

**ANALISIS PENGARUH ZEOLIT DENGAN KOMBINASI
BENTONIT DAN GYPSUM TERHADAP NILAI TAHANAN
PENTANAHAN SISTEM *DRIVEN ROD***

(Skripsi)

Oleh

ANDHIKA WICAKSONO



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

ANALYSIS OF EFFECT OF ZEOLITE WITH COMBINATION OF BENTONIT AND GYPSUM TO THE VALUE OF RESISTANCE OF DRIVEN ROD SYSTEM

By

ANDHIKA WICAKSONO

The grounding system is a protection or protective system against over voltage surges to protect equipment connected to power sources and areas around the equipment. The purpose of grounding is to release lightning current or fault current into the earth in order to maintain the stability of the system and the security of electrical and building equipment. A good grounding system should have a low grounding resistance value ($<5\Omega$). In decreasing ground resistance should pay attention to several factors affecting the soil resistance are soil moisture, temperature, soil geological properties, and chemical composition in the soil. This study discusses the addition of additives to decrease ground resistance by adding zeolite additives combined with bentonite and gypsum. The composition of the additives mixtures are 50% zeolite + 50% bentonite, 50% zeolite + 50% gypsum and 50% bentonite + 50% gypsum. In this study, the electrode used is a single rod electrode. The purpose of this research is to analyze the effect of addition of additives, humidity and pH in reducing the value of ground resistance. The research results show that the resistance of grounding with additive is lower than that of grounding without additives. The addition of additives can reduce the value of grounding resistance up to 63% for zeolite + gypsum mixture, 45% for zeolite + bentonite and 60% for bentonite + gypsum. The highest moisture value of grounding is above 10% for the zeolite + bentonite . The highest acidity of mixture is 2.86 in mean value for the gypsum.

Keywords: grounding system, ground resistance, zeolite, bentonite, gypsum

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH ZEOLIT DENGAN KOMBINASI BENTONIT DAN GYPSUM TERHADAP NILAI TAHANAN PENTANAHAN SISTEM *DRIVEN ROD*

Oleh

ANDHIKA WICAKSONO

Sistem pentanahan adalah sistem proteksi atau pengamanan terhadap lonjakan tegangan berlebih untuk melindungi peralatan-peralatan yang terhubung pada sumber listrik maupun daerah disekitar peralatan. Tujuan pentanahan adalah untuk melepaskan arus petir atau arus gangguan ke dalam bumi agar dapat menjaga kestabilan sistem dan keamanan peralatan listrik dan bangunan. Sistem pentanahan yang baik harus memiliki nilai tahanan pentanahan yang rendah ($< 5\Omega$). Dalam menurunkan tahanan pentanahan harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi tahanan tanah yaitu kelembaban tanah, temperatur, sifat geologi tanah, dan komposisi zat kimia dalam tanah. Penelitian ini membahas tentang penambahan zat aditif untuk menurunkan tahanan pentanahan dengan menambahkan zat aditif zeolit terkombinasi bentonit dan gypsum. Komposisi dari campuran zat aditif yaitu sebesar zeolit 50% + bentonit 50%, zeolit 50% + gypsum 50% dan bentonit 50% + gypsum 50%. Dalam penelitian ini, elektroda yang digunakan adalah elektroda batang tunggal. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penambahan zat aditif, kelembaban dan pH dalam menurunkan nilai tahanan pentanahan.-Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahanan pentanahan dengan zat aditif lebih rendah daripada tahanan pentanahan tanpa zat aditif. Penambahan aditif dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan hingga 63% untuk campuran zeolit + gypsum, 45% untuk zeolit + bentonit dan 60% untuk bentonit + gypsum. Nilai kelembaban pentanahan tertinggi adalah di atas 10% untuk zeolit + bentonit. Keasaman tertinggi campuran adalah 2,86 dalam nilai rata-rata untuk gypsum.

Kata kunci: sistem pentanahan, tahanan pentanahan, zeolit, bentonit, gypsum

**ANALISIS PENGARUH ZEOLIT DENGAN KOMBINASI BENTONIT
DAN GYPSUM TERHADAP NILAI TAHANAN PENTANAHAN
SISTEM *DRIVEN ROD***

Oleh

ANDHIKA WICAKSONO

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGARUH ZEOLIT DENGAN
KOMBINASI BENTONIT DAN GYPSUM
TERHADAP NILAI TAHANAN PENTANAHAN
SISTEM *DRIVEN ROD***

Nama Mahasiswa : **Andhika Wicaksono**

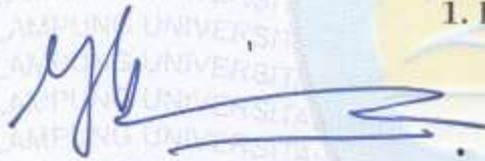
Nomor Pokok Mahasiswa : 1315031010

Program Studi : Teknik Elektro

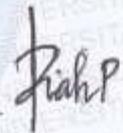
Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

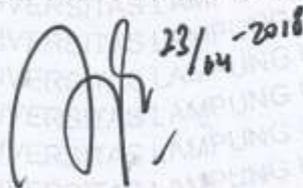


Dr. Henry B.H. Sitorus, S.T., M.T.
NIP 19721219 199903 1 002



Dr. Eng. Diah Permata, S.T., M.T.
NIP 19700528 199803 2 003

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro



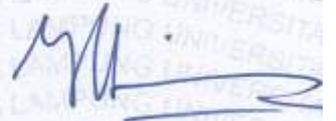
Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP 19731128 199903 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

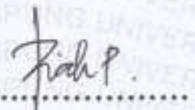
Ketua

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



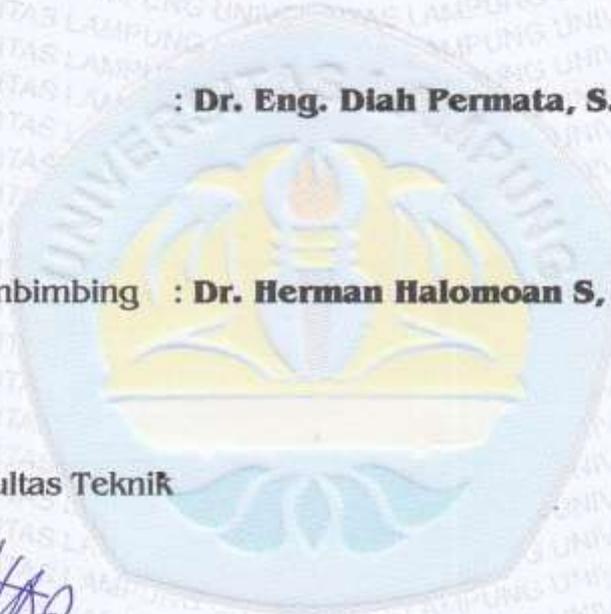
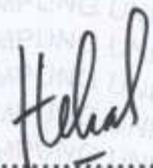
Sekretaris

: **Dr. Eng. Diah Permata, S.T., M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Herman Halomoan S, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



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

NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **15 Maret 2018**

SURAT PERNYATAAN

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

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

Bandar Lampung, 16 April 2018



Andhika Wicaksono
NPM. 1315031010

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Sidodadi, Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo, pada tanggal 19 November 1993, sebagai anak keempat dari empat bersaudara, dari Bapak Eddy Muhadi dan Ibu Maryati.

Riwayat pendidikan penulis dimulai dari Sekolah Dasar Negeri (SDN) Tanjungsari II, Kecamatan Taman pada tahun 2000 dan diselesaikan pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama Muhammadiyah (SMPM) 6 Krian dari tahun 2006 dan diselesaikan pada tahun 2009, dan Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Krian dari tahun 2009 dan diselesaikan pada tahun 2012.

Tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung melalui jalur Tertulis. Selama menjadi mahasiswa penulis terdaftar sebagai anggota organisasi intra kampus Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Universitas Lampung sebagai Anggota Divisi Penelitian dan Pengembangan HIMATRO periode 2014-2015, Kepala Bidang PSDA KOPMA Unila periode 2016-2017, Anggota Badan Pengawas KOPMA Unila periode 2017-2018. Pada Agustus 2016 penulis melaksanakan kerja praktik di PT. Lentera Angin Nusantara, dan membuat laporan tentang “*Analisis Karakteristik Bilah terhadap Daya Output pada TSD 500 Watt*”.

PERSEMBAHAN



Dengan Ridho Allah SWT, teriring shalawat kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi W assalam Karya tulis ini kupersembahkan untuk;

*Ayah dan Ibuku Tercinta
Eddy dan Maryati*

*Serta Kakakku Tersayang
Febryhandi, Novitasari dan Siska*

*Teman-teman kebanggaanku
Rekan-rekan Jurusan Teknik Elektro
Rekan-rekan Aktivistis Kopma Unila*

*Almamaterku
Universitas Lampung*

*Agamaku
Islam*

*Bangsa dan Negaraku
Republik Indonesia*

*Terima-kasih untuk semua yang telah diberikan kepadaku.
Jazzakallah Khairan.*



MOTTO

*"Tuhan tidak menuntut kita sukses,
Tuhan menyuruh kita berjuang tanpa henti"
(Emha Ainun Nadjib)*

*"Manjadda Wajadda (Barang siapa
yang bersungguh-sungguh pasti
berhasil."*

*"Angin tidak berhembus untuk
menggoyangkan pepohonan,
melainkan menguji kekuatan
akarnya"
(Ali Bin Abi Thalib)*

*"Kulihat masih banyak orang yang
pontang-panting nyari duit tanpa
tahu alamat duit. Alamat duit itu
Tuhan, cok. Jalan kesannya bernama
jalan cinta. Kendaraannya jiwa
pasrah"
(Sujiwo Tedjo)*



SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamiin, penulis menghaturkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.

Tugas akhir dengan judul **“ANALISIS PENGARUH ZEOLIT DENGAN KOMBINASI BENTONIT DAN GYPSUM TERHADAP NILAI TAHANAN PENTANAHAN SISTEM *DRIVEN ROD*”** ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam masa perkuliahan dan penelitian, penulis mendapat banyak hal baik berupa dukungan, semangat, motivasi dan banyak hal yang lainnya. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas ketetapanNya yang telah membuat ini semua terjadi.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing dalam akhlak dan rohani.
3. Ayahanda Edyy dan Ibunda Maryati Tiada terkira jasa yang kalian berikan, hanya doa dan sedikit usaha meraih prestasi sekarang dan kedepannya serta menyelesaikan kewajiban agar terpancar senyum bangga diwajah kalian yang sangat saya impikan.
4. Saudara/i tercinta beserta keluarga A'Febry, Mbak Novi, Mbak Siska, Soehandi's Family dan Pakde Suparman's Family yang selama ini telah memberikan kasih

sayang, semangat, doa, nasihat serta dukungan dalam segala aspek agar selalu istiqomah dalam menuntut ilmu.

5. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P. selaku Rektor Universitas Lampung.
6. Bapak Prof. Suharno, M.Sc, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
7. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T.,M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
8. Bapak Dr.Henry B.H. Sitorus, S.T.,M.T selaku pembimbing utama skripsi yang telah dengan sabar membimbing, memberikan ilmunya, motivasi dalam hidup dan arahnya disela-sela kesibukan beliau yang sangat padat.
9. Ibu Dr. Eng. Diah Permata, S.T., M.T. selaku pembimbing pendamping yang telah membimbing, memberi ilmunya, serta sarannya dalam individu menyusun penelitian ini.
10. Bapak Dr. Herman Halomoan S, S.T.,M.T selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan saran, krikitikan yang sangat membangun dalam penyusunan skripsi.
11. Segenap dosen dan pegawai di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang tak terlupakan oleh penulis.
12. Mbak Ning dan mas Daryanto yang telah memudahkan penulis dalam segi administrasi.
13. Kakak diskusi saya sekaligus pembimbing diluar dosen saudara Yeremia Luhur Wiyoto, S.T , Andreas Sinaga, S.T , Frian Daniel, S.T dan Mariyo Yoshua yang

menyempatkan waktunya disela-sela kesibukannya untuk berdiskusi dengan penulis.

14. Teman sebimbangan skripsi saudara Dian Armanda terimakasih atas semua jasa dan ilmunya, semoga langkah kita kedepan selalu dalam lindungan Allah SWT.
15. Teman seperjuangan dari awal kuliah sampai akhir saudara Rizki Hermawan, M.Ikbal A, Agung DS, Fikri, Hardy, Faris, Rendi, Venus, Yasin, Nanang, Nasrul dan lain-lain. Terimakasih atas semua jasa dan persahabatan karena Allah SWT.
16. Teman Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang seperti keluarga tanpa darah Mbak boy Meysaroh, atlit Ramon, sosialman Nuridin dan komandan Shindy yang selalu memberi semangat, dorongan dan teman canda tawa. Terimakasih atas semua jasa dan kebersamaan kalian, semoga kita sukses.
17. Teman-teman keluarga besar Elektro Angkatan 2013 terimakasih atas segala yang telah diberikan.
18. Keluarga besar Kopma Unila dan segenap pengurus (Kak ian, Gugun, Deo, Fajar, Kiki, Sepni, Ikhwan, Toni, Ikbal, Tyas, Tami, Bayu, Erin, Elen, Okvita, Arisandi,dan masih sangat banyak lagi yang telah banyak memberikan pelajaran hidup, kebersamaan, dan organisasi. Terimakasih banyak atas jasa dan ilmunya selama ini.
19. Tim Ihir : Terimakasih Deo renaldo dan Fajar wahyudi yang telah membuat keseriusan menjadi humor dan menyatukan yang telah hilang.
20. Teman-teman kosan Gunung Pesagi yang berbagi canda tawa dan tempat yang nyaman untuk tidur siang.
21. Calon teman hidupku (insyaallah) saudari Hanifah dalam susah maupun senang, suka dan duka masih setia bersamaku. *Thanks for everything honey.*

Penulis meminta maaf atas segala kesalahan dan ketidaksempurnaan dalam penyusunan tugas akhir ini. Saran dan kritik membangun sangat diharapkan penulis demi kebaikan di masa yang akan datang. Terimakasih.

Bandar Lampung, 16 April 2018

Penulis,

Andhika Wicaksono

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|---|----------|
| HALAMAN JUDUL | |
| LEMBAR PERNYATAAN | |
| LEMBAR PENGESAHAN | |
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | ii |
| HALAMAN PERSETUJUAN | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iv |
| RIWAYAT HIDUP | v |
| SURAT PERNYATAAN | vi |
| MOTTO | vii |
| PERSEMBAHAN | viii |
| SANWACANA | x |
| DAFTAR ISI | xiv |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| | |
| 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.3 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.5 Batasan Masalah | 5 |
| 1.6 Hipotesis | 5 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | 6 |
| | |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Sistem Pentanahan | 7 |
| 2.2 Elektroda Pentanahan | 8 |
| 2.2.1 Jenis-jenis Elektroda Pentanahan | 8 |
| 2.3 Model Penanaman Elektroda Pentanahan | 10 |
| 2.3.1 Sistem Pentanahan <i>Driven Rod</i> | 10 |
| 2.3.2 Sistem Pentanahan Counterpoise | 11 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.3 Pentanahan Grid | 12 |
| 2.4 Sistem Pentanahan dengan Elektroda Batang | 12 |
| 2.5 Sistem Penanaman <i>Driven Rod</i> | 14 |
| 2.6 Pengukuran Tahanan Pentanahan dengan Metode 3 Titik | 15 |
| 2.7 Tanah Pentanahan | 16 |
| 2.8 Tahanan Jenis Tanah | 16 |
| 2.9 Faktor yang Mempengaruhi Tahanan Jenis Tanah | 17 |
| 2.10 Syarat-syarat Sistem Pentanahan yang Efektif..... | 18 |
| 2.11 <i>Earth Tester</i> Kyoritsu 4105 A..... | 18 |
| 2.12 <i>Moisture Tester</i> ETP 306 | 19 |
| 2.13 Zeolit | 20 |
| 2.14 Bentonit | 22 |
| 2.15 Gypsum..... | 24 |
| 2.16 Pengukuran Tahanan Jenis Zat Aditif | 25 |
| 2.17 Pengukuran Intensitas Hujan..... | 26 |
| 2.18 Penelitian yang Pernah Dilakukan | 27 |
| III. METODELOGI PENELITIAN..... | 30 |
| 3.1 Tempat dan Waktu..... | 30 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 30 |
| 3.3 Metode Pelaksanaan Penelitian | 32 |
| 3.3.1 Studi Literatur | 32 |
| 3.3.2 Pengumpulan Alat dan Bahan..... | 32 |
| 3.3.3 Pengukuran Tahanan Jenis Zat Aditif | 32 |
| 3.3.4 Perancangan Pengujian Tahanan Pentanahan | 33 |
| 3.3.5 Pengukuran Kelembaban dan pH Tanah..... | 34 |
| 3.3.6 Pengukuran Intensitas Hujan..... | 35 |
| 3.4 Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan | 36 |
| 3.5 Diagram Alir..... | 39 |
| IV. HASIL PENELITIAN | 40 |
| 4.1 Data Pengukuran Tahanan Jenis Zat Aditif dan Elektroda Batang | 41 |
| 4.1.1 Pengukuran Tahanan Jenis Zat Aditif | 41 |
| 4.1.2 Pengukuran Tahanan Elektroda Batang | 44 |
| 4.2 Data Pengukuran Tahanan Pentanahan | 45 |
| 4.2.1 Data Pengukuran Tahanan Pentanahan Zeolit 100% | 45 |
| 4.2.2 Data Pengukuran Tahanan Pentanahan Bentonit 100% .. | 48 |

| | |
|---|----|
| 4.2.3 Data Pengukuran Tahanan Pentanahan Gypsum 100% .. | 50 |
| 4.2.4 Data Pengukuran Tahanan Pentanahan Zeolit 50% + Bentonit 50% | 53 |
| 4.2.5 Data Pengukuran Tahanan Pentanahan Zeolit 50% + Gypsum 50% | 56 |
| 4.2.6 Data Pengukuran Tahanan Pentanahan Bentonit 50% + Gypsum 50% | 59 |
| 4.3 Analisis Data | 62 |
| 4.3.1 Analisis Tahanan Pentanahan | 62 |
| 4.3.2 Analisis Hubungan Tahanan Jenis Terhadap Tahanan Pentanahan | 66 |
| 4.3.3 Analisis Hubungan Intensitas Hujan dengan Kelembaban Zat Aditif..... | 68 |
| 4.3.4 Analisis Pengaruh pH..... | 71 |
| 4.3.5 Persentase Perubahan Tahanan Pentanahan | 74 |
| 4.3.6 Analisis Tahanan Pentanahan Campuran Zat Aditif Zeolit dengan Gypsum | 75 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| a. Kesimpulan..... | 76 |
| b. Saran..... | 77 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|----------------|
| Gambar 2.1 Elektroda Pita | 8 |
| Gambar 2.2 Elektroda Batang | 9 |
| Gambar 2.3 Elektroda Pelat | 10 |
| Gambar 2.4 Sistem Pentanahan <i>Driven Rod</i> | 11 |
| Gambar 2.5 Sistem Pentanahan Counterpoise Melingkar | 11 |
| Gambar 2.6 Sistem Pentanahan Grid | 12 |
| Gambar 2.7 Arus Radial yang Mengalir di dalam Elektroda dan Batang..... | 14 |
| Gambar 2.8 Rangkaian Metode Tiga Titik | 15 |
| Gambar 2.9 <i>Earth Tester</i> Model 4105 A | 18 |
| Gambar 2.10 <i>Moisture Tester</i> ETP 306 | 19 |
| Gambar 3.1 Pengukuran Tahanan Volume | 33 |
| Gambar 3.2 Perancangan Pengujian Zat Aditif..... | 34 |
| Gambar 3.3 Skema Pengukuran Kelembaban Tanah dan pH Tanah..... | 35 |
| Gambar 3.4 Skema Pengukuran Intensitas Hujan..... | 36 |
| Gambar 3.5 Rangkaian Pengukuran Metode Tiga Titik pada <i>Earth Tester</i> 4105 A..... | 37 |
| Gambar 3.6 Skematik Rangkaian Tanpa Zat Aditif..... | 38 |
| Gambar 3.7 Skematik Rangkaian Menggunakan Zat Aditif..... | 38 |
| Gambar 3.8 Diagram Alir Penelitian | 39 |
| Gambar 4.1 Grafik Data Perbandingan Data Pengukuran Tahanan Pentanahan pada Semua Jenis Zat Aditif..... | 65 |
| Gambar 4.2 Grafik Hubungan Intensitas Hujan Terhadap Kelembaban Tanah..... | 70 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.3 Grafik Tingkat pH Sistem Pentanahan Menggunakan Zat Aditif..... | 73 |
| Gambar 4.4 Grafik Hubungan Tahanan Pentanahan dan Kelembaban Zeolit+Gypsum dengan Intensitas Hujan | 78 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 2.1 Data Dimensi Standar untuk Elektroda Batang | 13 |
| Tabel 2.2 Standar Luas Penampang Minimum pada Batang Elektroda dengan Sistem Pentanahan | 13 |
| Tabel 2.3 Tahanan Jenis Tanah | 17 |
| Tabel 2.4 Spesifikasi <i>Earth Tester</i> 4105 A | 19 |
| Tabel 4.1 Data Pengukuran Arus Zat Aditif dan Tanah..... | 41 |
| Tabel 4.2 Data Perhitungan Tahanan Zat Aditif dan Tanah | 42 |
| Tabel 4.3 Data Perhitungan Tahanan Jenis Zat Aditif dan Tanah | 43 |
| Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Pentanahan antara Penambahan Zat Aditif Zeolit dan Tanah | 45 |
| Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Pentanahan antara Penambahan Zat Aditif Bentonit dan Tanah..... | 48 |
| Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Pentanahan antara Penambahan Zat Aditif Gypsum dan Tanah..... | 50 |
| Tabel 4.7 Perbandingan Nilai Pentanahan antara Penambahan Zat Aditif Zeolit + Bentonit dan Tanah | 53 |
| Tabel 4.8 Perbandingan Nilai Pentanahan antara Penambahan Zat Aditif Zeolit+ Gypsum dan Tanah..... | 56 |
| Tabel 4.9 Perbandingan Nilai Pentanahan antara Penambahan Zat Aditif Bentonit + Gypsum dan Tanah | 59 |
| Tabel 4.10 Perbandingan Data Pengukuran Tahanan Pentanahan pada Sistem Pentanahan yang Diberikan Zat Aditif | 62 |
| Tabel 4.11 Persentase Penurunan Tahanan Pentanahan Zat Aditif pada Hari ke-10 Pasca Hujan..... | 64 |
| Tabel 4.12 Hubungan Tahanan Jenis Zat Aditif terhadap Tahanan Pentanahan..... | 67 |
| Tabel 4.13 Perbandingan Data Pengukuran Kelembaban Zat Aditif..... | 68 |
| Tabel 4.14 Perbandingan Data Pengukuran pH Zat Aditif | 71 |
| Tabel 4.15 Persentase Perubahan Nilai Tahanan untuk Seluruh Pengujian | 74 |
| Tabel 4.16 Data Perbandingan Tahanan Jenis Zat Aditif Zeolit dan Gypsum | 75 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.17 Data Perbandingan Hasil Rata-rata Pengukuran Tahanan Pentanahan, Kelembaban, Intensitas Hujan dan pH Zeolit dan Gypsum..... | 76 |
| Tabel 4.18 Data Perbandingan Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan, Kelembaban, Intensitas Hujan dan pH Zeolit dan Gypsum ... | 76 |

DATA LAMPIRAN

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Gambar Alat dan Bahan

LAMPIRAN B

Pelaksana Kegiatan

LAMPIRAN C

Perhitungan

LAMPIRAN D

Tabel Pengukuran

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pentanahan (*Grounding System*) adalah sistem proteksi atau pengaman terhadap lonjakan tegangan berlebih untuk melindungi peralatan-peralatan yang terhubung pada sumber listrik maupun daerah disekitar peralatan. Tujuan pentanahan adalah untuk melepaskan arus petir atau arus gangguan ke dalam bumi agar dapat menjaga kestabilan sistem dan keamanan peralatan listrik serta keamanan bangunan. Sistem pentanahan digunakan pada sistem tenaga listrik gardu induk, menara transmisi, dan gedung.

Pada sistem pentanahan gedung berfungsi untuk melindungi peralatan-peralatan yang menggunakan sumber listrik dari lonjakan listrik atau tegangan berlebih yang diakibatkan oleh petir. Pada bangunan gedung yang tinggi, semakin tinggi gedung maka semakin rawan dari segi mekanis maupun gangguan alam. Gangguan alam yang sering terjadi adalah sambaran petir. Sambaran petir yang mengenai sistem proteksi dapat membuat tanah di sekitar lokasi menjadi konduktif dan merusak peralatan apabila terjadi kontak langsung ke instalasi. Oleh sebab itu, sistem pentanahan gedung dibangun sebagai upaya untuk proteksi tegangan berlebih agar dapat melindungi bangunan maupun daerah sekitarnya.

Sistem pentanahan yang baik harus memiliki nilai tahanan pentanahan yang rendah ($<5\Omega$). Sementara nilai tahanan pentanahan yang baik tidak mudah didapat, karena tergantung kondisi jenis tanah yang beragam. Dalam menurunkan tahanan pentanahan harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi tahanan tanah yaitu kelembaban tanah, temperatur, sifat geologi tanah, dan komposisi zat kimia dalam tanah. Dari beberapa pengaruh tersebut hal yang paling dominan adalah kelembaban tanah karena untuk sistem pentanahan, tanah harus lembab agar tahanan tanah stabil atau kecil. Oleh sebab itu, perlu dilakukan upaya untuk menurunkan tahanan tanah dengan menambahkan zat aditif karena akan berpengaruh pada kelembaban dan komposisi zat kimia dalam tanah.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan dengan menambahkan zat aditif bentonit, gypsum, dan zeolit. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan masing-masing nilai tahanan pentanahan rendah yaitu untuk zeolit terkomposisi 100% sebesar 52Ω [1], bentonit terkomposisi 100% sebesar 65Ω [2], dan gypsum terkomposisi 100% sebesar 164Ω [3]. Hal ini berarti nilai tahanan pentanahan zeolit lebih kecil daripada bentonit dan gypsum dengan komposisi yang sama 100%.

Mengacu pada data hasil penelitian tersebut, maka akan dilakukan penelitian nilai tahanan pentanahan dengan menambahkan zat aditif zeolit dengan kombinasi bentonit dan gypsum. Komposisi dari campuran zat aditif yaitu sebesar zeolit 50% + bentonit 50%, zeolit 50% + gypsum 50% dan bentonit 50% + gypsum 50%. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan model batang tunggal pada jenis

tanah lempung. Pada masing-masing pengukuran akan diukur nilai tahanan jenis bahan agar dapat dibandingkan dengan hasil pengukuran secara langsung. Kemudian penelitian dilakukan secara langsung dengan mendapatkan nilai tahanan pentanahan, kelembaban tanah, dan pH tanah. Nilai tahanan pentanahan tersebut akan didapat melalui hasil pengukuran menggunakan alat *earth tester* dengan metode 3 titik, sedangkan pada kelembaban dan pH tanah akan didapat melalui hasil pengukuran menggunakan alat *moisture tester*.

Melalui hasil penelitian ini diharapkan mendapatkan sistem pentanahan yang terbaik untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan dari hasil pengujian pada masing-masing bahan. Sehingga nantinya dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan maupun pemasangan sistem pentanahan secara efisien dan efektif.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh penambahan zat aditif dalam menurunkan nilai tahanan pentanahan.
2. Menganalisis pengaruh kelembaban dan pH tanah terhadap tahanan pentanahan yang sudah diberi zat aditif.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui pengaruh penurunan tahanan pentanahan oleh masing-masing zat aditif.
2. Dapat mengetahui pengaruh perubahan kelembaban dan pH tanah terhadap nilai tahanan pentanahan.

1.4 Rumusan Masalah

Sistem pentanahan yang baik harus memiliki nilai tahanan pentanahan yang rendah ($<5\Omega$). Sementara nilai tahanan pentanahan yang diharapkan tidak mudah didapat, karena kondisi jenis tanah yang beragam sehingga tahanan pentanahan yang didapat cukup tinggi. Dalam menurunkan tahanan pentanahan pentanahan harus memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi tahanan tanah yaitu kelembaban tanah, temperatur, sifat geologi tanah, dan komposisi zat kimia dalam tanah. Dari beberapa pengaruh tersebut hal yang paling dominan adalah kelembaban tanah karena untuk sistem pentanahan, tanah harus lembab agar tahanan tanah stabil atau kecil. Oleh sebab itu, perlu dilakukan upaya untuk menurunkan tahanan tanah dengan menambahkan zat aditif karena akan berpengaruh pada kelembaban dan komposisi zat kimia dalam tanah. Zat aditif yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit, bentonit, dan gypsum karena bahan tersebut memiliki sifat absorpsi air yang baik dan tahanan jenis yang rendah sehingga penurunan tahanan pentanahan yang dihasilkan akan optimal.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dengan diameter lubang pentanahan 10 cm.
2. Metode pentanahan yang digunakan adalah metode *driven rod* atau batang tunggal dengan panjang 1 meter.
3. Metode pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode 3 titik.
4. Jenis tanah yang digunakan adalah tanah lempung.
5. Komposisi zat aditif yang digunakan sebesar 100%.
6. Komposisi zat aditif terkomposisi yang digunakan sebesar 50%:50%.
7. Pengukuran tahanan jenis menggunakan 2 buah elektroda berbentuk lingkaran berdiameter 5 cm dan ketebalan zat aditif 1 cm.

1.6 Hipotesis

Pada hasil pengukuran tahanan pentanahan yang ditambahkan zat aditif zeolit terkombinasi dengan bentonit dan gypsum akan didapatkan nilai penurunan paling besar yaitu campuran zeolit + bentonit. Karena sifat bahan yang hampir sama dalam penyerapan air serta dibuktikan dengan nilai tahanan pentanahan yang lebih kecil pada penelitian sebelumnya. Kemudian pada nilai kelembaban dan pH tanah, semakin besar nilai kelembaban dan pH tanah maka nilai tahanan pentanahannya semakin menurun.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan mengenai landasan teori secara garis besar yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang langkah – langkah yang dilakukan pada penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai hasil pengujian dan pembahasan terhadap hasil penelitian yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan (*Grounding System*) adalah sistem proteksi atau pengaman terhadap lonjakan tegangan berlebih untuk melindungi peralatan-peralatan yang terhubung pada sumber listrik maupun daerah disekitar peralatan. Tujuan pentanahan adalah untuk melepaskan arus petir atau arus gangguan ke dalam bumi agar dapat menjaga kestabilan sistem dan keamanan peralatan listrik serta keamanan bangunan.

Menurut IEEE Std142TM-2007 [6], tujuan sistem pentanahan adalah:

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 sistem dan bumi. Deteksi ini akan mengakibatkan beroperasinya peralatan otomatis yang memutuskan suplai tegangan dari konduktor tersebut.

Ketentuan yang telah ditetapkan didalam PUIL, (Peraturan Umum Instalasi Listrik, 2000) menetapkan bahwa untuk stasiun tenaga yang besar (≥ 10 kilovolt) nilai R harus $\leq 25 \Omega$, lalu stasiun tenaga yang kecil (≤ 10 kilovolt) termasuk

menara transmisi nilai R harus $\leq 10 \Omega$, kemudian untuk peralatan listrik dan elektronika nilai R harus $\leq 5 \Omega$, sedangkan untuk sistem penangkal petir nilai R harus $\leq 25 \Omega$ [4].

2.2 Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan merupakan bahan yang terbuat dari tembaga, besi baja atau pipa yang ditancapkan ke dalam tanah agar arus gangguan yang mengalir dapat diredam di dalam tanah.

2.2.1 Jenis-jenis Elektroda Pentanahan [4]

Berdasarkan peraturan umum tentang elektroda pentanahan menurut PUIL 2000 elektroda-elektroda pembumian dibagi atas:

A. Elektroda pita

Elektroda pita adalah elektroda yang dibuat dari penghantar berbentuk pita atau berpenampang bulat, atau penghantar pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Elektroda ini dapat ditanam sebagai pita lurus, radial, melingkar, jala-jala atau kombinasi dari bentuk tersebut seperti pada Gambar 2.1 dibawah. Pemasangan elektroda pita harus disusun simetris dengan sudut jari-jari minimal 60° yang ditanam sejajar permukaan tanah dengan dalam 0,5 – 1.0 m.



(a). Radial

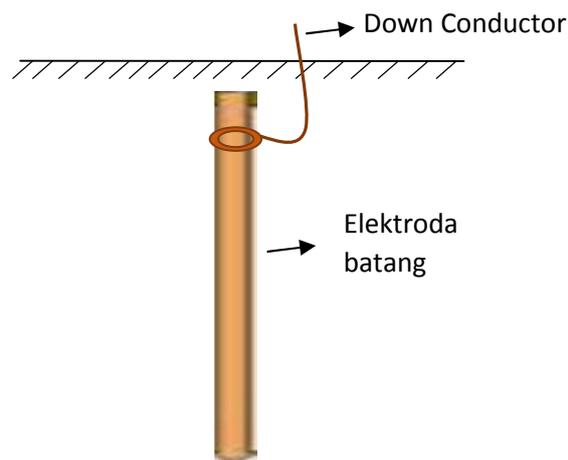
(b). Lingkaran

(c). Kombinasi lingkaran dan radial

Gambar 2.1. Elektroda pita

B. Elektroda batang

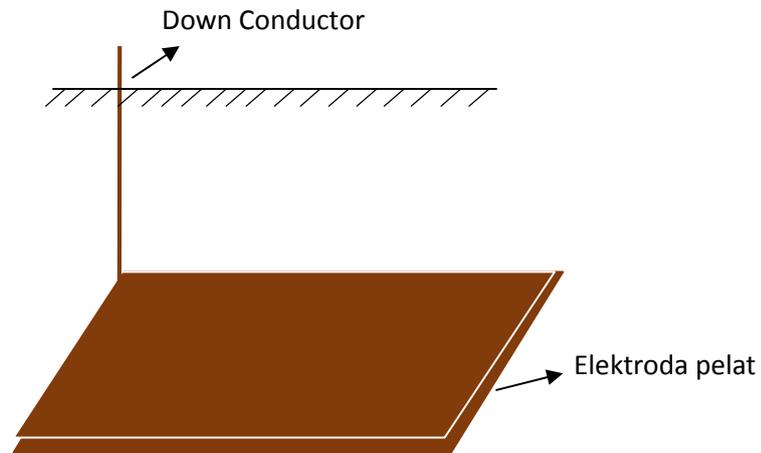
Elektroda batang yaitu elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda ini banyak digunakan pada gardu induk. Secara teknis, elektroda jenis ini mudah pemasangannya dan tidak memerlukan lahan yang luas. Elektroda batang biasanya ditanam dengan kedalaman yang cukup dalam.



Gambar 2.2. Elektroda batang

C. Elektroda pelat

Elektroda pelat adalah elektroda dari bahan logam utuh atau berlubang, umumnya ditanam secara dalam dengan kedalaman 0,5-1,0 meter, 1 meter dibawah permukaan tanah. Jika digunakan beberapa pelat yang dihubungkan paralel untuk memperoleh tahanan pentanahan yang lebih rendah, jarak antara pelat-pelat ini harus sekurang-kurangnya 3 meter. Untuk mencapai tahanan pentanahan yang sama, elektroda-elektroda pelat memerlukan lebih banyak bahan dibandingkan dengan elektroda pita atau elektroda batang.



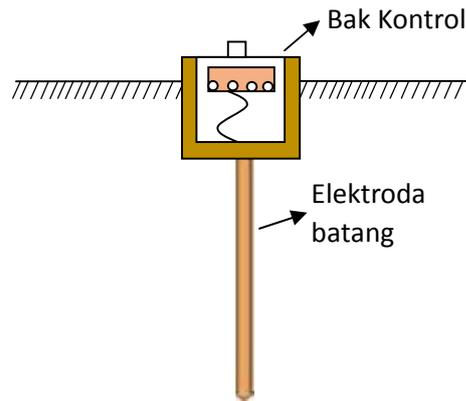
Gambar 2.3. Elektroda pelat

Penggunaan dari elektroda pelat ini sebenarnya kurang ekonomis karena untuk mencapai tahanan pentanahan yang sama dengan elektroda batang, elektroda pelat memerlukan lebih banyak bahan bila dibandingkan dengan elektroda pita atau elektroda batang.

2.3 Model Penanaman Elektroda

2.3.1 Sistem Pentanahan *Driven Rod*

Sistem pentanahan *driven rod* merupakan suatu sistem pentanahan dengan cara menanamkan suatu elektroda batang (rod) yang tegak lurus dengan tanah, dimana arus gangguan akan mengalir dari elektroda tersebut ke tanah sekitarnya. Sistem *driven rod* sering digunakan untuk pentanahan karena memiliki bentuk yang praktis sehingga tidak diperlukan lahan yang cukup luas serta memiliki harga yang lebih ekonomis daripada sistem pentanahan counterpoise dan grid.

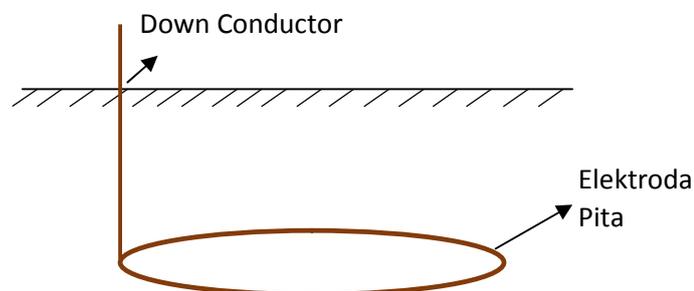


Gambar 2.4. Sistem pentanahan *driven rod*

Diameter dari batang konduktor adalah $\frac{3}{4}$ inci sampai 2 inci, dan panjang 3 meter sampai 15 meter (ANSI/IEEE Std 80-1986).

2.3.2 Sistem Pentanahan Counterpoise

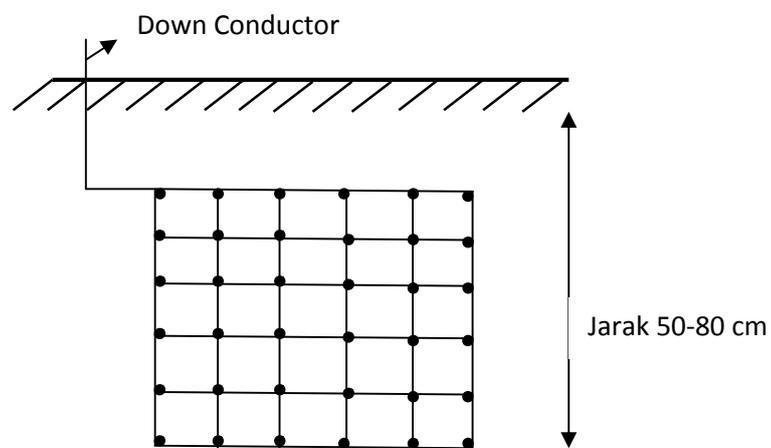
Sistem pentanahan dengan konduktor beberapa puluh centimeter yang ditanam ke dalam tanah dengan posisi sejajar dengan permukaan tanah dan direntangkan menjauhi sistem yang dilindungi disebut dengan pentanahan counterpoise. Counterpoise dipergunakan apabila impedansi pentanahan dengan *driven rod* masih besar, hal ini dapat disebabkan karena tahanan jenis tanah yang tinggi.



Gambar 2.5 Sistem pentanahan counterpoise melingkar

2.3.3 Pentanahan Grid

Pentanahan grid biasanya digunakan untuk mendapatkan nilai impedansi pentanahan yang kecil dan distribusi gradien tegangan yang lebih merata di sekitar pentanahan sehingga manusia yang ada disekitarnya lebih aman dari bahaya tegangan langkah. Bentuk geometris pentanahan grid dapat dibuat bentuk bujur sangkar atau persegi panjang seperti Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Sistem pentanahan grid

2.4 Sistem Pentanahan dengan Elektroda Batang

Elektroda pentanahan bertujuan untuk mengalirkan arus gangguan ke dalam tanah yang secara langsung kontak dengan tahanan pentanahan. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja batang konduktor adalah ukuran, dimensi, dan bahan. Ukuran standar dimensi dan diameter dari elektroda batang dapat dilihat dari Tabel 2.1 [5].

Tabel 2.1 Data dimensi standar untuk elektroda batang

| No | Elektroda Batang | | | | |
|----|------------------|--------------|---------------|-------------|--------------------------------|
| | Diameter (inch) | Panjang (ft) | Diameter (mm) | Panjang (m) | Ukuran Klem (mm ²) |
| 1 | 3/8 | 5/40 | 9,53 | 1,5-12,2 | 6-10 |
| 2 | 1/2 | | 12,7 | | 6-16 |
| 3 | 5/8 | | 15,88 | | 6-16 |
| 4 | 3/4 | | 19,05 | | 25-50 |
| 5 | 1 | | 25,4 | | 25-50 |

Standar luas penampang pada elektroda batang dapat dilihat dalam Tabel 2.2 [6].

Tabel 2.2 Standar luas penampang minimum pada batang elektroda untuk sistem pentanahan.

| Jenis Elektroda | Bahan | | |
|------------------|---|--|--|
| | Baja berlapis seng dengan proses pemanasan | Baja berlapis tembaga | Tembaga |
| Elektroda Batang | <i>Pipa baja berdiameter 1 inch:</i> Baja profil: L 65x65x7 U 6 ^{1/2} T 6 X 50x3 Atau batang profil lain yang setara | <i>Baja bulat :</i> Berdiameter 15 mm dilapisi tembaga setebal 2,5 mm | <i>Pipa tembaga :</i> Luas penampang : 50 mm ² Tebal : 2 mm Hantaran pilin : <i>(bukan kawat halus)</i> Luas penampangnya : 35 mm ² |

Elektroda sangat berpengaruh dalam menghantarkan arus listrik yang mengalir ke dalam tanah, untuk itu pemakaian elektroda pada sistem pentanahan yang baik perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- ✓ Mempunyai konduktivitas yang baik.
- ✓ Tahan korosi.
- ✓ Mempunyai kontak yang baik dengan tanah sekelilingnya.
- ✓ Kuat.

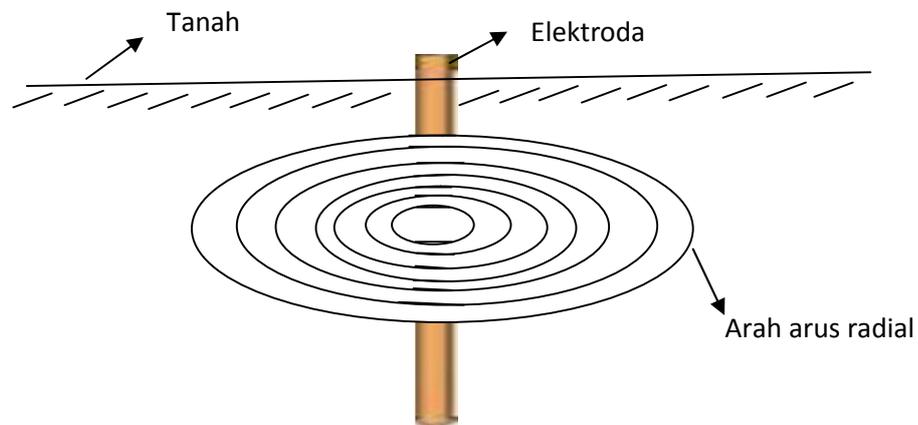
Nilai tahanan pentanahan elektroda batang dapat dihitung melalui persamaan berikut [7].

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \text{Log}_e \frac{4l}{d} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana, ρ = Tahanan jenis elektroda batang
 L = Panjang elektroda batang
 d = Diameter elektroda batang

2.5 Sistem Pentanahan *Driven Rod*

Sistem *driven rod* merupakan penanaman batang konduktor atau elektroda secara tegak lurus. Keuntungannya adalah tidak membutuhkan lahan yang luas untuk penanaman. Arus gangguan yang mengalir melalui sistem ini digambarkan pada Gambar 2.7.



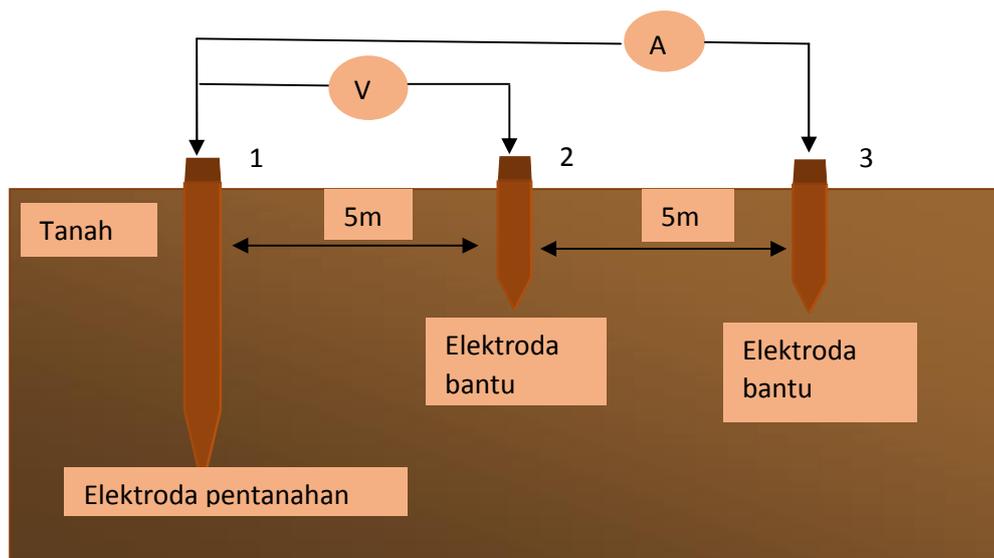
Gambar 2.7 Arus radial yang mengalir di dalam elektroda batang

Arus yang mengalir pada elektroda akan tersebar ke segala arah secara melingkar. Tanah yang terdekat dengan batang elektroda mempunyai permukaan paling kecil sehingga memberikan tahanan pentanahan yang paling besar. Hal ini diketahui sebagai tahanan pentanahan efektif dan jarak ini ditentukan oleh kedalaman

penanaman dan diameter elektroda batang pentanahan yang dipakai. Oleh karena itu, semakin dalam elektroda batang masuk ke tanah maka semakin baik pula nilai tahanan pentanahan yang didapatkan.

2.6 Pengukuran Tahanan Pentanahan dengan Metode 3 Titik

Berdasarkan ANSI/IEEE std 80-2000 ada beberapa metode pengukuran dalam sistem pentanahan diantaranya adalah metode dua titik, metode “*Fall of potential*” dan metode tiga titik. Dalam penelitian ini menggunakan metode tiga titik karena lebih sering digunakan untuk mengukur tahanan pentanahan. Adapun Gambar 2.8 rangkaian metode tiga titik sebagai berikut:



Gambar 2.8 Rangkaian metode tiga titik

Pada posisi antara elektroda bantu dan elektroda bantu ujung sebagian besar arus listrik mengalir pada bagian kedalaman tertentu. Arus listrik ini biasa dikenal dengan sebutan arus injeksi. Posisi elektroda bantu tengah tepat terletak di tengah dari jarak maksimum antara elektroda bantu dan elektroda bantu ujung. Hal ini

dilakukan untuk mengamati tegangan pada kedalaman tertentu dengan hanya mengukur tegangan di permukaan tanah. Karena sesuai dengan garis equipotensial. Selanjutnya dengan mengetahui arus injeksi dan tegangan di elektroda bantu tengah maka kita mendapatkan nilai tahanan pentanahan tanah pada kedalaman tertentu.

2.7 Tanah Pentanahan

2.7.1 Sifat Alamiah Tanah

Tanah merupakan kumpulan-kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air [8]. Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi tiupan angin, pengikisan oleh air dan *gletsyer*, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan, sedangkan proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asal. Salah satu penyebab adalah air yang mengandung asam alkali, oksigen, dan karbondioksida [9].

2.8 Tahanan Jenis Tanah

Tahanan jenis tanah adalah sebuah faktor keseimbangan antara tahanan pentanahan dan kapasitansi disekitarnya yang direpresentasikan dengan (ρ) dalam sebuah persamaan matematik. Dasar perhitungan tahanan pentanahan adalah perhitungan kapasitansi dari susunan batang elektroda pentanahan dengan anggapan bahwa distribusi arus atau muatan uniform sepanjang batang elektroda.

Tahanan jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Tahanan jenis tanah

| No | Jenis Tanah | Tahanan Jenis Tanah (Ωm) |
|----|-----------------|------------------------------------|
| 1 | Tanah rawa | 10 - 40 |
| 2 | Tanah pertanian | 20 - 100 |
| 3 | Pasir basah | 30 - 200 |
| 4 | Kerikil basah | 200 - 300 |
| 5 | Kerikil kering | <1000 |
| 6 | Tanah berbatu | 2000 - 3000 |

2.9 Faktor yang Mempengaruhi Tahanan Jenis Tanah

Faktor keseimbangan antara tahanan pentanahan dan kapasitansi di sekelilingnya adalah tahanan jenis tanah (ρ). Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tidaklah sama [10].

Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai tahanan jenis tanah yaitu:

A. Komposisi zat-zat kimia dalam tanah

Kandungan zat – zat kimia dalam tanah terutama sejumlah zat organik maupun anorganik yang dapat larut perlu untuk diperhatikan. Didaerah yang mempunyai tingkat curah hujan tinggi biasanya mempunyai tahanan jenis tanah yang rendah karena disebabkan oleh garam yang terkandung pada lapisan atas larut. Pada daerah yang demikian ini untuk memperoleh pentanahan yang efektif yaitu dengan menanam elektroda pada kedalaman yang lebih dalam dimana larutan garam masih terdapat.

B. Kandungan kadar air tanah (kelembaban tanah)

Kandungan air tanah sangat berpengaruh terhadap perubahan tahanan jenis tanah (ρ) terutama kandungan air tanah sampai dengan 20%. Dalam salah satu test laboratorium untuk tanah merah penurunan kandungan air tanah dari 20% ke 10% menyebabkan tahanan jenis tanah naik sampai 30 kali. Kenaikan kandungan air tanah diatas 20% pengaruhnya sedikit sekali [11].

C. Temperatur tanah

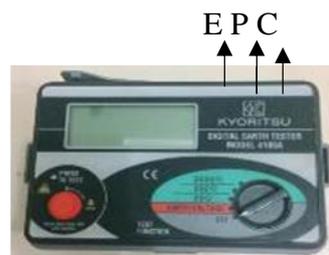
Temperatur bumi pada kedalaman 5 feet (=1,5m) biasanya stabil terhadap perubahan temperatur permukaan. Bagi Indonesia, daerah tropis perbedaan temperatur selama setahun tidak banyak, sehingga faktor temperatur dapat dikatakan tidak ada pengaruhnya.

2.10 Syarat-syarat Sistem Pentanahan yang Efektif

Tahanan pentanahan harus memenuhi syarat yang diinginkan agar arus yang dialirkan dapat ditanahkan secara optimal. Oleh sebab itu, pemakaian elektroda yang ditanam harus memiliki sifat yang baik untuk pentanahan. Diantara sifat-sifat elektroda yang baik untuk pentanahan adalah bahan konduktor yang baik, tahan korosi, cukup kuat, jangan sebagai sumber arus galvanis, elektroda harus mempunyai kontak yang baik dengan tanah sekelilingnya, dan tahanan pentanahan harus baik untuk berbagai musim dalam setahun dan biaya pemasangan serendah mungkin.

2.11 *Earth Tester*

Earth Tester adalah salah satu alat yang berfungsi untuk mengukur dan mengetahui tahanan tanah. *Earth Tester* ini terdiri dari suatu transistor pengukur sumber daya dan sistem galvanometer AC.



Gambar 2.9 *Earth tester* model 4105 A

Alat ukur tahanan pentanahan ini adalah jenis *digital resistance earth tester kyoritsu* model 4105 A. Alat ini terdapat 3 terminal yang diberi label E, P dan C dimana fungsi pada terminal E (kabel hijau) digunakan untuk sistem pentanahan yang sedang diukur. Kemudian fungsi terminal P (kabel kuning) digunakan sebagai titik tengah dari jembatan resistor serta sebagai elektroda potensial tanah yang sedang diukur. Lalu pada terminal C (kabel merah) digunakan sebagai penyuplai arus kejembatan resistor.

Spesifikasi *Earth Tester* dapat dilihat dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Spesifikasi *Earth Tester* 4105 A

| Rentang | | Rentang Pengukuran | Akurasi |
|---------------------|---------------|--------------------|---|
| <i>Earth tester</i> | | 0-199,9 V | $\pm 1,0\%$ rdg ± 4 dgt |
| Tahanan Pentanahan | 20 Ω | 0-19,9 V | $\pm 2,0\%$ rdg $\pm 0,1 \Omega$ (0 - 19,99 Ω) $\pm 2,0\%$ rdg 3 dgt (<i>above 20 Ω</i>) |
| | 200 Ω | 0-199,9 V | |
| | 2000 Ω | 0-1999,9 V | |

2.12 *Moisture Tester* ETP 306

Moisture Tester ETP 306 adalah alat yang berfungsi untuk mengukur kelembaban tanah, pH tanah, dan cahaya matahari. Alat ini bekerja tanpa menggunakan baterai, namun langsung kontak dengan energi matahari maka alat sudah bekerja secara maksimal.



Gambar 2.10. *Moisture tester* ETP 306

Alat ini memiliki 3 fungsi yaitu pH, kelembaban tanah, dan cahaya matahari sehingga dapat disebut dengan 3 in 1. Alat ini cukup praktis dalam pemakaian karena hanya dengan menggeser tombol sesuai keinginan dan menancapkan probe ke dalam tanah maka nilai pengukuran sudah didapatkan.

2.13 Zeolit

Kata “zeolit” berasal dari kata Yunani *zein* yang berarti membuih dan *lithos* yang berarti batu. Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan [12].

Zeolit terbentuk dari abu vulkanik yang telah mengendap jutaan tahun silam. Sifat-sifat mineral zeolit sangat bervariasi tergantung dari jenis dan kadar mineral zeolit. Zeolit mempunyai struktur berongga biasanya rongga ini diisi oleh air serta kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori tertentu. Zeolit merupakan senyawa aluminosilikat terhidrasi yang terdiri dari ikatan SiO_4 dan AlO_4 tetrahidra yang dihubungkan oleh atom oksigen untuk membentuk kerangka. Pada kerangka zeolit, tiap atom Al bersifat negatif dan akan dinetralkan oleh ikatan dengan kation yang mudah dipertukarkan. Kation yang mudah dipertukarkan yang ada pada kerangka zeolit ini berpengaruh dalam proses absorpsi dan sifat-sifat thermal zeolit [13]. Selain jenis kation, kemampuan absorpsi zeolit juga dipengaruhi oleh perbandingan Si/Al dan geometri pori-pori zeolit, termasuk luas permukaan dalam, distribusi ukuran pori dan bentuk pori

[14]. Oleh karena itu, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, senyawa penukar ion, sebagai filter dan katalis.

Secara umum, ada tiga proses aktivasi yang bisa dilakukan terhadap zeolit alam, yaitu aktivasi secara fisis dengan pemanasan dan pengecilan ukuran, aktivasi secara kimia dengan asam dan aktivasi secara kimia dengan basa. Proses aktivasi dengan panas dapat dilakukan pada suhu antara 200-400⁰C selama beberapa jam. Sementara aktivasi dengan basa dapat dilakukan dengan larutan NaOH, dimana penurunan rasio Si/Al akan terjadi pada aktivasi dengan pH tinggi [15].

Zeolit mempunyai sifat-sifat kimia, diantaranya:

1. Dehidrasi

Sifat dehidrasi zeolit berpengaruh terhadap sifat serapannya. Keunikan zeolit terletak pada struktur porinya yang spesifik. Pada zeolit alam didalam pori-porinya terdapat kation-kation atau molekul air. Bila kation-kation atau molekul air tersebut dikeluarkan dari dalam pori dengan suatu perlakuan tertentu maka zeolit akan meninggalkan pori yang kosong [16].

2. Penyerapan

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada disekitar kation. Bila zeolit dipanaskan, maka air tersebut akan keluar. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan [17].

3. Penukar Ion

Ion-ion pada rongga berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan

muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari sifat kation, suhu dan jenis anion [18].

4. Katalis

Zeolit sebagai katalis hanya mempengaruhi laju reaksi tanpa mempengaruhi kesetimbangan reaksi karena mampu menaikkan perbedaan lintasan molekular dari reaksi. Katalis berpori dengan pori-pori sangat kecil akan memuat molekul-molekul kecil tetapi mencegah molekul besar masuk. Selektivitas molekuler seperti ini disebut *molecular sieve* yang terdapat dalam substansi zeolit alam [18].

3. Penyaring / pemisah

Zeolit sebagai penyaring molekul maupun pemisah didasarkan atas perbedaan bentuk, ukuran, dan polaritas molekul yang disaring. Sifat ini disebabkan zeolit mempunyai ruang hampa yang cukup besar. Molekul yang berukuran lebih kecil dari ruang hampa dapat melintas, sedangkan yang berukuran lebih besar dari ruang hampa akan ditahan [18].

2.14 Bentonit

Bentonit adalah lempung (*clay*) yang sebagian besar terdiri dari montmorillonit dengan mineral-mineral seperti kwarsa, kalsit, dolomit, feldspars, dan mineral lainnya. Montmorillonit merupakan bagian dari kelompok smectit dengan komposisi kimia secara umum $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$. Nama monmorilonit itu sendiri berasal dari Perancis pada tahun 1847 untuk penamaan sejenis lempung yang terdapat di Monmorilon Prancis yang dipublikasikan pada tahun 1853 – 1856. Bentonit berbeda dari *clay* lainnya karena hampir seluruhnya (75%) merupakan mineral monmorillonit yang terdiri dari lapisan-lapisan silica, alumunium dan juga terdapat ion H_2O . Mineral monmorillonit terdiri dari partikel yang sangat

kecil sehingga hanya dapat diketahui melalui studi menggunakan XRD (X-Ray Diffraction). Berdasarkan kandungan alumino silikat hidrat yang terdapat dalam bentonit, maka bentonit tersebut dapat dibagi menjadi dua golongan:

- a. *Activated clay*, merupakan lempung yang mempunyai daya pemucatan yang rendah.
- b. *Fuller's earth*, merupakan lempung yang secara alami mempunyai sifat daya serap terhadap zat warna pada minyak, lemak, dan pelumas. Bentonit memiliki sifat dapat menyerap air dan menahan air pada strukturnya, hal ini dikarenakan pada montmorillonit terdapat beberapa lapisan yaitu lapisan lempung yang terdiri dari lapisan tetrahedral dan lapisan oktahedral kemudian lapisan interlayer di mana penyerapan air terjadi pada lapisan interlayer [19].

Bentonit memiliki sifat-sifat sebagai berikut [20].

- a. Memiliki tahanan jenis yang rendah juga stabil ($250-300 \Omega.m$) dan tidak korosi.
- b. Dapat mengembang menjadi beberapa kali lipat (mampu sampai 8 kali lipat) bila dicelupkan ke dalam air dan dapat menahan air pada strukturnya.
- c. Bentonit tidak mudah hancur karena bentonit merupakan bagian dari tanah liat (lempung) itu sendiri.

2.15 Gypsum

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 didalam CaSO_4 alami terdapat 23,5% sulfur dan 29,4% kalsium. Kandungan sulfur dari gypsum tidak mengurangi sifat alkalinitas dari tanah. (Alkalinitas adalah sifat dimana zat akan membentuk garam kimia ketika digabungkan dengan

asam) dan kandungan kalsium dalam gypsum tidak mempengaruhi tingkat keasaman (pH) tanah [21].

Penelitian yang dilakukan oleh Tiara Pricylia [22] menyebutkan bahwa gypsum memiliki sifat fisika sebagai berikut :

1. Sebagai mineral lunak yang berbentuk kristal monoklin, bersih, berwarna ke abu-abuan, kekuning-kuningan, keputih-putihan, sampai kebiru-biruan.
2. Kristal gypsum mudah dibelah.
3. Kristal bersifat fleksibel tetapi masih tidak elastis.
4. Kekerasan gypsum : 1,5-2 skala mosh.
5. Berat molekul : 172,17.
6. Titik leleh 128°C (kehilangan $1,5 \text{ H}_2\text{O}$).
7. Titik didih 162°C (kehilangan $2\text{H}_2\text{O}$).
8. Kelarutan dalam 100 gr air pada 250°C ; 0,24 gr.
9. Tahan api.

Tahanan jenis (ρ) gypsum memiliki nilai yang berbeda-beda bergantung kepada keadaan sekitarnya. Penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan nilai tahanan jenis gypsum murni berbentuk batuan memiliki tahanan jenis sebesar lebih dari 800 $\Omega\cdot\text{m}$ sedangkan untuk daerah dengan kondisi tanah yang basah menunjukkan gypsum memiliki konduktivitas yang tinggi dengan tahanan jenis yang rendah (mendekati 1 $\Omega\cdot\text{m}$). Hal tersebut dikarenakan ion-ion terlarut didalam air yang berasal dari material yang mengandung garam [23].

2.16 Pengukuran Tahanan Jenis Zat Aditif

Tahanan jenis adalah kemampuan suatu bahan untuk mengantarkan arus listrik yang bergantung terhadap besarnya medan listrik dan kerapatan arus. Semakin besar tahanan jenis suatu bahan, maka semakin besar pula medan listrik yang dibutuhkan untuk menimbulkan sebuah kerapatan arus. Satuan untuk tahanan jenis adalah $\Omega.m$ [24]. Tahanan jenis berbeda dengan tahanan pentanahan dimana tahanan pentanahan tidak hanya bergantung pada bahan tetapi juga bergantung pada faktor geometri atau bentuk bahan tersebut, sedangkan tahanan jenis tidak bergantung pada bentuk bahan.

Cara memperoleh tahanan jenis adalah dengan metode perhitungan geolistrik sehingga dapat diketahui besar aliran arus listrik batuan dan mineral. Untuk mencari nilai tahanan jenis menggunakan rumus tahanan pentanahan:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Kemudian diturunkan menjadi,

$$\rho = \frac{R.A}{L} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

R = Tahanan pentanahan dalam satuan (Ω).

ρ =Tahanan jenis dalam satuan (Ωm).

L = Panjang dalam satuan (m).

A = Luas area dalam satuan (m^2).

Secara fisis rumus tersebut dapat diartikan jika panjang bahan (L) dinaikkan, maka tahanan pentanahan akan meningkat dan apabila luas penampang (A) berkurang, maka tahanan pentanahan juga meningkat.

2.17 Pengukuran Intensitas Hujan

Pengukuran intensitas hujan bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak curah hujan yang turun terhadap penurunan tahanan pentanahan. Pengukuran menggunakan metode Hasper Der Werduwen yang merupakan hasil penyelidikan di Indonesia [25]. Penurunan rumus diperoleh berdasarkan kecenderungan curah hujan harian yang dikelompokkan atas dasar bahwa hujan mempunyai distribusi yang simetris dengan durasi hujan (t) lebih kecil dari 1 jam dan durasi hujan dari 1 jam sampai 24 jam. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut

$$1 < t \leq 24, \text{ maka } R = \sqrt{\frac{11300t}{t+3,12} \left[\frac{Rt}{100} \right]}$$

$$0 < t \leq 1, \text{ maka } R = \sqrt{\frac{11300t}{t+3,12} \left[\frac{Rt}{100} \right]}$$

$$\text{Dan } R_t = X_t \left[\frac{1218t+54}{Xt(1-t)+1272t} \right] \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana, t = Durasi hujan (menit).

R, R_t = Curah hujan menurut Hasper - Der Weduwen.

X_t = Curah hujan maksimum yang terpilih (mm/24 jam).

Untuk menentukan intensitas hujan menurut Hasper-Der Weduwen menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{Rt}{t} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana, I = Intensitas hujan (mm/jam).

R = Curah hujan (mm).

t = Waktu hujan (jam).

2.18 Penelitian yang Pernah Dilakukan

Beberapa penelitian tentang perbaikan tahanan pentanahan dengan zat aditif sudah dilakukan antara lain:

1. Arif, Muhammad, *Pengaruh penambahan zeolit teraktivasi terhadap tahanan pentanahan*. 2011. Melakukan penelitian yang membahas tentang pengaruh perubahan nilai tahanan pentanahan dengan aktivasi kimia (asam dan basa) terhadap zat aditif zeolit berdasarkan variasi campuran larutan kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolit teraktivasi asam maupun basa mampu menurunkan nilai tahanan pentanahan, namun campuran yang paling baik dalam menurunkan nilai tahanan pentanahan adalah zeolit teraktivasi asam dengan nilai 65Ω dari nilai tahanan pentanahan rata-rata tanah sebesar $122,14 \Omega$ [26].
2. Limolang, zulfikar, *studi pengaruh jenis tanah dan kedalaman pembedaan driven rod terhadap tahanan pentanahan jenis tanah*. 2012. Penelitian ini membahas tentang bagaimana menghitung kedalaman yang optimal dalam penanaman elektroda batang tunggal sistem *driven rod* serta pengaruh kedalaman elektroda terhadap tahanan jenis tanah. Hasil yang diperoleh adalah semakin dalam elektroda ditanam ke dalam tanah maka tahanan pentanahan yang diperoleh semakin rendah [27].
3. A. Ertan, dan Ozkan, *Co₂ and N₂ Adsorption on the Acid (Hcl, HNO₃, H₂SO₄ and H₂PO₄) Treated zeolit*. 2005. Aktivasi zeolit dapat dilakukan baik secara fisika maupun secara kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan melalui pengecilan ukuran butir, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi, tujuannya untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik, memperbesar

pori, dan memperluas permukaan. Sementara itu, aktivasi secara kimia dilakukan melalui pengasaman. Tujuannya untuk menghilangkan pengotor organik. Pengasaman ini akan menyebabkan terjadinya kation dengan H^+ [28].

4. Rhamdani, Dani. *Analisis tahanan pentanahan tanah berdasarkan pengaruh kelembaban, temperature dan kadar garam*. 2008. Penelitian ini membahas analisa pengaruh tahanan pentanahan dengan perlakuan eksternal dari kelembaban tanah dan temperatur tanah. Hasil yang didapatkan adalah pengaruh kelembaban terhadap tahanan pentanahan adalah berbanding terbalik secara eksponensial dimana setiap peningkatan kelembaban terjadi penurunan tahanan pentanahan [16].
5. W, Luhur, Wiyoto. *Pengaruh zat aditif bentonit teraktivasi fisika dan terkomposisi tanah terhadap nilai tahanan pentanahan*. Penelitian ini membahas proses aktivasi bentonit secara fisika dilakukan dengan proses pemanasan (kalsinasi) dan terkomposisi untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan tanah. Hasil yang didapatkan adalah pentanahan bentonit terkomposisi 75% dengan tanah mampu menurunkan nilai tahanan pentanahan lebih baik dan proses aktivasi secara fisika tidak berpengaruh secara signifikan dalam upaya menurunkan nilai tahanan pentanahan [4].
6. Siregar, Andreas. *Analisis penggunaan gypsum sebagai zat aditif untuk penurunan tahanan pentanahan*. Penelitian ini membahas tentang variasi komposisi gypsum dengan tanah untuk menurunkan tahanan pentanahan.

Hasil yang didapatkan adalah penambahan gypsum 50% didapatkan hasil yang paling baik daripada komposisi yang lainnya [5].

7. P, Daniel, Frian. *Pengaruh penambahan zat aditif zeolit terkomposisi terhadap nilai tahanan pentanahan*. Penelitian ini membahas tentang variasi komposisi zeolit dengan tanah untuk menurunkan tahanan pentanahan. Hasil yang didapatkan adalah penambahan zeolit 100% didapatkan hasil yang paling baik daripada komposisi yang lainnya [3].

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian pentanahan ini dilakukan di tanah sekitar laboratorium terpadu Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, dengan tanah yang tergolong tanah lempung. Penelitian dalam mengukur tahanan pentanahan dilakukan dari tanggal 30 Oktober 2017 sampai dengan tercapai titik jenuh pada tahanan pentanahan.

3.2 Alat dan Bahan

1. Alat

Beberapa alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Bor biopori

Bor biopori merupakan sebuah alat yang dapat digunakan untuk membuat lubang pada tanah dengan cara memutar bor sampai kedalaman tertentu dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Ukuran bor : tinggi 20 cm, diameter 8 cm.
- Stang putar : panjang 45 cm, diameter 2,5 cm.
- Tangkai : panjang 1 m, diameter 2,5 cm.

2. Satu set alat ukur pentanahan

Satu set alat ukur pentanahan yaitu *earth tester* merek Yokogawa dengan model 4105A, 2 buah pasak besi, dan 3 buah kabel beda warna masing-masing sepanjang 10 m digunakan untuk mengukur nilai pentanahan melalui batang elektroda pentanahan yang telah ditanam.

3. *Moisture tester* ETP 306

Alat untuk mengukur kelembaban tanah dan pHtanah.

4. Meteran

Digunakan untuk mengukur jarak antar pasak besi pada saat menggunakan *earth tester*.

5. Timbangan

Digunakan untuk menimbang berat zat aditif yang digunakan.

6. Pcb tembaga, multimeter, gelas, dan kabel

Peralatan dan bahan untuk mengukur tahanan jenis zat aditif.

2. Bahan

Beberapabahan yang digunakanpadapenelitianiniadalahsebagiaiberikut:

1. Batang elektroda pentanahan

Batang elektroda yang digunakan terbuat dari bahan besiberlapis tembaga sebanyak 7 batang dengan panjang 1 meter dan diameter 15 milimeter. Bentuk elektroda ini seperti tabung atau silindris yang ujungnya runcing pada bagian yang akan ditanam.

2. Zeolit ±12 kg.

3. Bentonit±12 kg.

4. Gypsum±12 kg.

3.3 Metode Pelaksanaan Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian ini terdapat beberapa tahap diantaranya adalah sebagai berikut :

3.3.1 Studi Literatur

Dalam studi literatur bertujuan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dan mendukung penelitian. Informasi atau materi didapatkan dari jurnal, buku maupun sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian. Materi tersebut diantaranya adalah :

- ✓ Sistem pentanahan.
- ✓ Model pentanahan.
- ✓ Tahanan jenis.
- ✓ Jenis-jenis tanah.
- ✓ Zeolit.
- ✓ Bentonit.
- ✓ Gypsum.

3.3.2 Pengumpulan Alat dan Bahan

Pengumpulan alat dan bahan dilakukan sebelum penelitian. Alat dan bahan yang dikumpulkan sesuai dengan yang tertera pada bab 3.b

3.3.3 Pengukuran Tahanan Jenis Zat Aditif

Adapun prosedur dalam pengukuran adalah sebagai berikut:

- Meletakkan zat aditif kedalam bejana.
- Mengukur luas penampang (A), Panjang (L), dan tahanan pentanahan ().

- Setelah mengetahui nilai tersebut, kemudian dihitung dengan rumus

$$= \frac{R \cdot A}{L}$$

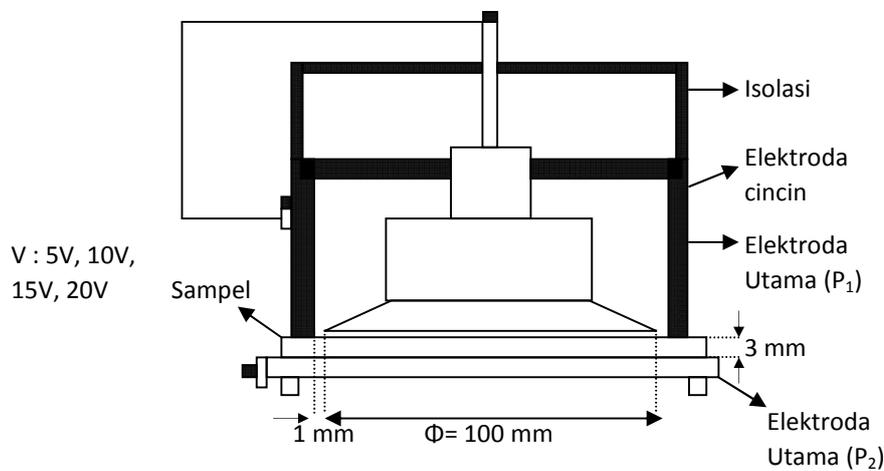
Dimana:

R = Tahanan pentanahan dalam satuan ().

=Tahanan jenis dalam satuan (m).

L = Panjang dalam satuan (meter).

A = Luas area dalam satuan (m²).



Gambar 3.1 Pengukuran tahanan volume

3.3.4 Perancangan Pengujian Tahanan Pentanahan

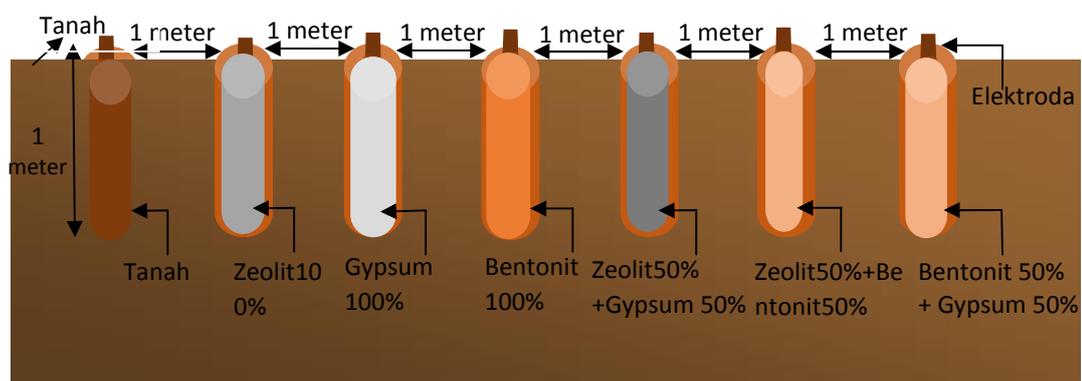
- Pembuatan lubang pentanahan

Sebelum melakukan penanaman batang elektroda pentanahan, tentunya harus membuat lubang pentanahannya terlebih dahulu agar terdapat ruang untuk mengisi zat aditifnya. Pembuatan 1 lubang pentanahan tanpa zat aditif, kemudian pembuatan 6 lubang dengan masing-masing lubang berisi zat aditif zeolit, gypsum, bentonit, zeolit+bentonit, zeolit+gypsum dan bentonit+gypsum. Pembuatan 6 lubang pentanahan dibuat pada jenis tanah lempung dengan

kedalaman 1 meter dan diameter 10 centimeter dengan menggunakan bor biopori. Ukuran kedalaman tersebut dapat dilihat pada batang bor biopori. Pembuatannya dilakukan dengan cara memutar sambil menekan bor biopori ke arah bawah. Putaran dilakukan dengan arah putaran searah putaran jarum jam.

➤ Penanaman batang elektroda pentanahan

Pada lubang-lubang pentanahan yang telah dibuat, masing-masing lubang dimasukkan satu batang elektroda. Lubang pentanahan 1 ditutup dengan mengisi tanah seluruhnya sampai penuh. Lubang pentanahan selanjutnya di isi zat aditif zeolit 100%, gypsum 100%, bentonit 100%, zeolit 50% + bentonit 50%, zeolit 50% +gypsum 50% dan bentonit 50% +gypsum 50%. Masing-masing lubang diberi zat aditif dari dasar lubang seluruhnya sampai penuh. Setelah masing-masing pentanahan siap dilakukan pengukuran nilai masing-masing pentanahan dengan *earth tester*.

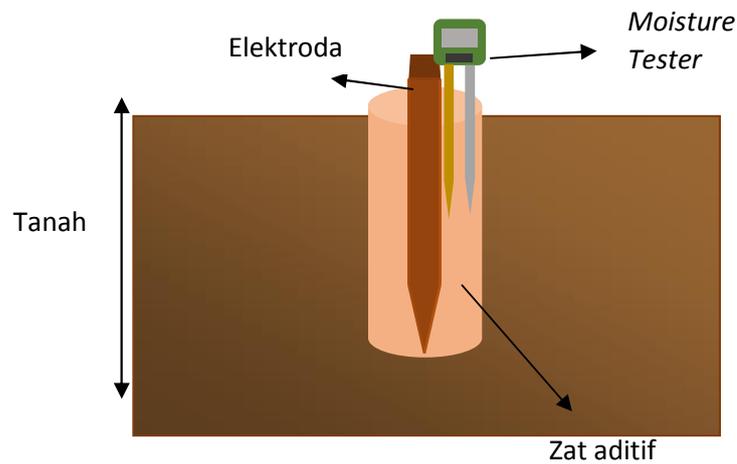


Gambar 3.2 Perancangan pengujian zat aditif

3.3.5 Pengukuran Kelembaban dan pH Tanah

Pengukuran nilai kelembaban tanah diukur 2 kali dalam sehari dengan kondisi pagi dan sore yaitu pada pukul 07.00 WIB dan 16.00 WIB selama 30 hari berturut-

turut. Mengingat tanpa perlakuan pada kelembaban, maka kelembaban tanah menjadi variabel bebas, sedangkan zat aditif menjadi variabel terikat. Jadi perubahan nilai tahanan pentanahan dapat dipengaruhi oleh nilai kelembaban yang di ukur.

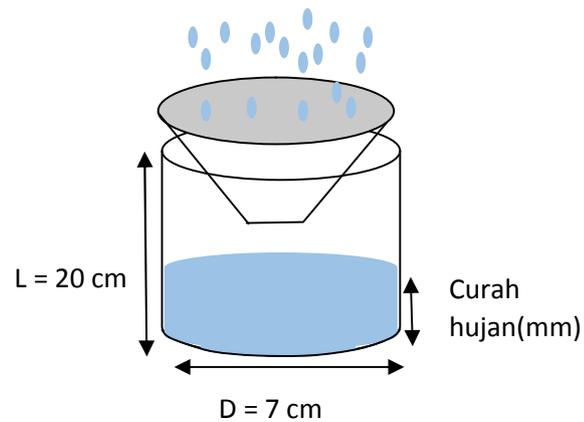


Gambar 3.3 Skema pengukuran kelembaban tanah dan pH tanah

3.3.6 Pengukuran Intensitas Hujan

Pengukuran intensitas hujan bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak curah hujan yang turun dan berakibat pada pengaruh penurunan tahanan pentanahan. Hujan yang turun akan ditampung dengan wadah berbentuk silindris dengan panjang 20 cm dan diameter 7 cm. Wadah penampung hujan diletakkan dekat dengan lubang pentanahan. Kemudian hujan yang tertampung akan diukur curah hujan dalam satuan mm lalu dihitung volume dan intensitas hujan sesuai metode Hasper Der Weduwen [26].

Pengukuran intensitas hujan dilakukan dengan cara sebagai berikut:



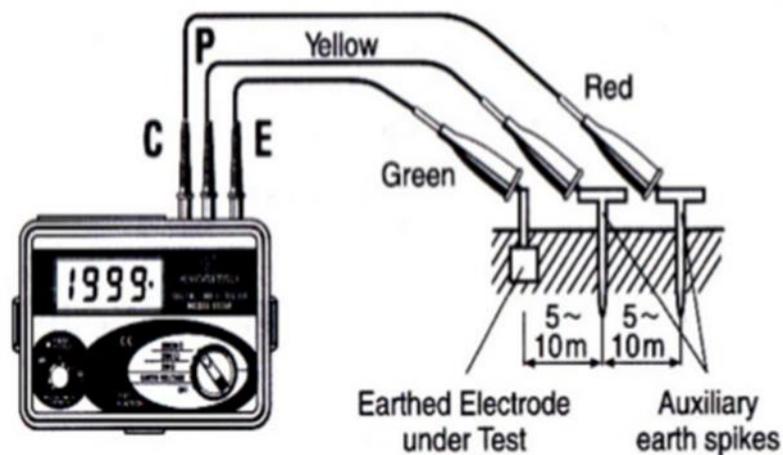
Gambar 3.4 Pengukuran intensitas hujan

3.3.7 Pengukuran Nilai Tahanan Pentanahan

Pengukuran nilai tahanan pentanahan dilakukan dengan menggunakan alat ukur *earth tester* model 4105A dengan metode tiga titik. Pengukuran nilai tahanan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menghubungkan masing-masing kabel ke port alat ukur. Kabel hijau untuk elektroda pentanahan, kabel kuning untuk elektroda bantu 1, dan kabel merah untuk elektroda bantu 2.
2. Kabel yang sudah terhubung harus segaris dengan elektroda yang diukur.
3. Mengecek kondisi baterai dengan melihat indikator baterai pada LCD alat ukur.
4. Mengukur tegangan tanah dengan cara sebagai berikut :
 - *Set selector switch* pada posisi *Earth Voltage*, besar tegangan E_v akan ditampilkan pada layar LCD.
 - Bila $E_v > 10\text{ V}$ maka pengukuran tahanan pentanahan dapat dilakukan.

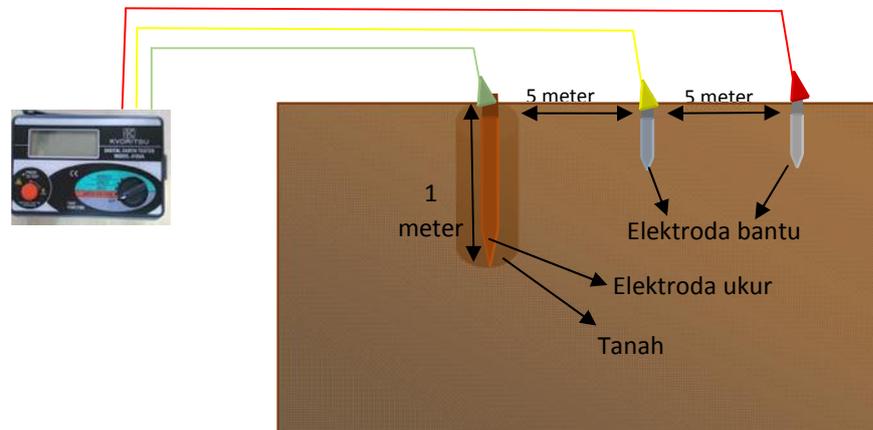
- Bila $E_v > 10 \text{ V}$ maka pengukuran tahanan pentanahan tidak dapat dilakukan.
 - Jarak elektroda E dan P memiliki jarak maksimal yang harus diperhatikan yaitu 5-10 meter.
5. Set *selector switch* pada posisi 2000 kemudian tekan tombol *press to test* dan memutar kekanan sampai lampu indikator pengukuran menyala. Menurunkan set *selector switch* pada posisi 200 dan 20. Saat nilai tahanan pentanahan semakin rendah, nilai yang dibaca tersebut adalah harga tahanan pentanahan yang diukur (R_p).



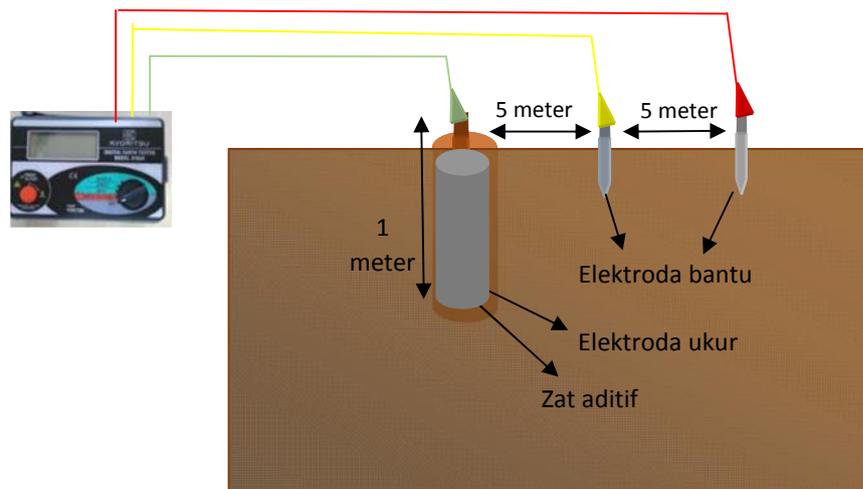
Gambar 3.5 Rangkaian pengukuran metode tiga titik pada *earth Tester 4105 A*

Sumber : *Instruction Manual Digital Earth Resistance Tester*

Berikut adalah rangkaian skematik pengukuran tahanan pentanahan dengan zat aditif :



Gambar 3.6 Skematik rangkaian tanpa zat aditif

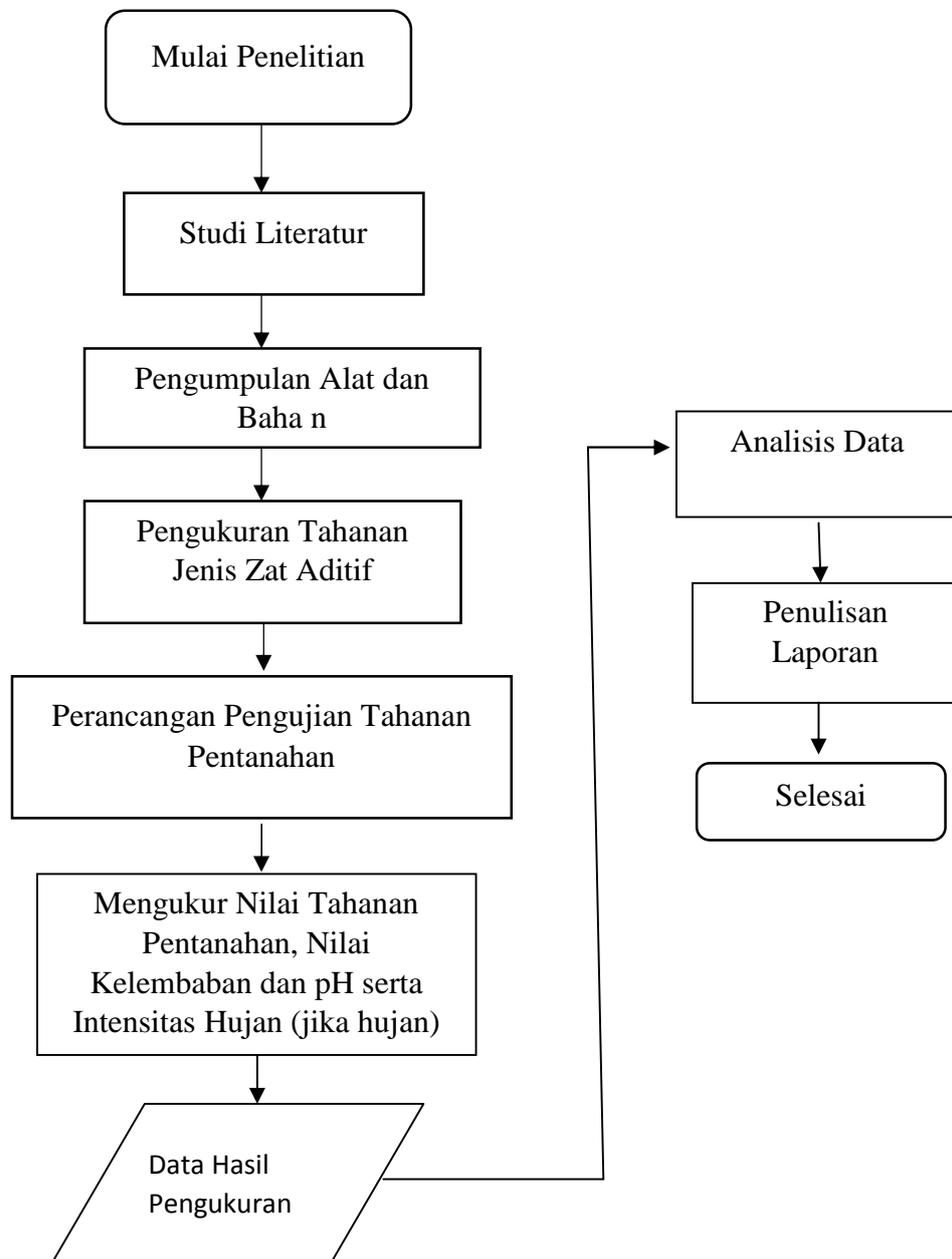


Gambar 3.7 Skematik rangkaian menggunakan zat aditif

Pengukuran nilai tahanan pentanahan akan diukur selama 2 kali dalam sehari yaitu pada pukul 07.00 WIB dan 16.00 WIB selama 30 hari berturut-turut. Data hasil pengukuran yang didapatkan diolah dan dianalisis untuk mengetahui zat aditif yang dapat memberikan pengaruh nilai pentanahan yang paling baik pada pentanahan yang telah dibuat tersebut.

3.4 Diagram Alir

Pengerjaan penelitian ini dapat digambarkan dengan diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.8 Diagram Alir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengukuran tahanan jenis diketahui bahwa nilai tahanan jenis paling kecil didapatkan pada tegangan DC 20 V pada gypsum sebesar 9,94 $\Omega \cdot m$. Kemudian untuk nilai tahanan jenis zat aditif campuran paling kecil didapatkan oleh bentonit + gypsum sebesar 14,27 $\Omega \cdot m$. Hal ini berarti gypsum memiliki sifat elektrolit yang baik sehingga dapat mempengaruhi nilai tahanan jenis bentonit.
2. Sistem pentanahan dengan menggunakan campuran zeolit 50 % + gypsum 50% dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan hingga 63% jika dibandingkan dengan sistem pentanahan lainnya. Hal ini dipengaruhi sifat zeolit yang dapat menyerap air dengan kelembaban diatas 10% dan gypsum yang memiliki sifat elektrolit dan keasaman yang baik.

3. Sistem pentanahan menggunakan campuran zeolit 50% + gypsum 50% dapat menurunkan tahanan pentanahan dari tahanan pentanahan pada tanah awal 316 hingga 76 dengan persentase 63%, sedangkan sistem pentanahan menggunakan campuran zeolit 50% + bentonit 50% dapat menurunkan tahanan pentanahan dari tahanan pentanahan pada tanah awal 316 hingga 122 dengan persentase 45%,. Hal ini berarti sistem pentanahan terbaik dihasilkan oleh campuran zeolit + gypsum.
4. Tingkat kelembaban paling baik dihasilkan oleh campuran zeolit 50% + bentonit 50% dengan rata-rata 10%. Pengaruh cuaca dan sifat dasar zeolit dan bentonit sangat berpengaruh pada peningkatan kelembaban.
5. Tingkat pH paling baik dihasilkan oleh gypsum dengan rata-rata 2,86, sedangkan bentonit paling rendah dengan rata-rata 6,34.

A. Saran

Penelitian selanjutnya mengenai sistem pentanahan dengan menggunakan zat aditif sebaiknya dilakukan dengan memperhatikan saran berikut:

1. Penggunaan elektroda besi berlapis tembaga memiliki konduktivitas yang rendah dan rentan berkarat sehingga disarankan menggunakan elektroda tembaga murni.

2. Penelitian ini menggunakan alat *moisture tester* meter yang hanya dapat mengukur tingkat kelembaban dengan range 0% - 10%, sehingga perlu disarankan menggunakan alat *moisture tester* meter dengan range 0% - 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Panjaitan Daniel, “Pengaruh penambahan zat aditif zeolit terkomposisi terhadap nilai tahanan pentanahan,” *Skripsi Tek. Elektro Univ. Lampung*.2017.
- [2] Y. L.Wiyoto, “Pengaruh zat aditif bentonit teraktivasi fisika dan terkomposisi tanah terhadap nilai tahanan pentanahan,” *Skripsi Tek. Elektro Univ. Lampung*.2017.
- [3] A. Siregar, “Analisis penggunaan gypsum sebagai zat aditif untuk penurunan tahanan pentanahan..” *Skripsi Tek. Elektro Univ. Lampung*.2017.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (2000)*, Ketiga. Jakarta: IEC (International Electrotechnical Commission).2000.
- [5] R. Elliot, *IEEE Recommended practice for grounding of industrial and commercial power systems*.2007.
- [6] (Disnaker-RI), *Pedoman pengawasan instalasi listrik*. 1987.
- [7] T. R. Winanda, “Pemanfaatan bentonite sebagai media pembumian elektroda batang.,” *Skripsi Tek. Elektro Inst. Teknol. Sepuluh Nop. 2017*, vol. Vol.6 No.1.
- [8] P. N. . Verhoef, “Geologi Untuk Teknik Sipil,” *Jkt. Erlangga*.1994.
- [9] L. . Wesley, “Mekanika Tanah,” *Jkt. Badan Penerbit Pekerj. Umum*.1988.
- [10] T. . Hutauruk, *Pengetanahan netral system tenaga dan pengetanahan peralatan*. Jakarta: Erlangga.1991.
- [11] I. Janardana, “Pengaruh Umur Pada Beberapa Volume Zat Aditif Bentonit Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan,” *Desember 2005*, vol. Vol. 4 No.2.
- [12] M. Sutarti dan M. Rachmawati, “Zeolit: Tinjauan Literatur,” *Jkt. Pus. Dok. Dan Informasi*.1994.
- [13] F. C. Ozkan dan U. S, “Diffusion Mechanism Of Water Vapour In A Zeolitic Tuff Rich Clinoptilolite,” 2008, vol. Vol.94, hlm. 699–702.
- [14] “<https://poetraffic.wordpress.com/2011/01/12/sifat-kelistrikan-suatu-batuan/>.”

- [15] G. Jozefaciuk dan G. Bowanko, "Effect of Acid and Alkali Treatment on Surface Areas and Adsorption Energies of Selected Minerals," 2002, vol. Vol.50 No.6, hlm. 771–783.
- [16] D. Rhamdani, "Analisis resistansi tanah berdasarkan pengaruh kelembaban, temperatur dan kadar garam," *Skripsi Tek. Elektro Univ. Indonesia*.
- [17] "<https://electricdot.wordpress.com/sistem-pentanahan/>."
- [18] B. Poerwadi, *Prospek Pemanfaatan Zeolit Alam Indonesia sebagai Adsorben Limbah Cair dan Media Fluidasi dalam Kolom Fluidasi*. Laporan Penelitian. Universitas Brawijaya dan Malang.1995.
- [19] P. Wiwik, "Perbaikan tahanan pentanahan dengan menggunakan bentonit.," *Skripsi Politek. Negeri Semarang.2011*.
- [20] D. R. Panda, "Modifikasi bentonit terpillar Al dengan kitosan untuk absorpsi logam berat," *Skripsi Univ. Indonesia. Depok.2012*.
- [21] J. U, "Fertilizers and soil fertility second edition," *Va. Rest. Publ. Company.1982*.
- [22] T. Pricilia, "Pabrik Kalsium Sulfat Anhidrat Dari Gypsum Rock Dengan Proses Kalsinasi," *Skripsi Tek. Kim. Univ. Pembang. Nasional.2013*.
- [23] "<https://www.scribd.com/doc/143592840/Resistivitas-dan-Konduktivitas-Konduktordan-Semikonduktor-Terhadap-docx>."
- [24] "<https://poetraffic.wordpress.com/2011/01/12/sifat-kelistrikan-suatu-batuan/>," Apr 2017.
- [25] K. . Dyah dan Susilowati, "Analisa karakteristik curah hujan dan kurva intensitas durasi frekuensi (IDF) di Propinsi Lampung," *J. Rekayasa2010*, vol. Vol.14 No.1.
- [26] M. Arif, "Pengaruh penambahan zeolit teraktivasi terhadap tahanan pentanahan," *Skripsi Tek. Univ. Lampung Bandar Lampung.2011*.
- [27] Z. Limolang, "Studi Pengaruh Jenis Tanah dan Kedalaman Pembumian Driven Rod Terhadap Resistansi Jenis Tanah," *Oktober 2012*, vol. Volume 07, Nomer 14.
- [28] A. Ertan dan F. C. Ozkan, "Co₂ and N₂ Adsorption on the Acid (Hcl. HNO₃, H₂S₀₄ and H₂P₀₄) Treated zeolite," 2005, vol. Vol 11, hlm. 151–156.