

**ANALISIS PENGGUNAAN GIPSUM SEBAGAI ZAT ADITIF
UNTUK PENURUNAN TAHANAN PENTANAHAN**

(Skripsi)

Oleh

ANDREAS SIREGAR



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRAK

ANALISIS PENGGUNAAN GIPSUM SEBAGAI ZAT ADITIF UNTUK PENURUNAN TAHANAN PENTANAHAN

**Oleh
ANDREAS SIREGAR**

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

Kata kunci : *tahanan pentanahan, tahanan jenis tanah, gipsum*

ABSTRACT

ANALYSIS OF GYPSUM AS THE ADDITIVE SUBSTANCE FOR REDUCING GROUNDING RESISTANCE

**By
ANDREAS SIREGAR**

Grounding resistance value is directly related with soil resistivity which is affected by several factors such as soil structure, temperature, humidity, and chemical substance. This research was conducted to analyze the difference of grounding resistance due to gypsum adding which is mixed with the soil. This research focused on analysis of grounding resistance refinement of the soil with and without gypsum as the additive substance. The result showed that grounding resistance with gypsum without soil had the higher value than grounding resistance without any additive substance. Grounding resistance with gypsum and soil being mixed averagely reduced grounding resistance for 153.56 ohms with 25% of gypsum, 157.2 ohms with 75% of gypsum and 169.91 ohms with 50% of gypsum.

Keyword: *grounding resistance, soil resistivity, gypsum*

**ANALISIS PENGGUNAAN GIPSUM SEBAGAI ZAT ADITIF
UNTUK PENURUNAN TAHANAN PENTANAHAN**

Oleh:

Andreas Siregar

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi

: **ANALISIS PENGGUNAAN GIPSUM
SEBAGAI ZAT ADITIF UNTUK PENURUNAN
TAHANAN PENTANAHAN**

Nama Mahasiswa

: **Andreas Siregar**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1115031013

Program Studi

: Teknik Elektro

Fakultas

: Teknik

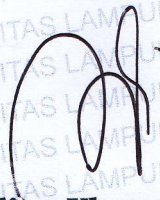
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Eng. Yul Martin, S.T., M.T.
NIP 19710716 200003 1 001


Dr. Henry B. H. Sitorus, S.T., M.T.
NIP 19721219 199903 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro


Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP. 19731128 199903 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

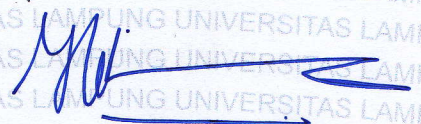
Ketua

: **Dr. Eng. Yul Martin, S.T., M.T.**



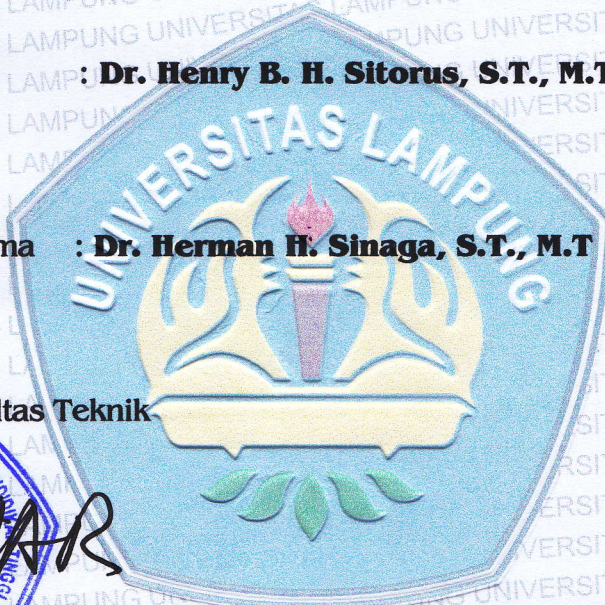
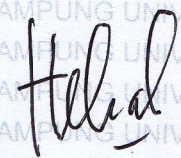
Sekretaris

: **Dr. Henry B. H. Sitorus, S.T., M.T.**



Penguji Utama

: **Dr. Herman H. Sinaga, S.T., M.T**



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 Juni 2017

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang tertulis atau diterbitkan orang lain, kecuali tertulis dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 1 Agustus 2017



Andreas Siregar
NPM. 1115031013

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Rajabasa, Bandar Lampung pada tanggal 22 April 1993, anak ketiga dari lima bersaudara dari pasangan Bapak St. G. Siregar dan Ibu Rosunta Aritonang.

Jenjang pendidikan yang ditempuh penulis dimulai dari SD Fransiskus 1 Bandar Lampung pada tahun 1999 – 2005, SMPN 8 Bandar Lampung pada tahun 2005 – 2008, dan SMAN Fransiskus Bandar Lampung pada tahun 2008 – 2011.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2011 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Elektro pada tahun 2012 – 2014. Pada tahun 2014 – 2017 penulis menjabat sebagai Asisten Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi. Pada bulan Juli – Agustus 2014 penulis melaksanakan kerja praktik di PTPN VII (Persero) Pabrik Gula Bungamayang.

KUPERSEMBAHKAN SEBUAH KARYA INI
UNTUK,

BAPAK DAN MAMAK TERCINTA,

BAPAK St. G. SIREGAR

IBU ROSUNTA ARITONANG

KAKAK & ADIK TERSAYANG,

H. SIREGAR & NOVINDA SIMATUPANG

AGUS SIREGAR

SAHALATUA SIREGAR

ANGGUNA ROMA SIREGAR

TABE YAVIN SIREGAR

MOTTO

Ketergesaan dalam setiap usaha membawa kegagalan”

(Herodotus)

**“Bekerjalah bagaikan tak butuh uang. Mencintailah
bagaikan tak pernah disakiti. Menarilah bagaikan tak
seorang pun sedang menonton”**

(Mark Twain)

**“Kemenangan yang seindah-indahnya dan sesukar-
sukarnya yang boleh direbut oleh manusia ialah
menundukan diri sendiri”**

(Ibu Kartini)

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Penggunaan Gypsum sebagai Zat Aditif untuk Penurunan Tahanan Pentanahan” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung

Penulis menyadari bahwa tanpa dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Mamak tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moril dan materil, cinta dan kasih sayang yang tak terhingga.
2. Bapak Dr. Eng. Yul Martin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, terimakasih atas bimbingannya selama ini, nasihat-nasihat yang sangat bermanfaat dan segala ilmu yang begitu banyak yang telah diberikan.
3. Bapak Dr. Henry Binsar H Sitorus, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping, terimakasih atas bimbingannya selama ini, nasihat-nasihat yang sangat bermanfaat dan segala ilmu yang begitu banyak yang telah diberikan.

5. Bapak Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan ilmu, kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Emir Nasrullah, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung
8. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas lampung.
9. Bapak Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
10. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah berbagi banyak ilmu, pengetahuan dan pengalaman kepada penulis.
11. Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Elektro dan staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Lampung.
12. Jerry dan Frian yang berjuang bersama. Terima kasih untuk motivasi, semangat, doa dan dukungannya.
13. Teman-teman asisten laboratorium Teknik Tegangan Tinggi.
14. Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro 2011 dan rekan-rekan konsentrasi Sistem Energi Elektrik, terima kasih atas kebersamaan, semangat, cerita-cerita manis dan masa-masa sulit yang pernah kita lewati bersama.
15. Semua pihak yang telah membantu serta mendukung dari awal kuliah hingga terselesaikannya tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, akan tetapi besar harapan saya semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Tuhan memberkati kita semua. Amin.

Bandar Lampung, 12 Juli 2017

Penulis,

Andreas Siregar

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	3
C. Manfaat Penelitian.....	3
D. Rumusan Masalah.....	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Hipotesis.....	4
G. Sistematika Penulisan.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sistem Pentanahan.....	6
B. Bagian Yang Ditanahkan.....	7
C. Jenis-Jenis Elektroda Pentanahan.....	7
D. Tahanan Jenis Tanah (ρ).....	10
E. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tahanan Jenis Tanah.....	11

F.	Perbaikan Nilai Tahanan Pentanahan (R).....	12
G.	Gypsum (<i>Kalsium Sulfate Dehydrate</i>).....	14
H.	Penelitian Yang Pernah Dilakukan.....	17

III. METODOLOGI PENELITIAN

A.	Ruang Lingkup Penelitian.....	21
B.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
C.	Alat dan Bahan.....	21
D.	Metode Penelitian.....	22
	1. Studi Literatur.....	22
	2. Pengumpulan Alat dan Bahan.....	22
	3. Perancangan Pengujian.....	23
	4. Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan.....	28
	5. Analisis Data.....	32
E.	Diagram Alir Penelitian.....	33

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A.	Pendahuluan.....	34
B.	Pengambilan Data Pengukuran.....	35
C.	Data Pengukuran Tahanan Tanah.....	36
	1. Dengan Variasi Gypsum 100 Persen.....	36
	2. Dengan Variasi Gypsum 75 Persen.....	41
	3. Dengan Variasi Gypsum 50 Persen.....	45
	4. Dengan Variasi Gypsum 25 Persen.....	49

D.	Analisis Data.....	52
E.	Perhitungan Nilai Tahanan Jenis Tanah.....	57
V. SIMPULAN DAN SARAN		
A.	Simpulan.....	59
B.	Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....		
		61
LAMPIRAN.....		
		63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 2.1 Elektroda Batang	8
2. Gambar 2.2 Elektroda Pita	9
3. Gambar 2.3 Elektroda Plat	10
4. Gambar 2.4 Hubungan panjang elektroda dan nilai resistansi ^[6]	13
5. Gambar 2.5 Serbuk Gypsum	16
6. Gambar 3.1 Pengisian tanah ke lubang pentanahan	24
7. Gambar 3.2 Pengisian 100% gipsum ke lubang pentanahan.....	24
8. Gambar 3.3 Pengisian 75% gipsum ke lubang pentanahan.....	25
9. Gambar 3.4 Pengisian 50% gipsum ke lubang pentanahan.....	26
10. Gambar 3.5 Pengisian 25% gipsum ke lubang pentanahan.....	26
11. Gambar 3.6 Kondisi Pengujian.....	27
12. Gambar 3.7 Skematik pengukuran tanpa penambahan zat aditif....	29
13. Gambar 3.8 Skematik pengukuran dengan variasi gipsum 100%.....	30
14. Gambar 3.9 Skematik pengukuran dengan variasi gipsum 75%.....	30
15. Gambar 3.10 Skematik pengukuran dengan variasi gipsum 50%.....	31
16. Gambar 3.11 Skematik pengukuran dengan variasi gipsum 20%.....	31
17. Gambar 3.12 Diagram alir penelitian.	33

18. Gambar 4.1 Pengukuran tahanan pentanahan	36
19. Gambar 4.2 Grafik pengukuran gipsum 100%.....	39
20. Gambar 4.3 Grafik pengukuran gipsum 75%.....	43
21. Gambar 4.4 Grafik pengukuran dengan 50%	47
22. Gambar 4.5 Grafik pengukuran dengan 25%	51
23. Gambar 4.6 Grafik pengukuran (R) pada semua objek penelitian	55
24. Gambar 4.7 Grafik pengukuran (R) campuran bahan	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Tabel 2.1 Tahanan Jenis Tanah ^[2]	11
2. Tabel 4.1 Nilai pentanahan dengan penambahan Gypsum 100%	37
3. Tabel 4.2 Rata-rata nilai R dengan penambahan gipsum 100%.....	40
4. Tabel 4.3 Nilai pentanahan dengan penambahan gipsum 75%.....	41
5. Tabel 4.4 Rata-rata nilai R dengan penambahan gipsum 75%.....	44
6. Tabel 4.5 Nilai pentanahan dengan penambahan gipsum 50%.....	45
7. Tabel 4.6 Rata-rata nilai R dengan penambahan gipsum 50%.....	48
8. Tabel 4.7 Nilai pentanahan dengan penambahan gipsum 25%.....	49
9. Tabel 4.8 Rata-rata nilai R dengan penambahan gipsum 25%.....	52
10. Tabel 4.9 Nilai pentanahan pada semua objek penelitian	53
11. Tabel 4.10 Reduksi tahanan pentanahan....	56
12. Tabel 4.11 Nilai tahanan jenis tanah (ρ) ^[2]	58

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem pentanahan merupakan sistem yang dirancang sebagai upaya pengamanan untuk melindungi manusia dan peralatan-peralatan listrik dari gangguan listrik berupa lonjakan listrik dan petir. Sistem pentanahan ini bertujuan untuk mengalirkan arus gangguan ke dalam tanah untuk meminimalisir efek gangguan.

Sistem pentanahan yang baik 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. Nilai dari tahanan pentanahan di sekitar elektroda pentanahan yang ditanahkan 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. Zat aditif yang dapat digunakan untuk menurunkan nilai tahanan jenis tanah ada bermacam-macam yaitu *sodium klorida* (NaCl), *magnesium* (Mg), *copper sulfate* (CuSO₄.H₂O), dan *calcium chloride* (CaCl₂). Penelitian ini menggunakan gipsum (*calcium sulfate dyhydrate*) sebagai zat aditif. Gipsum digunakan sebagai zat aditif untuk menurunkan tahanan jenis tanah karena mampu menyerap air dan memperbaiki struktur tanah.

Penelitian ini melakukan eksperimen penambahan gipsum sebagai zat aditif pada tanah. Gipsum yang ditambahkan ke dalam tanah divariasikan menjadi empat variasi yaitu gipsum tanpa dicampur dengan tanah, dan gipsum bercampur tanah dengan komposisi 75% gipsum bercampur 25% tanah, 50% gipsum bercampur 50% tanah dan 25% gipsum bercampur 75% tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh penambahan variasi zat aditif gipsum 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.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan pengujian terhadap nilai tahanan pentanahan (R) dengan penambahan gipsum.
2. Menganalisis pengaruh penambahan zat aditif berupa gipsum terhadap nilai tahanan pentanahan (R).
3. Menganalisis komposisi campuran gipsum dengan tanah yang paling baik untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan (R).

C. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah nilai tahanan pentanahan dengan perlakuan penambahan gipsum sebagai zat aditif dapat mengalami penurunan dan mendapatkan komposisi variasi penambahan gipsum yang tepat agar dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan.

D. Rumusan Masalah

Sistem pentanahan yang baik harus memiliki nilai tahanan pentanahan yang rendah ($\leq 5 \text{ ohm}$), namun tidak semua tanah yang akan digunakan sebagai tanah pentanahan memiliki tahanan tanah yang rendah. Nilai tahanan pentanahan ini dipengaruhi oleh nilai tahanan jenis tanah. Terdapat beberapa cara untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan yaitu dengan memodifikasi elektroda pentanahan dan dengan menambahkan zat kimia. Pada penelitian ini untuk menurunkan nilai tahanan jenis tanah dilakukan dengan penambahan zat kimia sebagai zat aditif ke dalam tanah. Zat kimia yang

digunakan adalah gipsum. Gipsum yang digunakan dalam penelitian ini divariasikan dengan pencampuran tanah.

E. Batasan Masalah

Untuk membatasi pokok persoalan maka diperlukan batasan masalah antara lain :

1. Jenis tanah yang digunakan sebagai tempat pengukuran tahanan pentanahan adalah jenis tanah yang sama.
2. Pengukuran tahanan tanah digunakan dengan elektroda batang tunggal dengan panjang 1 meter dan diameter 12 milimeter.
3. Tidak memvariasikan kedalaman dan diameter lubang pentanahan.

F. Hipotesis

Penambahan gipsum pada tanah pentanahan dapat menurunkan tahanan jenis tanah. Gipsum dapat menyerap air dan memperbaiki struktur tanah di mana hal tersebut baik untuk tanah pentanahan. Tahanan jenis dengan penambahan gipsum sebagai zat aditif pada tanah pentanahan akan lebih baik dibandingkan tahanan jenis dengan penambahan gipsum yang bercampur dengan tanah.

G. Sistematika Penulisan

Terdapat lima bab dalam penulisan Tugas Akhir ini dengan perincian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tugas akhir secara umum, berisi latar belakang, tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah, perumusan masalah, hipotesis dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang teori dasar yang berhubungan dengan pengujian, serta penelitian-penelitian terdahulu yang sudah pernah dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian, diantaranya waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, serta metode penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian yang berisi hasil dari pengujian dan analisa hasil pengujian tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang suatu kesimpulan yang diperoleh dari pengujian, serta saran-saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan merupakan salah satu faktor penting dalam usaha pengamanan (perlindungan) pada sistem tenaga listrik ketika terjadi gangguan yang disebabkan oleh arus dan tegangan lebih. Sistem pentanahan didesain dengan tujuan menyediakan jalur arus gangguan ke tanah dengan cara menghubungkan titik tertentu dari sumber listrik (seperti titik netral dari sumber tiga fasa), melindungi manusia dari bahaya tegangan lebih dan menyediakan jalur impedansi yang rendah ketika terjadi lonjakan arus surja yang disebabkan fenomena atmosfer ataupun fenomena gangguan listrik ke tanah. Sistem pentanahan harus mampu memastikan tidak adanya kerusakan peralatan listrik yang sensitif terhadap gangguan listrik^[1].

Sistem pentanahan yang andal adalah sistem pentanahan yang memiliki nilai tahanan pentanahan yang rendah. Tahanan pentanahan untuk jaringan saluran udara tidak boleh melebihi 5 ohm, namun untuk daerah dengan tahanan jenis tanah yang sangat tinggi boleh mencapai 10 ohm. Sedangkan tahanan pentanahan dari satu atau beberapa elektroda bumi di sekitar sumber listrik atau transformator tidak boleh melebihi 10 ohm, namun untuk daerah dengan tahanan jenis tanah yang tinggi boleh mencapai 20 ohm^[2].

B. Bagian Yang Ditanahkan^[3]

Bagian-bagian penting yang harus ditanahkan dalam perancangan sistem pentanahan yaitu:

1. Kawat petir yang terletak pada bagian paling atas dari saluran transmisi.
Pada saat terjadi sambaran petir, petir akan menyambar kawat petir dan kemudian muatan dari sambaran petir akan dibuang ke dalam tanah.
2. Peralatan listrik yang tidak dialiri listrik namun apabila terjadi gangguan, peralatan listrik tersebut dapat dialiri arus listrik
3. Titik netral dari sebuah transformator maupun generator.
4. Bagian bawah arrester (bagian pembuangan muatan listrik). Hal ini dilakukan agar arrester dapat mengalirkan arus gangguan ke dalam tanah.

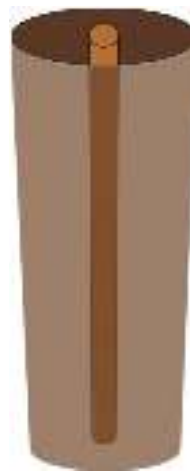
C. Jenis-Jenis Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan merupakan bagian yang kontak langsung dengan tanah dan elektroda ini ditanam di dalam tanah sehingga arus dapat dialirkan dan tersebar di dalam tanah melalui elektroda pentanahan. Arus gangguan yang terjadi mengakibatkan gradien tegangan antara peralatan dengan permukaan tanah itu sendiri. Besarnya gradien tegangan pada permukaan tanah dipengaruhi oleh tahanan jenis tanah. Jenis-jenis elektroda pentanahan yang dikenal dalam sistem pentanahan adalah sebagai berikut^[2]:

1. Elektroda Batang

Elektroda batang adalah elektroda yang terbuat dari logam atau dari besi berlapis tembaga yang ditanam di dalam tanah dan salah satu ujungnya lancip serta dilengkapi dengan klem dan baut klem yang mampu menjepit

penghantar. Dalam penggunaannya, jumlah dan ukuran elektroda dapat dipilih dan disesuaikan dengan nilai resistansi pentanahan yang diinginkan^[4]. Jika membutuhkan nilai resistansi yang lebih rendah maka dapat dilakukan hubungan paralel dari beberapa batang elektroda. Elektroda jenis ini banyak digunakan pada gardu induk^[3]. Elektroda batang dimasukkan tegak lurus ke dalam tanah dan panjangnya disesuaikan dengan resistansi pembumian yang diperlukan. Resistansi pembumiannya sebagian besar bergantung pada panjang dan ukuran penampangnya. Jika beberapa elektroda diperlukan untuk memperoleh resistansi pembumian yang rendah, jarak antara elektroda satu dengan yang lainnya harus dua kali panjang elektroda tersebut^[2].

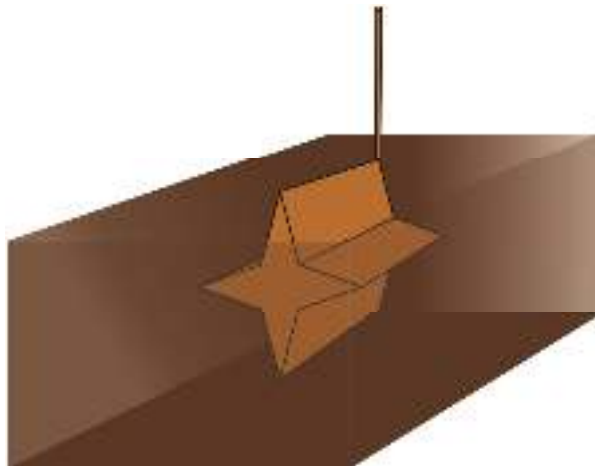


Gambar 2.1 Elektroda Batang

2. Elektroda Pita

Elektroda pita merupakan elektroda dengan bentuk seperti pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Penelitian yang dilakukan oleh Sonia Tomaskovicova

(2016) mengatakan bahwa penanaman menggunakan elektroda pita sulit dilakukan apabila mendapati lapisan-lapisan tanah yang berbatu, di samping sulit penanamannya, untuk mendapatkan nilai tahanan yang rendah juga sangat sulit. Elektroda pita ini ternyata dapat ditanam secara mendatar (horizontal) dan dangkal. Elektroda ini dapat ditanam sebagai pita lurus, radial, melingkar atau kombinasi dari bentuk tersebut^[5].

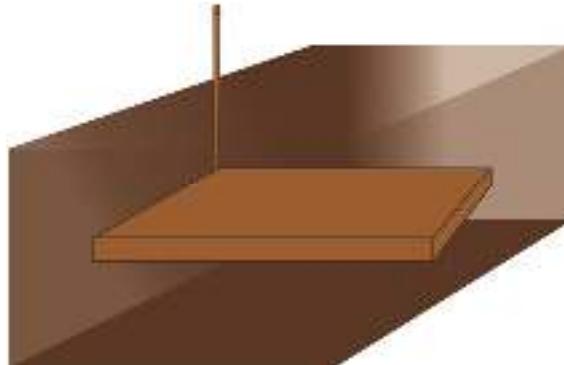


Gambar 2.2 Elektroda Pita

3. Elektroda Plat

Elektroda plat ditanam di dalam tanah dengan posisi tegak lurus. Luas plat yang harus dipergunakan tergantung dari besarnya resistansi pentanahan yang diinginkan dan pada umumnya cukup memadai dengan ukuran panjang 1 meter dan lebar 0,5 meter. Sisi atas dari elektroda plat harus terletak minimal 1 meter di bawah permukaan tanah. Satu lembar elektroda plat sudah cukup memadai untuk dipergunakan, namun jika dilakukan hubungan paralel dari beberapa elektroda plat maka jarak sekurang-kurangnya antar elektroda 3 meter. Elektroda plat memiliki kekurangan yaitu untuk memperoleh tahanan tanah yang sama, elektroda

plat membutuhkan bahan yang lebih banyak dibandingkan elektroda batang dan elektroda pita^[2].



Gambar 2.3 Elektroda Plat

D. Tahanan Jenis Tanah (ρ)

Tahanan jenis tanah (ρ) sangat menentukan nilai tahanan pentanahan (R) dari elektroda pentanahan yang diukur, sehingga perlu dilakukan pengukuran tahanan jenis tanah sebelum merancang sistem pentanahan. Tahanan jenis tanah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut^[1]:

$$\rho = 2\pi S R_t \dots\dots\dots (2.3)$$

di mana: ρ = Tahanan jenis tanah (ohm.meter)
 π = 3,14 atau (22/7)
 S = Jarak antara batang elektroda yang terdekat (m)
 R = Tahanan tanah terukur (ohm)

Penelitian yang dilakukan oleh Blattner (1980) tentang memprediksi nilai tahanan tanah dengan kedalaman elektroda menyatakan bahwa untuk memperoleh harga tahanan jenis tanah yang akurat diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak

sederhana seperti yang diperkirakan. Pada suatu lokasi tertentu sering dijumpai beberapa jenis tanah dengan tahanan jenis yang berbeda-beda (*non uniform*)^[4].

Tabel 2.1 Tahanan jenis tanah^[2]

No.	Jenis Tanah	Tahanan jenis tanah ($\Omega.m$)
1	Tanah Rawa	30
2	Tanah Pertanian	100
3	Pasir Basah	200
4	Kerikil Basah	500
5	Kerikil Kering	1000
6	Tanah Berbatu	3000

E. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tahanan Jenis Tanah^[1]

Nilai dari tahanan jenis tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah:

1. Kadar garam dalam tanah (Salinitas)

Kandungan zat terlarut dalam tanah sangat mempengaruhi nilai tahanan jenis tanah. Tanah dengan kandungan garam yang tinggi akan memiliki tahanan jenis yang rendah. Tanah dengan tahanan jenis (ρ) tanah yang tinggi dapat diturunkan tahanan jenisnya dengan penambahan garam pada tanah tersebut

2. Kelembaban tanah (*Moisture*)

Kelembaban tanah juga berpengaruh terhadap nilai tahanan jenis tanah. Kelembaban tanah dipengaruhi oleh kadar air pada lapisan tanah, semakin tinggi kadar air di dalam tanah maka kelembaban tanah akan semakin tinggi. Kelembaban tanah dapat bervariasi sepanjang musim, oleh karena

itu, perlu memperhatikan kedalaman elektroda ketika akan membuat sistem pentanahan.

3. Pengaruh Temperatur

Pengaruh temperatur pada tahanan jenis tanah sangat kecil sekali pada kondisi di atas titik beku air (0°C), sedangkan untuk kondisi di bawah titik beku tahanan jenis tanah bertambah besar. Hal ini dikarenakan pada temperatur di bawah titik beku molekul-molekul air di dalam tanah sulit untuk bergerak sehingga daya hantar listrik tanah menjadi sangat rendah. Temperatur yang tinggi menyebabkan kebekuan tersebut menjadi cair sehingga molekul-molekul dan ion-ion bebas bergerak sehingga daya hantar listrik tanah menjadi besar atau tahanan jenis tanah akan turun. Temperatur tanah juga dipengaruhi oleh musim lingkungan tersebut.

4. Kepadatan Tanah (Struktur Tanah)

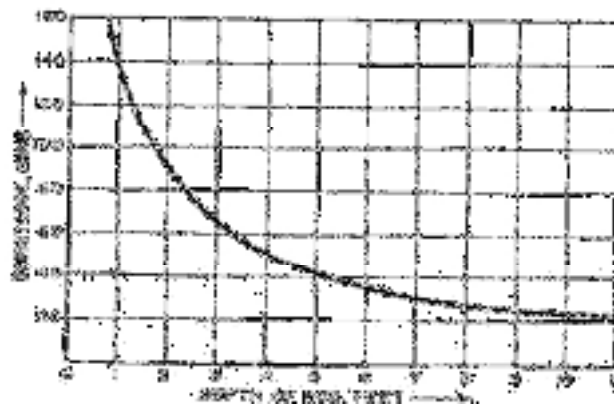
Tingkat kepadatan pada tanah mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyimpan air. Tanah dengan lapisan tanah yang padat akan memiliki tahanan jenis yang tinggi.

F. Perbaikan Nilai Tahanan Pentanahan (R)

Nilai tahanan jenis tanah perlu diketahui ketika akan merancang sistem pentanahan. Apabila harga tahanan jenis tanah yang terukur nilainya besar, perlu adanya perbaikan pada pentanahan. Perbaikan nilai tahanan jenis tanah dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut^[6]:

1. Memperbesar ukuran elektroda yang digunakan

Menanamkan elektroda pentanahan yang lebih panjang sehingga dapat ditanam lebih dalam ke dalam tanah akan menurunkan nilai resistansi. Secara umum, memperpanjang elektroda hingga dua kali ukurannya akan menurunkan resistansi sebesar 40 persen, namun memperbesar diameter elektroda tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai resistansi. Memperbesar diameter elektroda hingga dua kali ukurannya hanya menurunkan 10 persen nilai resistansi.



Gambar 2.4 Hubungan panjang elektroda dan nilai resistansi^[6]

Nilai resistansi dipengaruhi oleh panjang elektroda yang ditanam di dalam tanah. Grafik pada gambar 2.4 menunjukkan bahwa semakin panjang elektroda yang digunakan maka nilai tahanan pentanahannya akan semakin kecil.

2. Menanamkan beberapa elektroda secara paralel

Nilai tahanan tanah dapat juga diperbaiki dengan menggunakan dua atau lebih elektroda yang terhubung secara paralel. Dua elektroda dengan resistansi yang sama dan terhubung paralel dapat menurunkan nilai

tahanan tanah sebesar 40 persen. Tiga elektroda yang digunakan dapat menurunkan resistansi sebesar 60 persen dan empat elektroda yang digunakan dapat menurunkan resistansi sebesar 66 persen. Jarak antar elektroda yang terhubung paralel ini perlu juga diperhatikan. Sebagai contoh, dengan menggunakan 2 buah elektroda terhubung paralel dengan jarak 3 meter dapat menurunkan nilai resistansi sebesar 40 persen. Jika jarak antara dua elektroda yang terhubung paralel diperlebar hingga 20 persen akan menurunkan nilai resistansi hingga 50 persen.

3. Memperbaiki kandungan kimia tanah

Perbaikan pada tanah dengan menambahkan zat kimia merupakan cara yang efisien untuk memperbaiki nilai resistansi jenis tanah ketika metode lain (seperti memperpanjang ukuran elektroda) tidak dapat dilakukan. Zat kimia yang akan digunakan tidak boleh menyebabkan korosi yang dapat menurunkan kemampuan elektroda.

Penambahan zat kimia pada tanah bukanlah metode permanen dalam menurunkan nilai resistansi. Zat kimia dalam tanah dapat berkurang seiring berjalannya waktu yang disebabkan oleh air hujan dan meresap ke dalam tanah. Oleh karena itu perlu adanya pemeliharaan yang berkelanjutan terhadap kandungan zat kimia pada tanah tersebut.

G. Gypsum (*Kalsium Sulfate Dehydrate*)

Gypsum merupakan zat kimia yang mempunyai rumus $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Gypsum diklaim mengandung 50% hingga 95% CaSO_4 (*Kalsium Sulfate Dehydrate*) dan di dalam 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^[8].

Penelitian yang dilakukan oleh Tiara Pricylia (2013) menyebutkan bahwa gipsum memiliki sifat fisika sebagai berikut^[9]:

1. Sebagai mineral lunak yang berbentuk kristal monoklin, bersih, berwarna keabu-abuan, kekuning-kuningan, keputih-putihan sampai kebiru-biruan.
2. Kristal gipsum mudah dibelah
3. Kristal gipsum bersifat fleksibel namun tidak elastis
4. Kekerasan gipsum 1,5 – 2 skala mosh
5. Berat molekul 172,17 sma (satuan massa atom)
6. Titik leleh 128⁰ C (kehilangan 1,5 H₂O)
7. Titik didih 162⁰ C (kehilangan 2 H₂O)
8. Kelarutan dalam 100 gram air pada suhu 25⁰ C sebesar 0,24 gram
9. Tahan terhadap api

Gipsum 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 CaCO₃ dan membentuk gipsum. Gipsum adalah garam yang terlarut, *hydrous calcium sulphate* CaSO₄.2H₂O. Tingkat kelarutannya 2,6 gram dm⁻³ dalam air pada suhu 25⁰ 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^[10].

Tahanan jenis (ρ) 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^[11].

Erliza Yuniarti (2016) dalam penelitiannya yang berjudul *gypsum* sebagai *soil treatment* dalam mereduksi tahanan pentanahan di tanah ladang menyebutkan bahwa penggunaan gipsum sebagai zat aditif dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan. Gipsum yang digunakan dicampurkan dengan tanah. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu jumlah (banyaknya) gipsum yang dicampurkan dengan tanah galian sebagai zat aditif tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan nilai tahanan pentanahan^[7].

Bentuk dari gipsum dapat dilihat pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.5 Serbuk Gipsum

H. Penelitian Yang Pernah Dilakukan

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan untuk memperbaiki tahanan pentanahan diantaranya yaitu:

1. IGN Junardana, “Pengaruh umur pada beberapa volume zat aditif bentonit terhadap nilai tahanan pentanahan”, 2005. Penelitian ini menggunakan zat aditif bentonit untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan dan bertujuan untuk mengetahui pengaruh umur pada bentonit. Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan dengan memvariasikan jumlah bentonit yang ditanam bersama dengan elektroda pentanahan yaitu sebanyak 5 kg, 10 kg dan 15 kg. Hasil rata-rata tahanan pentanahan dengan penambahan bentonit sebanyak 5 kg selama 6 bulan adalah $3,25 \pm 0,27$ ohm. Nilai rata-rata tahanan pentanahan dengan penambahan 10 kg bentonit selama 6 bulan adalah $2,51 \pm 0,23$ ohm dan dengan penambahan 15 kg bentonit didapatkan nilai rata-rata nilai tahanan pentanahan sebesar $2,01 \pm 0,008$ ohm^[12].
2. Wiwik Purwati Widyaningsih, “Perbaikan tahanan pentanahan dengan menggunakan bentonit”, 2011. Penelitian ini menggunakan metode parit melingkar dengan cara memvariasikan kedalaman parit dan banyaknya bentonit yang ditanam di dalam parit. Hasil dari penelitian tersebut adalah semakin dalam batang elektroda ditanamkan dan semakin banyak jumlah bentonit yang di tanam bersama elektroda maka akan didapatkan nilai tahanan pentanahan yang semakin kecil^[13].
3. Siow Chun Lim et al, “*Characterizing of bentonite with chemical, physical and electrical perspectives for improvement of electrical*

grounding systems”, 2013. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia dari bentonit, mengetahui seberapa besar daya serap bentonit, kemampuan mengembang dari bentonit dan tahanan jenis dari bentonit. Penelitian ini menggunakan 3 sampel bentonit yang diimpor dari Indonesia dan 2 sampel lain dari Pakistan. Bentonit dari Indonesia merupakan Ca-Bentonit dan 2 sampel dari Pakistan tidak diketahui jenisnya. Dua sampel dari Pakistan diberi nama B1 dan B2 dan bentonit dari Indonesia diberi nama B3. Melalui penelitian ini, 2 sampel B1 dan B2 diketahui merupakan Na-Bentonit. Daya serap sampel B1 sebanyak 220%. Nilai tahanan jenis bentonit yang didapatkan pada sampel B3 merupakan nilai tahanan jenis yang paling tinggi dari ketiga sampel yang digunakan dalam penelitian^[14].

4. Devy Andini, “Perbaikan tahanan pentanahan dengan menggunakan bentonit teraktivasi”, 2015. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan perubahan besar tahanan pentanahan dengan penambahan bentonit murni dan juga dengan penambahan bentonit yang sudah diaktivasi dengan asam sulfat (H_2SO_4). Penelitian ini memvariasikan jumlah bentonit dengan massa 2 kg, 3 kg, 4 kg dan 5 kg. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa tahanan pentanahan dengan penambahan bentonit teraktivasi lebih kecil dibandingkan dengan penambahan bentonit yang belum diaktivasi^[15].
5. Jefrianto Simamora, “Perbaikan tahanan pentanahan dengan menggunakan bentonit”, 2015. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bentonit terhadap tahanan pentanahan. Bentonit

yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentonit tanpa aktivasi dan juga bentonit yang diaktivasi dengan H_2SO_4 . Peneliti memvariasikan konsentrasi H_2SO_4 yang digunakan untuk aktivasi bentonit dengan variasi 0,8 molar, 1 molar dan 1,2 molar. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa nilai tahanan pentanahan dengan penambahan bentonit teraktivasi 1,2 molar adalah yang terkecil dibandingkan tahanan pentanahan dengan percobaan lainnya^[16].

6. Daniel Fransisco Sinaga, “Perbaikan nilai tahanan pentanahan dengan pemberian zat aditif pada tanah pentanahan”, 2011. Penelitian ini membandingkan nilai tahanan tanah dengan penambahan zat aditif berupa bentonit, zeolit dan serbuk arang. Masing-masing zat aditif yang ditambahkan ke dalam tanah divariasikan berdasarkan jumlah volume atau ketinggian dari lubang pentanahan yaitu sebesar 40 cm, 80 cm dan 120 cm. Hasil penelitian ini yaitu semakin dalam elektroda ditanam di dalam tanah dan semakin besar volume zat aditif yang mengalami kontak langsung dengan elektroda maka nilai tahanan pentanahan akan semakin baik. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata tahanan pentanahan pada kedalaman 40 cm, tahanan pentanahan (R) rata-rata dari bentonit sebesar 66,5 ohm, serbuk arang sebesar 70 ohm, zeolit 65,5 ohm. R rata-rata bentonit sebesar 48 ohm, serbuk arang sebesar 52,5 ohm dan zeolit 47,5 ohm pada kedalaman 80 cm. R rata-rata bentonit sebesar 30,6 ohm, serbuk arang 30,1 ohm dan zeolit sebesar 28,55 ohm pada kedalaman 120 cm^[17].

7. Abdul Ghani, “Pengaruh penambahan gipsum terhadap nilai tahanan pentanahan pada sistem pentanahan”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan gipsum terhadap nilai tahanan pentanahan pada sistem pentanahan dan membandingkan dengan hasil laporan pengaruh penambahan garam pada sistem pentanahan. Penelitian ini menggunakan tanah yang dicampur dengan larutan gipsum dan elektroda pentanahan yang digunakan ada 2 jenis yaitu elektroda batang dan elektroda plat. Metode yang digunakan untuk mengukur nilai tahanan pentanahan adalah metode tiga titik dengan memvariasikan kedalaman elektroda bantu antara 20 cm sampai dengan 100 cm dengan kenaikan 10 cm. Nilai tahanan pentanahan dengan penambahan larutan gipsum pada elektroda plat didapatkan hasil yang paling kecil yaitu dengan variasi kedalaman 100 cm, tahanan pentanahan yang terukur sebesar 1,78 ohm^[18].

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini akan menganalisis pengaruh variasi penambahan gipsium ke dalam tanah terhadap nilai tahanan pentanahan. Zat aditif yang digunakan dalam penelitian ini divariasikan dengan penambahan tanah. Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah nilai tahanan pentanahan pada setiap lubang. Metode analisis yang digunakan adalah dengan statistik dan dilakukan dengan deskriptif

B. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro untuk proses studi literatur dan untuk proses pengujian dilakukan pada tanah di sekitar Laboratorium Teknik Elektro. Penelitian ini dilakukan dari bulan Desember 2016 sampai Januari 2017.

C. Alat dan Bahan

Beberapa alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- a. Batang elektroda pentanahan yang terbuat dari besi berlapis tembaga sebanyak 5 batang dengan panjang 1 meter dan diameter 12 milimeter.
- b. Satu set alat ukur tahanan pentanahan yaitu *Earth Resistance Tester* merk kyoritsu dengan model 4105A, 2 buah pasak besi dan juga 3 buah kabel

beda warna yang digunakan untuk mengukur nilai pentanahan melalui batang elektroda pentanahan yang telah ditanam.

- c. Bor Biopori merupakan sebuah alat yang digunakan untuk membuat lubang pada tanah dengan cara memutar bor sampai kedalaman tertentu.
- d. Gypsum sebanyak ± 30 kg.
- e. Meteran digunakan untuk mengukur jarak pasak besi pada saat menggunakan *earth tester*.
- f. Cangkul, ember dan peralatan lainnya yang digunakan untuk penanaman batang pentanahan.

D. Metode Penelitian

Dalam penyelesaian tugas akhir ini ada beberapa langkah kerja yang dilakukan diantaranya :

1. Studi Literatur

Studi literatur ini yaitu pencarian informasi atau bahan materi baik dari buku, jurnal, maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini. Materi tersebut diantaranya mengenai:

- 1. Sistem Pentanahan
- 2. Gypsum

2. Pengumpulan Alat dan Bahan

Pengumpulan alat dan bahan dilakukan sebelum melakukan pengujian.

Alat dan bahan tersebut yaitu yang tertera pada sub bab 3.3. Setelah alat dan bahan terkumpul maka dilakukan tahapan selanjutnya.

3. Perancangan Pengujian

Sebelum dilakukan pengambilan data, maka diperlukan perancangan pengujian yaitu dengan membuat lubang pentanahan dan melakukan penanaman elektroda pentanahan.

1. Pembuatan Lubang Pentanahan

Pembuatan lubang pentanahan dilakukan agar terdapat ruang untuk mengisi zat aditif. Pembuatan lubang dibuat pada tanah dengan kedalaman 100 cm dan diameter 10 cm dengan menggunakan bor biopori. Tanah yang akan diuji dibuat 5 buah lubang dengan kedalaman dan diameter yang sama untuk pengujian tanpa penambahan zat aditif, penambahan 100% gipsum, penambahan 75% gipsum, penambahan 50% gipsum dan penambahan 25% gipsum.

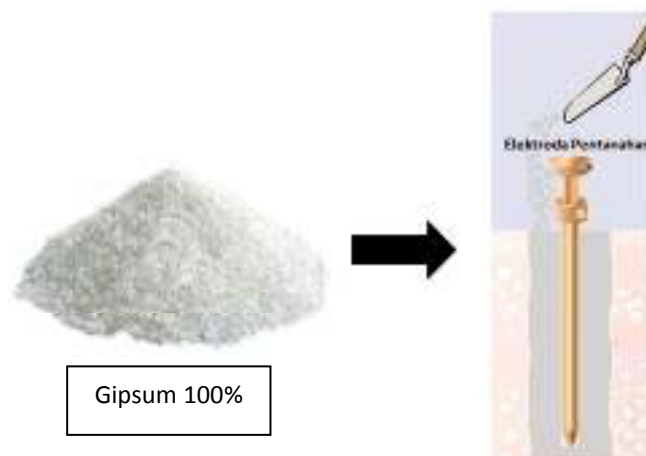
2. Penanaman batang elektroda pentanahan

Lubang pentanahan yang telah selesai dibuat, masing-masing lubang dimasukkan satu batang elektroda pentanahan. Lubang-lubang tersebut kemudian diisi dengan bahan yang berbeda. Lubang 1 tanpa penambahan zat aditif, lubang 2 dengan penambahan 100% gipsum, lubang 3 dengan penambahan 75% gipsum, lubang 4 dengan penambahan 50% gipsum, dan lubang 5 dengan penambahan 25% gipsum. Pengukuran nilai tahanan pentanahan dengan menggunakan *earth resistance tester* dapat dilakukan setelah pentanahan siap.



Gambar 3.1 Pengisian tanah ke lubang pentanahan

Gambar 3.1 merupakan ilustrasi penanaman elektroda pentanahan tanpa penambahan zat aditif. Elektroda pentanahan diletakkan di dalam lubang pentanahan dengan posisi elektroda berada di tengah-tengah lubang pentanahan. Tanah hasil pembuatan lubang pentanahan dimasukkan ke dalam lubang pentanahan. Lubang pentanahan yang telah diisi dengan elektroda pentanahan dan tanah ini sudah siap dan dapat diukur tahanan pentanahannya.



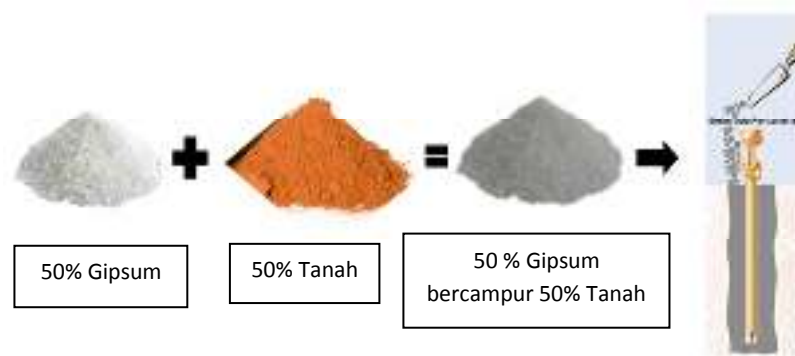
Gambar 3.2 Pengisian 100% gipsum ke lubang pentanahan

Penambahan 100 % gipsium pada lubang pentanahan diperlihatkan pada gambar 3.2. Tanah yang akan digunakan digali menggunakan bor biopori dengan diameter 10 centimeter dan dengan kedalaman 1 meter. Gipsium yang telah disiapkan, kemudian dimasukkan ke dalam lubang pentanahan hingga lubang pentanahan terisi penuh oleh gipsium tersebut dan elektroda pentanahan yang digunakan ditempatkan di tengah-tengah lubang pentanahan tersebut.



Gambar 3.3 Pengisian 75% gipsium ke lubang pentanahan

Penelitian tahanan pentanahan dengan variasi penambahan 75 persen gipsium terdapat dua langkah yang harus dilakukan sebelum elektroda pentanahan dapat diukur tahanan pentanahannya. Pertama yang dilakukan yaitu pencampuran gipsium sebanyak 75 persen dengan tanah sebanyak 25 persen. Alat yang digunakan untuk mencampurkan kedua bahan ini yaitu cangkul. Campuran bahan yang telah siap dimasukkan ke dalam lubang pentanahan yang telah disiapkan sebelumnya. Elektroda pentanahan lalu ditimbun campuran gipsium dan tanah dengan posisi elektroda yang terletak di tengah-tengah lubang pentanahan.



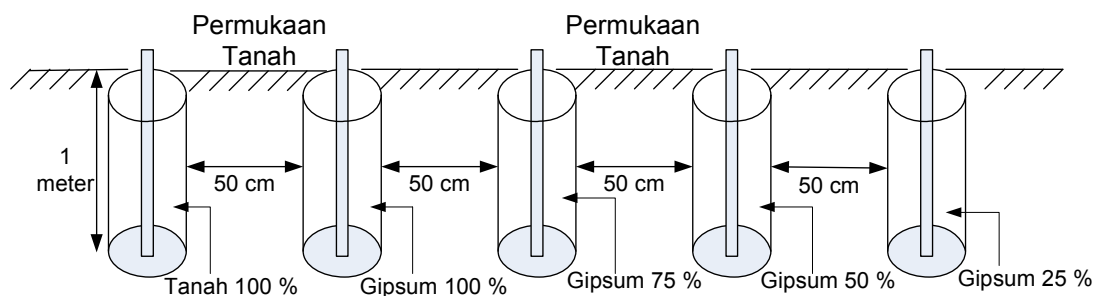
Gambar 3.4 Pengisian 50% gipsum ke lubang pentanahan

Penelitian tahanan pentanahan dengan variasi penambahan 50 persen gipsum terdapat dua langkah yang harus dilakukan sebelum elektroda pentanahan dapat diukur tahanan pentanahannya. Pertama yang dilakukan yaitu pencampuran gipsum sebanyak 50 persen dengan tanah sebanyak 50 persen. Alat yang digunakan untuk mencampurkan bahan zat aditif ini adalah cangkul. Campuran bahan yang telah siap dimasukkan ke dalam lubang pentanahan yang telah disiapkan sebelumnya. Elektroda pentanahan lalu ditimbun dengan campuran bahan dengan posisi elektroda yang terletak di tengah-tengah lubang pentanahan.



Gambar 3.5 Pengisian 25% gipsum ke lubang pentanahan

Penelitian tahanan pentanahan dengan variasi penambahan 25 persen gipsum terdapat dua langkah yang harus dilakukan sebelum elektroda pentanahan dapat diukur tahanan pentanahannya. Pertama yang dilakukan yaitu pencampuran gipsum sebanyak 25 persen dengan tanah sebanyak 75 persen. Alat yang digunakan untuk mencampurkan kedua bahan zat aditif ini adalah cangkul. Campuran bahan yang telah siap dimasukkan ke dalam lubang pentanahan yang telah disiapkan sebelumnya. Elektroda pentanahan lalu ditimbun dengan campuran bahan dengan posisi elektroda yang terletak di tengah-tengah lubang pentanahan.



Gambar 3.6 Kondisi Pengujian

Setiap lubang pentanahan yang dibuat pada penelitian ini diilustrasikan seperti pada gambar 3.6. 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 seperti pada gambar 3.1 sampai gambar 3.5. Pada penelitian ini, jarak antar elektroda dengan elektroda yang lainnya yaitu 50 centimeter.

4. Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan

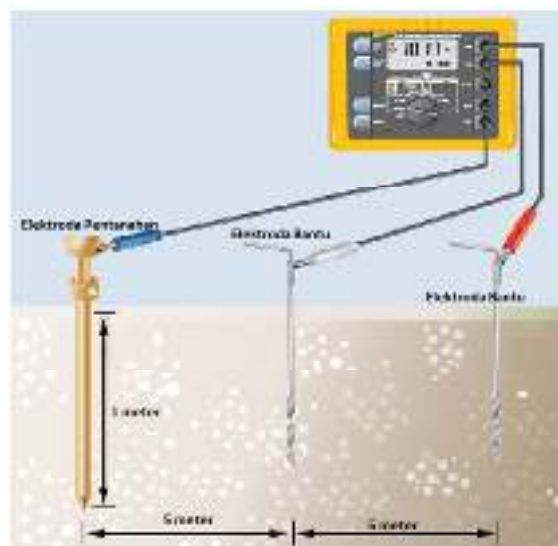
Pengukuran nilai tahanan pentanahan pada masing-masing lubang pentanahan dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Digital Earth Resistance Tester* merek Kyoritsu model 4105A dengan menggunakan metode 3 titik.

Pengukuran tahanan pentanahan pada tanah dilakukan dengan cara sebagai berikut :

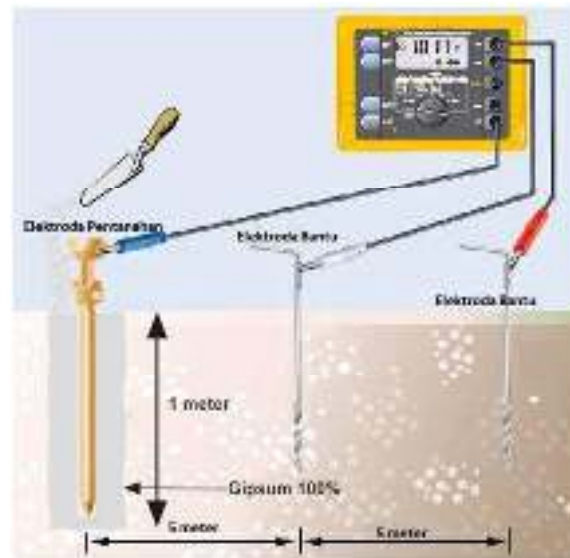
1. Menghubungkan panel berwarna hijau pada elektroda pentanahan yang akan di ukur, panel berwarna kuning pada elektroda bantu 1 dan panel berwarna merah pada elektroda bantu 2.
2. Elektroda pentanahan dan elektroda bantu harus satu garis.
3. Memastikan bahwa baterai masih layak pakai, baterai dapat dicek dengan cara melihat indikator baterai pada layar LCD. Baterai harus diganti apabila pada layar LCD muncul indikator baterai.
4. Mengukur tegangan tanah (*Earth voltage*) dengan cara sebagai berikut :
 - Set *selector switch* pada posisi *earth voltage*, besar tegangan Ev akan tampil pada layar LCD.
 - Bila $Ev \leq 10$ volt, pengukuran tahanan pentanahan dapat dilakukan.
 - Bila $Ev > 10$ volt, pengukuran tahanan pentanahan tidak dapat dilakukan.
 - Jarak elektroda E dan P memiliki jarak maksimal yang harus diperhatikan yaitu 5-10 meter.
5. Putar *selector switch* pada posisi 2000Ω , lalu tekan tombol *press to test* sambil memutar ke arah kanan sampai lampu indikator pengukuran

menyala dengan warna hijau. Putar *selector switch* pada posisi $200\ \Omega$ dan $20\ \Omega$ saat nilai resistansi semakin rendah. Nilai yang terbaca adalah nilai tahanan pentanahan yang diukur (R_p).

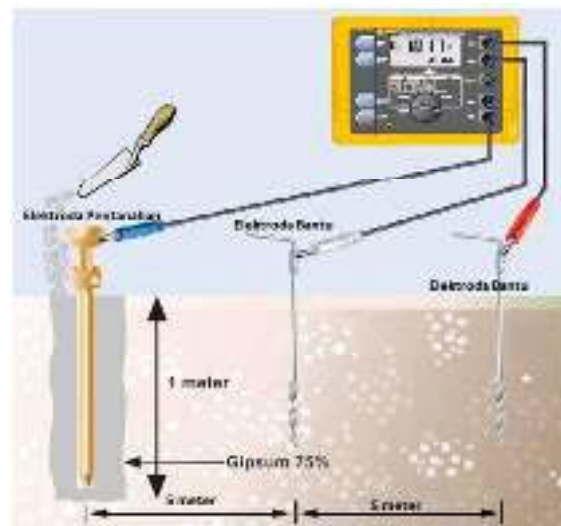
Pengukuran tahanan pentanahan untuk masing-masing pentanahan harus mengikuti petunjuk yang sesuai dengan alat ukur yang akan digunakan. Berikut ini adalah rangkaian skematik pengukuran nilai tahanan pentanahan pada masing-masing pengujian:



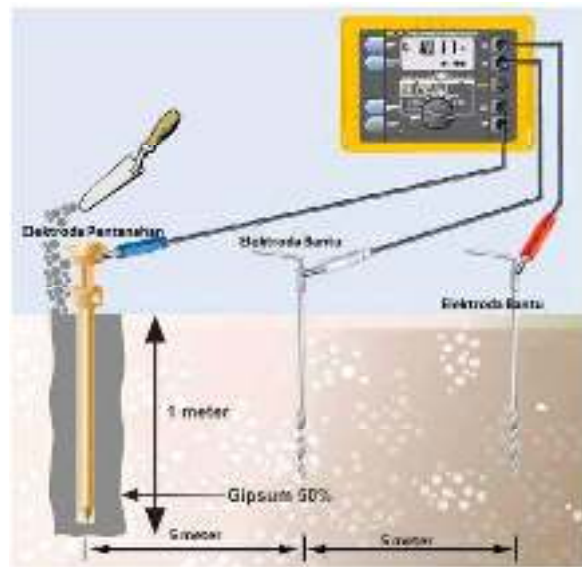
Gambar 3.7 Skematik pengukuran tanpa penambahan zat aditif



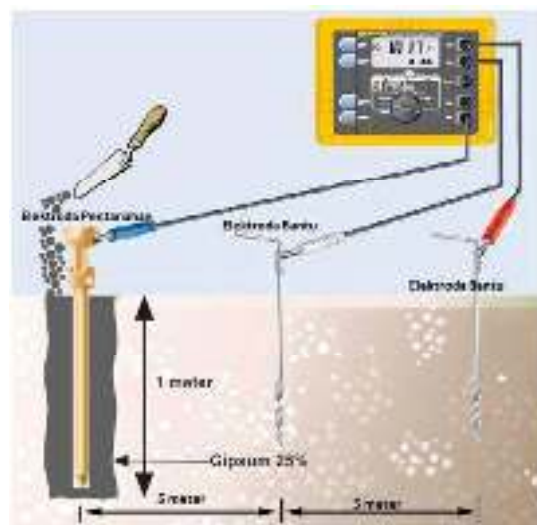
Gambar 3.8 Skematik pengukuran dengan penambahan gipsum 100%



Gambar 3.9 Skematik pengukuran dengan penambahan gipsum 75%



Gambar 3.10 Skematik pengukuran dengan penambahan gipsum 50%



Gambar 3.11 Skematik pengukuran dengan penambahan gipsum 25%

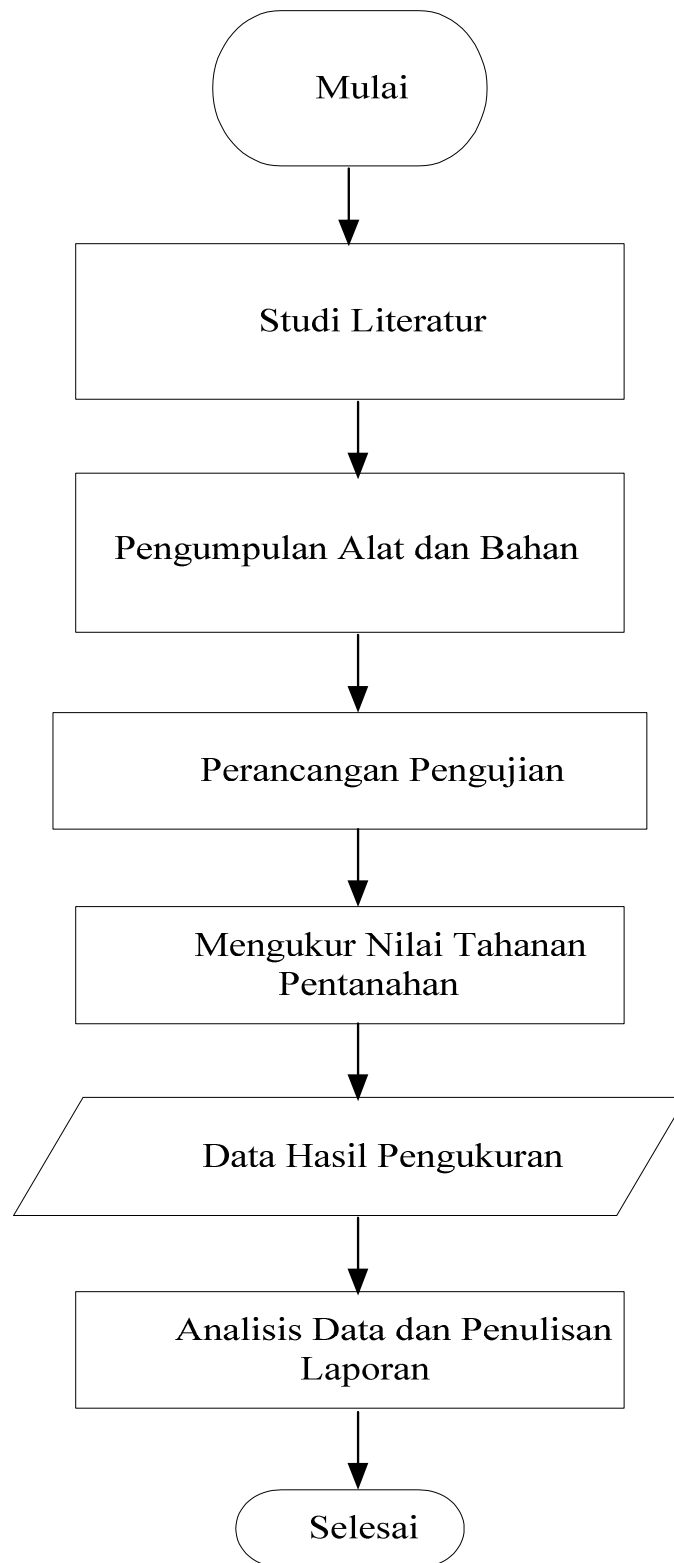
Pengukuran tahanan pentanahan dapat dilihat melalui gambar skematik pengukuran. Jarak elektroda pentanahan yang akan diukur adalah 5 meter dari jarak elektroda bantu yang pertama dan 10 meter dari elektroda bantu yang kedua. Pengukuran tahanan pentanahan dilakukan

dengan cara menghubungkan terminal E (*Earth*) pada *earth tester* dengan elektroda pentanahan, terminal P (*Potensial*) pada *earth tester* dengan elektroda bantu yang pertama dan terminal C (*Curent*) pada *earth tester* dengan elektroda bantu yang kedua. Pengukuran nilai tahanan pentanahan dilakukan sebanyak 2 kali dalam sehari (pukul 08.00 dan 16.00) selama 30 hari berturut-turut.

5. Analisis Data

Data hasil pengukuran menggunakan *earth tester* dimasukkan ke dalam tabel dan kemudian diolah dengan menggunakan *microsoft office excel* sehingga diketahui:

1. Pengaruh penambahan gipsum terhadap perubahan nilai tahanan pentanahan.
2. Perbandingan tahanan pentanahan tanpa penambahan zat aditif, penambahan 100% gipsum, penambahan 75% gipsum, penambahan 50%, penambahan 25% gipsum.

E. Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.12 Diagram alir penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Setelah mendapatkan hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan berikut:

1. Penambahan gipsum sebagai zat aditif pada tanah dapat menurunkan nilai tahanan jenis tanah. Pada penelitian ini, Gipsum 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.

B. Saran

Penelitian lebih lanjut mengenai pentanahan dengan menggunakan gipsum sebaiknya dilakukan dengan memperhatikan saran berikut:

1. Penelitian lebih lanjut sebaiknya mengukur nilai tahanan jenis dan kelembaban dari zat aditif yang digunakan sehingga dapat diketahui faktor yang mempengaruhi nilai tahanan pentanahan.
2. Penelitian lebih lanjut sebaiknya dilakukan dengan waktu yang lebih panjang sampai didapatkan data hasil pengukuran tahanan pentanahan yang stabil dan tidak mengalami perubahan signifikan sehingga dapat diketahui nilai tahanan pentanahan yang sebenarnya.
3. Pengujian selanjutnya perlu dilakukan variasi diameter dan kedalaman lubang pentanahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Vijayaraghavan, M. Brown, dan M. Barnes, Practical Grounding, Bonding, Shielding and Surge Protection, London: IDC Technologies, 2004.
- [2] Badan Standarisasi Nasional, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000, Jakarta, 2000.
- [3] T.S. Hutaaruk, Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan, Jakarta: Erlangga, 1991.
- [4] C.J. Blattner, Prediction of Soil Resistivity and Ground Rod Resistance for Deep Ground Electrodes. IEEE Transaction on Power Apparatus and System. Vol-PAS-99. No. 5, pp.1758-1763, 1980.
- [5] S. Tomaskovicova, Effect of Electrode Shape on Grounding Resistance, Denmark, Technical University of Denmark, 2017.
- [6] Megger, A Practical Guide to Earth Resistance Testing, 2010.
- [7] E. Yuniarti, Gypsum sebagai Soil Treatment dalam Mereduksi Tahanan Pentanahan di Tanah Ladang, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2016*, Printed ISSN 2407-1806/Online e-ISSN 2460-8416, 2016.
- [8] U. Jones, Fertilizers and Soil Fertility Second Edition, Virginia: Reston Publishing Company, 1982.
- [9] T. Pricylia, Pabrik Kalsium Sulfat Anhidrat dari Gypsum Rock dengan Proses Kalsinasi, Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional Veteran, 2013.

- [10] Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Management of Gypsiferous Soils, Roma, 1990.
- [11] A.G. Maysounave, Geoelectrical Characterization of Sulfate Rocks, Barcelona: Universitat de Barcelona, 2011.
- [12] IGN Janardana, Pengaruh Umur pada Beberapa Volume Zat Aditif Bentonit terhadap Nilai Tahanan Pentanahan, Vol. 5, No.1, 2005.
- [13] W.P. Widyaningsih, Perbaikan Tahanan Pentanahan dengan Menggunakan Bentonit, Semarang, 2011.
- [14] S.C. Lim, et al., Characterizing of Bentonite with Chemical, Physical and Electrical Perspectives for Improvement of Electrical Grounding Systems, *International Journal Electrochem Science*, Vol. 8, pp 11429 – 11447, 2013.
- [15] D. Andini, Perbaikan Tahanan Pentanahan dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi, Bandar Lampung, 2015.
- [16] J. Simamora, Pengaruh Penambahan Asam Sulfat pada Bentonit untuk Penurunan Nilai Tahanan Pentanahan, Bandar Lampung, 2015.
- [17] D.F. Sinaga, Perbaikan Nilai Tahanan Pentanahan dengan Pemberian Zat Aditif pada Tanah Pentanahan, Bandar Lampung, 2011.
- [18] A. Ghani, Pengaruh Penambahan Gypsum terhadap Nilai Tahanan Pentanahan pada Sistem Pentanahan, Padang, 2013.