

Grafik pada gbr.6 dibawah ini menunjukkan nilai resistansi tanah dengan variasi 75% penambahan gypsum pada tanah dari nilai resistansi pada line biru pengukuran resistansi pada tanah. Terjadi penurunan signifikan setelah pengukuran 24 jam seperti terlihat pada grafik pada gambar 6. Dari berbagai pengukuran yang dilakukan dengan komposisi tanah dan

Nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum 25% lebih baik dibandingkan dengan nilai tahanan pentanahan tanpa penambahan zat aditif di mana nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum 25% lebih rendah. Hal tersebut dikarenakan kemampuan campuran bahan gypsum 25% dan tanah 75% dalam menyerap air dan mineral di dalam tanah lebih baik, dibandingkan dengan tanah tanpa penambahan zat aditif.

Data hasil pengukuran selama penelitian 732 jam menunjukkan nilai tahanan pentanahan terendah yang didapatkan dengan penambahan 25% gypsum yaitu sebesar 60,3 ohm. Data tersebut menunjukkan bahwa gypsum 25% telah mencapai titik jenuhnya dalam menurunkan nilai tahanan pentanahan. Hal ini dikarenakan kemampuan gypsum 25% dalam menyerap air dan mineral di sekitarnya telah mencapai batas maksimal.

B. Persentase Perubahan Tahanan Pentanahan

Pengukuran nilai tahanan pentanahan selama kurang lebih 1 bulan untuk setiap perlakuan terhadap gypsum, maka dilakukan perhitungan persentase perubahan tahanan pentanahan dengan persamaan.

$$R = \frac{R_x}{R_y} \times 100\% \quad (1) \dots [10].$$

Dimana,

$R_x$  = nilai tahanan pentanahan tanpa gypsum

$R_y$  = nilai tahanan pentanahan dengan gypsum

Nilai tahanan pentanahan yang digunakan dalam perhitungan persentase perubahan merupakan nilai pengukuran rata-rata. Di bawah ini merupakan tabel persentase penurunan nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gypsum yang bercampur dengan tanah

TABEL 2 PERSENTASE PERUBAHAN NILAI TAHANAN PENTANAHAN

	Nilai Tahanan Pentanahan ( $\Omega$ )	Presentase Perubahan Nilai Tahanan Pentanahan (%)
Tanah	248,99	-
75% Gypsum	91,79	63,13%
50% Gypsum	79,08	68,24%
25% Gypsum	95,43	61,67%

Berdasarkan hasil perhitungan dari Persamaan 1, persentase perubahan nilai tahanan pentanahan terbesar diperoleh pentanahan dengan penambahan 50% gipsum dengan persentase penurunan sebesar 68,24. Penurunan nilai tahanan pentanahan tidak ada perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan tahanan pentanahan dengan penambahan 75% gypsum dan 25% gipsum.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gipsum, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan gypsum sebagai zat aditif pada tanah dapat menurunkan nilai tahanan jenis tanah. Pada penelitian ini, Gypsum menyerap air dan mineral yang terkandung pada tanah sehingga nilai tahanan jenisnya mengalami penurunan.
2. Nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gipsum 50% pada penelitian ini merupakan yang paling baik

diantara pentanahan yang lain di mana dengan penambahan gipsum 50% secara rata-rata mampu menurunkan nilai tahanan pentanahan sebesar 68,24%.

3. Nilai tahanan pentanahan dengan penambahan gipsum 100% memiliki nilai yang tidak berbeda jauh dengan nilai tahanan pentanahan tanpa penambahan zat aditif.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih atas bantuan moril dan materil pada fakultas teknik dan jurusan teknik elektro UNILA.

#### REFERENSI

- [1] Zoro, Reynaldo, 2013. Makalah seminar fenomena petir, Pertamina Refinary Unit (RU) IV, Cilacap, Jawa Tengah
- [2] Hutaeruk TS, 1991, Pentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pentanahan Peralatan, Erlangga, Jakarta.
- [3] G. Vijayaraghavan, M. Brown, dan M. Barnes, Practical Grounding, Bonding, Shielding and Surge Protection, London: IDC Technologies, 2004.
- [4] IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding, IEEE std 2000
- [5] Yul Martin et all, Response Zat Aditif bentonit Teraktifasi Fisika dan kimia sebagai bahan ramah lingkungan untuk mereduksi nilai tahanan Grounding, Seminar Nasional PPL UNS dan BPPTPDAS, 2018
- [6] Afriani L, 2014, Soil Shear Strength, Graha Ilmu Publisher
- [7] U.Jones, Fertilizer and Soil Fertility second edition, Virginia, Reston Publishing Co, 1982
- [8] Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Management of Grypsiferous Soils, Roma, 1990
- [9] A.G Maysounave, Geoelectrical Characteristization of Sulfate Rocks, Barcelona, Universitat de Barcelona, 2011
- [10] Tagg, G.F, 1964, Eart Resistance, London: The Whitefrier Press Ltd
- [11] K.E.Case, Prinsip-prinsip Ekonomi, Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 2007