

**ANALISIS PENGGUNAAN ARANG TEMPURUNG KELAPA
DAN GARAM DALAM PERBAIKAN NILAI RESISTANSI
TANAH PADA ELEKTRODA BATANG**

(Skripsi)

RIKO ALFIANSYAH SINAGA

1815031023



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2024

ABSTRAK

ANALISIS PENGGUNAAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN GARAM DALAM PERBAIKAN NILAI RESISTANSI TANAH PADA ELEKTRODA BATANG

Oleh

Riko Alfiansyah Sinaga

Sistem pentanahan memiliki peranan penting untuk melindungi peralatan dengan sumber listrik terhadap lonjakan tegangan lebih. Pada lokasi yang memiliki resistansi tanah yang tinggi umumnya dilakukan perlakuan terhadap tanah seperti penambahan zat aditif. Arang tempurung kelapa dan garam merupakan salah satu zat aditif yang dapat digunakan untuk menurunkan resistansi pentanahan. Arang mengandung senyawa kimia karbon yang bersifat konduktif yang dapat meningkatkan konduktivitas tanah sedangkan garam memiliki sifat higroskopis yang berarti mudah menyerap air sehingga dapat meningkatkan konduktivitas listrik pada tanah. Penambahan zat aditif divariasikan dengan konsentrasi 100% arang tempurung kelapa, 75% arang tempurung kelapa dan 25% garam, 50% arang tempurung kelapa dan 50% garam, 25% arang tempurung kelapa dan 75% garam dan 100% garam sehingga memberikan perbandingan hasil nilai resistansi yang berbeda. Perbedaan komposisi zat aditif bertujuan untuk mendapatkan nilai resistansi terkecil. Perbedaan penggunaan jumlah elektroda yang digunakan dengan pengurangan 4,3,2 dan 1 untuk mengetahui pengaruh jumlah elektroda terhadap resistansi tanah. Selain itu pengaruh suhu dan pH juga diukur untuk mengetahui pengaruhnya terhadap resistansi tanah. Komposisi campuran terbaik pada penelitian ini yaitu 75% arang tempurung kelapa dan 25% garam pada pengukuran di pagi hari dengan 4 elektroda yaitu 19,1 Ω .

Kata kunci : Elektroda Batang, Resistansi Tanah, Zat Aditif Arang Tempurung Kelapa Dan Zat Aditif Garam

ABSTRACT
ANALYSIS OF THE USE OF COCONUT SHELL CHARCOAL
AND SALT TO IMPROVE SOIL RESISTANCE ON ROD
ELECTRODES

By

Riko Alfiansyah Sinaga

The grounding system has an important role in protecting electrical equipment against excessive voltage surges. At certain location that have high soil resistance, soil treatment is generally carried out such as adding additives. Coconut shell charcoal and salt are additives that can be used to reduce soil resistance. Charcoal contains carbon chemical compounds which are conductive which can increase soil conductivity. Whereas salt has hygroscopic properties which means it easily absorbs water, so it can increasing the electrical conductivity of the soil. The addition of additives was varied with a concentration of 100% coconut shell charcoal, 75% coconut shell charcoal and 25% salt, 50% coconut shell charcoal and 50% salt, 25% coconut shell charcoal and 75% salt and 100% salt to provide a comparison of the resistance value. Composition difference of additives was made in order to get the smallest resistance value. Furthermore comparison of the number of electrodes used with a reduction of 4,3,2 and 1 was made to determine the effect of number of electrodes in soil resistance. As well as a comparison of the influence of temperature and pH are taken into account to obtain those effect in soil resistance. The best composition in this study is 75% coconut charcoal and 25% salt which measured in the morning using 4 electrodes is 19.1 Ω .

Keywords ; Driven rod, Soil Resistance Soil, Shell Charcoa additivel And Salt additve

Judul : ANALISIS PENGGUNAAN ARANG TEMPURUNG
KELAPA DAN GARAM DALAM PERBAIKAN
NILAI RESISTANSI TANAH PADA ELEKTRODA
BATANG

Nama Mahasiswa :Riko Alfiansyah Sinaga

NPM :1815031023

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik



Herhal

Riko P.

Dr. Herman Halomoan S, S.T.,M.T
NIP. 197111301999031003

Dr.Eng. Djah Permata, S.T., M.T.
NIP. 197404221999122001

2. Mengetahui

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi
Teknik Elektro**

Herlinawati

Herlinawati, S.T., M.T
NIP. 197103141999032001

Sumadi

Sumadi, S.T., M.T.
NIP. 197311042000031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Herman Halomoan S, S.T.,M.T



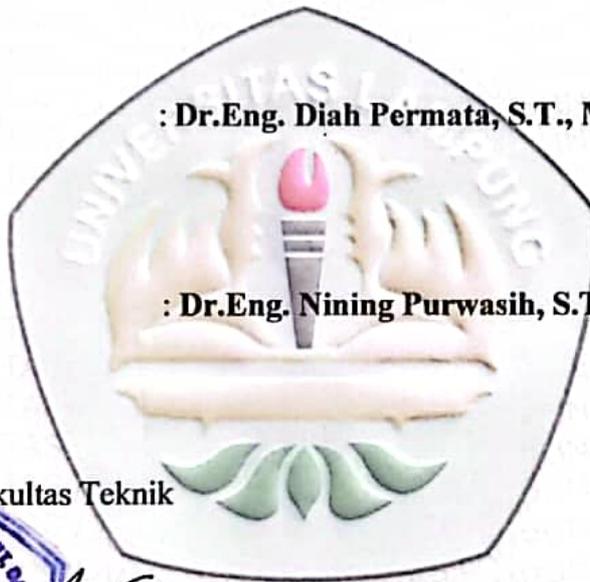
Sekretaris

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



Penguji

: Dr.Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. J
NIP. 197509282001121002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 9 Agustus 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ANALISIS PENGGUNAAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN GARAM DALAM PERBAIKAN NILAI RESISTANSI TANAH PADA ELEKTRODA BATANG” merupakan karya saya sendiri dan bukan karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi saya merupakan hasil penjiplakan atau dibuat orang lain, maka bersedia menerima sanksi sesuai dengan hukuman yang berlaku.

Bandar Lampung, 16 Oktober 2024



Riko Alfiansyah Sinaga
NPM. 181503105

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Kotabumi pada tanggal 12 April 2000.

Penulis merupakan anak sulung dari pasangan Bapak Dapot Sinaga, S.pd ,M.M dan Ibu Dra.Ratna Uli Purba.

Penulis lulus Sekolah Dasar di SDS Xaverius Kotabumi pada tahun 2012, lulus Sekolah Menengah Pertama di SMPS Xaverius Kotabumi pada tahun 2015, lulus Sekolah

Menengah Atas di SMA Negeri 2 Kotabumi pada tahun 2018. Penulis diterima di Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2018 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, Penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung (HIMATRO UNILA) sebagai anggota Departemen Pengembangan dan Keteknikian pada periode 2019 dan sebagai anggota Departemen Pengabdian Masyarakat pada periode 2020. Penulis aktif sebagai Asisten Laboratorium Teknik Konversi Energi jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2021 sampai tahun 2022. Penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT Haleyora Kotabumi pada tahun 2022 dan menyusun Laporan Kerja Praktik yang berjudul “ANALISIS PEMEBEBANAN PADA TRAFU PADA UPT 3 KOTABUMI.”

PERSEMBAHAN



Kupersembahkan karya ini kepada :

Allah SWT. Taburcinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi ini dapat terselasaikan.

Keluarga :

*Dapot Sinaga, S.pd ,M.M dan Ibu Dra.Ratna Uli Purba, S.Pd.,
Kakak Dan Adik Kak Risda Yunita Andestia
Sinaga,Debby Dan Damayanti Sinaga Dan Anggi
Fitriani Sinaga. Sebagai wujud cinta, kasih sayang, kaena selalu
memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi
ini.*

*Serta Dosen Pembimbing, Dosen Penguji, dan Civitas Jurusan
TeknikElektro Universitas Lampung, terimakasih telah memberikan
bimbingan, arahan, saran, dan ilmu yang sangat bermanfaat selama
perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini*

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”(QS Al-Insyirah: 6)

“Jadikan Hari ini lebih baik daripada semalam.”
(anonim)

“Seungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.” – (QS Ar Rad: 11)

“Kesuksesan tidak diukur dari seberapa sering Anda jatuh, tetapi seberapa sering Anda bangkit kembali.” (Vince Lombardi)
.”

“Tujuan tanpa tindakan hanyalah impian.” - Anonim

Sanwacana

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala karunia, hidayah, sertainayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“ANALISIS PENGGUNAAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN GARAM DALAM PERBAIKAN NILAI RESISTANSI”** Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penulis banyak mendapatkan bantuan baik ilmu, petunjuk, bimbingan, dan juga saran dari berbagai pihak selama penyusunan Skripsi ini. Penulis dalam kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Meizano Ardhi Muhammad, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
4. Bapak Sumadi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung
5. Ibu Yetti Yuniati S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu dan memberikan dukungan selama penulis melakukan kegiatan perkuliahan
6. Bapak Eng.Herman Halomoan S., S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing utama yang telah membimbing dan memberikan ilmu serta saran dalam penyusunan Skripsi ini.
7. Ibu Eng.Diah Permata, S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah membimbing dan memberikan ilmu serta saran

dalam penyusunan Skripsi ini.

8. Ibu Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan Skripsi ini.
9. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu selama Penulismenuntut ilmu di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
10. Staff Administrasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung
11. Ucok, Fandu, Arman, Alfian, Ridho dan lainnya selaku rekan Asisten Laboratorium Teknik Konversi Energi yang telah memberikan dukungan kepada Penulis.
12. Giovani, Mirza, Aris, Nizar, Bang Reksa, Mulya, Afra, Annisa dan lainnya selaku rekan yang selalu memberikan dukungan kepada Penulis.
13. Rekan-rekan Teknik Elektro dan Teknik Informatika Universitas Lampung Angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
14. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan Skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga Skripsi ini dapat membantu dan bermanfaat bagi semua pihak sebagai media pembelajaran. Tuhan memberkati, Amin.

Bandar Lampung, 16 Oktober 2024

Penulis,

Riko Alfiansyah Sinaga

NPM. 1815031023

DAFTAR ISI

JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
Sanwacana	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	16
1.1 Latar Belakang.....	16
1.2 Tujuan Penelitian.....	17
1.3 Manfaat Penelitian.....	18
1.4 Rumusan Masalah.....	18
1.5 Batasan Masalah.....	18
1.6 Sistematika Penulisan.....	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	20
2.1 Sistem Pentanahan.....	20
2.2 Resisivitas Pentanahan.....	21
2.3 Arang sebagai zat aditif pentanahan.....	22
2.4 Arang Tempurung Kelapa dan garam.....	25

2.5	Elektroda batang.....	28
2.6	Metode penanaman <i>driven rod</i>	31
2.7	Pengukuran metode 3 titik	33
BAB III METODE PENELITIAN.....		35
3.1	Waktu dan Tempat penelitian	35
3.2	Alat dan Bahan.....	35
3.3	Metodologi penelitian.....	35
3.3.1	Studi literatur	35
3.3.2	Pengumpulan alat dan bahan	36
3.3.3	Perancangan Pengujian.....	36
3.3.4	Pembuatan lubang pentanahan.....	36
3.3.5	Penanaman elektroda batang	36
3.3.6	Pengukuran Arang dan Garam.....	37
3.3.7	Penambahan zat aditif zat aditif.....	38
3.4	Pengukuran sistem pentanahan	39
3.5	Pengukuran Suhu dan pH pada tanah.....	43
3.6	Diagram Alir	44
BAB IV DATA HASIL		45
4.1	Komposisi Arang Batok kelapa terhadap Campuran Tanah.....	45
4.2	Resistansi Pentanahan.....	47
4.2.1	Pengukuran resi konsentrasi 100% Arang batok kelapa	47
4.2.2	Penggunaan Arang 75% dan Garam 25%	50
4.2.3	Pengukuran dengan menggunakan 50% Arang dan 50% Garam.....	52
4.2.4	Pengukuran dengan menggunakan 25% Arang dan 75% Garam.....	54

4.2.5	Pengukuran dengan menggunakan 100m %Garam	57
4.3	Perbandingan penggunaan Elektroda pada variasi konsentrasi	59
4.3.1	Penggunaan 4 elektroda batang terhadap resistansi pentanahan.....	59
4.3.2	Penggunaan 3 elektroda batang terhadap resistansi pentanahan	61
4.3.2	Penggunaan 2 Elektroda batang terhadap resistansi pentanahan	63
4.3.3	Penggunaan 1 elektroda batang terhadap resistansi pentanahan.....	65
4.4	Perhitungan dan pengukuran pada resistansi	67
4.4.1.	Perhitungan dengan menggunakan 4 Elektroda Batang	67
4.4.2.	Perhitungan dengan menggunakan 3 Elektroda Batang	68
4.4.3.	Perhitungan dengan menggunakan 2 elektroda Batang	69
4.4.4.	Pengukuran dengan menggunakan 1 elektroda batang	70
4.5.	Perbandingan Perhitungan dan percobaan pada pentanahan.....	72
4.6	Temperatur Tanah dan PH pada Resistansi tanah	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		78
5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....		79
LAMPIRAN.....		82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengaruh kelembaban, resistivitas tanah	22
Gambar 2.2 Arang Kayu.....	23
Gambar 2.3 Arang Tempurung kelapa	25
Gambar 2.4 Garam Nacl	26
Gambar 2.5 Elektroda batang.....	28
Gambar 2.6 Pentanahan sistem Driven Rod	32
Gambar 2.7 Pengukuran dengan 3 elektroda	33
Gambar 3. 1 Rangkaian pengukuran 3 titik pada earth tester	40
Gambar 3. 2 Pengukuran dengan 4 elektroda batang paralel	41
Gambar 3. 3 Pengukuran dengan 3 elektroda batang paralel	41
Gambar 3.4 Pengukuran dengan 2 elektroda batang	42
Gambar 3.5 Pengukuran dengan 1 elektroda	42
Gambar 3. 6 Pengukuran dengan menggunakan Moisture meter	43
Gambar 4.1 Resistansi tanah 4 elektroda pada 100% arang	48
Gambar 4.2 Resistansi tanah 3 elektroda pada 100% arang	48
Gambar 4.3 Resistansi tanah 2 elektroda pada 100% arang	49
Gambar 4.4 Resistansi tanah 1 elektroda pada 100% arang	49
Gambar 4. 5 Pengukuran 4 elektroda Arang 75% dan Garam 25%	50
Gambar 4. 6 Pengukuran 3 elektroda arang 75% dan Garam 25%	50
Gambar 4. 7 Pengukuran 2 elektroda arang 75% dan Garam 25%	51
Gambar 4. 8 Pengukuran 1 elektroda arang 75% dan Garam 25%	51
Gambar 4. 9 Pengukuran pada 4 elektroda 50% Arang dan 50% Garam	52

Gambar 4.10	Pengukuran pada 3 elektroda 50% Arang dan 50% Garam.....	53
Gambar 4. 11	Pengukuran pada 2 elektroda 50% Arang dan 50% Garam.....	53
Gambar 4.12	Pengukuran pada 1 elektroda 50% Arang dan 50% Garam.....	54
Gambar 4. 13	Pengukuran 4 Elektroda pada 25% arang dan 75% garam.....	55
Gambar 4.14	Pengukuran pada 3 Elektroda pada 25% arang dan 75% garam.....	55
Gambar 4. 15	Pengukuran pada 2 Elektroda pada 25% arang dan 75% garam.....	56
Gambar 4.16	Pengukuran pada 1 Elektroda pada 25% arang dan 75% garam.....	56
Gambar 4.17	Pengukuran pada 4 Elektroda pada 100% garam.....	57
Gambar 4. 18	Pengukuran pada 3 Elektroda pada 100% garam.....	57
Gambar 4. 19	Pengukuran pada 2 Elektroda pada 100% garam.....	58
Gambar 4. 20	Pengukuran 2 Elektroda pada 100% garam.....	58
Gambar 4.21	Pengukuran pada 1 Elektroda pada 100% garam.....	58
Gambar 4.22	Perbandingan 4 Elektroda pada konsentrasi	59
Gambar 4. 23	Perbandingan 3 Elektroda pada masing masing konsentrasi	61
Gambar 4.24	Perbandingan 2 Elektroda pada masing masing konsentrasi	63
Gambar 4.25	Grafik perbandingan 1 titik pada masing masing konsentrasi	65
Gambar 4.26	Grafik perhitungan pada masing masing konsentrasi.....	72
Gambar 4.27	Grafik perhitungan pada masing masing konsentrasi.....	73
Gambar 4.28	Perbandingan Resistansi vs suhu	75
Gambar 4.29	Perbandingan pH dan resistansi 4 elektroda	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Resitivitas tanah[1]	22
Tabel 2.2 Penambahan Garam terhadap nilai Resistivitas tanah	27
Tabel 2. 3 Dimensi Elektroda batang	28
Tabel 2. 4 Tabel nilai K.....	30
Tabel 2. 5 Rumus pada k pada variasi jumlah elektroda.....	30
Tabel 3. 1 Volume pada kombinasi konsentrasi arang dan garam.....	38
Tabel 4.1 Tabel volume pada kobinasi arang dan garam	45
Tabel 4.2 Perhitungan massa pada arang dan garam	46

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem Pentanahan adalah salah satu bagian penting dalam keamanan dan proteksi sistem tenaga listrik, sistem pentanahan berfungsi untuk mengalirkan arus gangguan listrik ke tanah. Sistem pentanahan mengalirkan arus gangguan dari jaringan listrik ataupun gangguan luar seperti petir ke dalam tanah dan disebarkan ke segala arah. Oleh karena itu sistem pentanahan dapat meminimalisir adanya gangguan stabilitas pada sistem tenaga listrik, kerusakan peralatan-peralatan listrik dan gangguan yang membahayakan manusia.

Berdasarkan standar PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) tahun 2000, besar nilai resistansi sistem pentanahan yang baik adalah jika nilai resistansi lebih kecil dari 5Ω [1]. Nilai resistansi pentanahan dipengaruhi beberapa faktor yaitu: jenis tanah, kadar garam suhu, pH, kelembaban tanah, dan zat kimia tanah. Pada daerah memiliki Resistivitas tinggi seperti tanah berpasir dan berbatu sering kesulitan untuk mendapatkan nilai resistansi pentanahan yang kecil sesuai standar.

Terdapat beberapa cara untuk menghasilkan nilai resistansi rendah menurunkan nilai resistansi pentanahan salah satunya dengan meningkatkan kelembaban dan kandungan zat aktif dalam tanah sekitar sistem pentanahan. Penggunaan zat aditif pada tanah dilakukan untuk memperbaiki komposisi kandungan kimiawi yang terkandung pada tanah sehingga memperbaiki nilai resistansi tanah tersebut. Zat aditif yang sering digunakan adalah bentonite, zeolite, magnesium, serbuk arang dan garam. Pemakaian zat aditif arang dan garam dikarenakan sifat ekonomis dibandingkan dengan zat lainnya.[2,3]

Pada penelitian ini menggunakan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan

garam. Penggunaan arang tempurung kelapa karena memiliki memiliki sifat konduktivitas listrik yang baik hal ini dikarenakan arang tempurung kelapa yang mengandung karbon yang cukup tinggi. Karbon merupakan zat yang timbulakibat pembakaran. Karbon merupakan unsur non logam dalam tabel periodik yang berada di golongan 4A. Dalam hal ini karbon dapat mengikat 4 elektron sehingga membentuk ikatan kovalen. Arang tempurung kelapa memiliki nilai karbon yang lebih baik dibandingkan dengan jenis arang lainnya seperti bonggol jagung, kakao dan sekam padi [4]. Selain itu arang memiliki sifat higroskopis yaitu kemampuan zat dapat mengikat unsur tanah dan meningkatkan daya hantar listrik ke tanah.

Selain menambahkan arang, penelitian juga akan dilakukan dengan menambahkan garam untuk menurunkan resistansi sistem pentanahan. Garam dapat terurai menjadi Na^+ dan Cl^- yang memiliki ion bebas yang akan meningkatkan konduktivitas tanah sehingga akan menurunkan resistansi pentanahan. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian dengan arang tempurung kelapa dengan garam dengan memvariasikan konsentrasi jumlah keduanya. Pentanahan dibuat menggunakan 4 elektroda tembaga yang dipasang secara paralel yang disambung dengan kawat tembaga dengan jarak yang sama kemudian pengujian dilakukan dengan menggunakan pengurangan pada tiap elektroda yang dipakai dari 4,3, 2 dan 1 . Pengambilan data dilakukan 35 hari pengukuran dengan 5 variasi berbeda dengan masing-masing variasi konsentrasi sebanyak 7 hari (1 minggu). Pengukuran tiap konsentrasi dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pagi, siang dan sore dan mengukur nilai pH dan temperatur Tujuan nya adalah untuk mendapatkan nilai resistansi yang baik dan pengaruh ph dan temperatur yang dihasilkan pada tanah.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Menganalisis pengaruh penambahan zat aditif arang tempurung kelapa dan garam ke tanah terhadap nilai resistansi dan Resistivitas pentanahan

2. Menganalisis pengaruh pengurangan 4 elektroda secara paralel terhadap resistansi pentanahan
3. Mengetahui pengaruh pH ,temperatur dan kelembapan terhadap nilai resistansi pentanahan

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut ini

1. Memperbaiki nilai resistansi pentanahan dengan menggunakan zat aditif berupa arang Tempurung kelapa dan garam terhadap nilai resistansi pentanahan.
2. mengetahui pengaruh konsentrasi yang digunakan pada arang tempurung kelapa dan garam dalam memperbaiki nilai resistansi
3. menganalisis pengaruh jumlah elektroda nilai resistansi pentanahan
4. Menganalisis pengaruh pH dan temperatur terhadap nilai resistansi pentanahan.

1.4 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menformulasikan konsentrasi arang tempurung kelapa dan garam terhadap perbaikan nilai resistansi pentanahan?
2. Bagaimana mendesain 4 elektroda tembaga yang dipasang secara paralel?
3. Bagaimana pengaruh pengurangan elektroda batang terhadap nilai resistansi pentanahan?
4. Bagaimana pengaruh waktu terhadap resistansi pentanahan
5. Bagaimana pengaruh temperatur dan Ph terhadap nilai resistivitas dan resistansi pentanahan?

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Tidak membahas proses kimiawi pada resitansi pentanahan
2. Tidak memperhitungkan ukuran partikel zat aditif yang digunakan
3. Penelitian ini menggunakan komposisi dari masing masing arang tempurung kelapa dan garam yaitu sebesar 0%,25%, 75%, 50% dan 100% pada

komposisi keduanya

4. Jarak antara 4 elektroda adalah sama yaitu 1 m.
5. Tidak membahas pengaruh penggunaan jenis elektroda batang yang digunakan

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dan pemahaman mengenai materi tugas akhir ini, maka tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab, yaitu:

BAB I. PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, tujuan, manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori tentang sistem pentanahan, Resistivitas tanah elektroda batang, arang tempurung kelapa, garam, metode 3 titik, dan NaCl terhadap tanah

BAB III. METODE PENELITIAN

Berisi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang langkah langkah dalam penelitian, metode dalam penelitian dan

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil penelitian pengaruh resistansi dan Resistivitas terhadap arang dan garam yang dilakukan dengan menggunakan metode secara paralel dan pembahasan pengaruh konsentrasi arang dan garam dalam memperbaiki nilai resistansi pentanahan.

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran-saran untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan merupakan system yang melindungi manusia dan peralatan dari lonjakan tegangan lebih yang terhubung pada sumber listrik. Tujuan pentanahan adalah untuk melepaskan arus petir atau arus gangguan ke dalam tanah sehingga dapat menjaga kestabilan sistem dan keamanan peralatan yang dialiri listrik selain itu fungsi system pentanahan adalah mendapatkan nilai resistansi yang kecil . Menurut PUIL 2000 nilai resistansi pada stasiun tenaga yang besar (≥ 10 kilovolt) $\leq 25 \Omega$, lalu stasiun tenaga yang kecil (≤ 10 kilovolt) 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 $\leq 25 \Omega$ [1]. Sistem pentanahan peralatan pada umumnya menggunakan dua jenis sistem konstruksi yaitu sistem grid (horizontal) dan sistem rod (vertikal). Sistem pentanahan grid adalah menanam batang elektroda sejajar dengan permukaan tanah sehingga dapat meratakan tegangan yang timbul. Sedangkan sistem rod ialah menanamkan elektroda secara vertikal tegak lurus kedalam tanah, berfungsi mengurangi tahanan pentanahan. Jadi yang membedakannya adalah cara peletakkan ke tanah pada elektroda.

Fitriani Sudrajat. et.al, 2019 metode pentanahan tipe grid merupakan metode pentanahan dengan jarak antar titik elektroda yaitu sebesar 2 m, panjang elektroda grid tersebut adalah 2,5 m, dan menggunakan zat aditif dengan tujuan memperbaiki nilai resistansi pada tanah. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa nilai tahanan resistansi tanah sebelum dilakukan penambahan zat aditif adalah sebesar 7 Ω , sedangkan nilai resistansi pentanahan setelah dilakukan penambahan arang sekam padi sebagai zat aditif mengalami perbaikan nilai menjadi 4,5 Ω . [5].

Ta'Ali. et.al, 2021 melakukan penelitian mengenai resistansi pentanahan menggunakan metode tipe rod. Pada penelitian ini menggunakan elektroda

batangberbahan besi dengan panjang elektroda sebesar 1 m dan lebar sebesar 18 mm. Pengukuran dilakukan pada tiga lokasi yaitu Bangunan Teknik Elektro Dan Elektronika, Teknik Otomotif dan Mesin serta Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Pada penelitian ini didapatkan nilai resistansi pada bangunan Teknik Elektro dan Elektronika UNP sebesar $48,3\Omega$, nilai resistansi pada bangunan Teknik Mesin dan Teknik Otomotif UNP sebesar $2,34 \Omega$, dan nilai resistansi pada bangunan Teknik Sipil UNP sebesar $2,52 \Omega$. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa nilai resistansi petanahan yang memenuhi standar PUIL yaitu sebesar >5 Ohm terdapat pada bangunan bangunan Teknik Mesin dan Teknik Otomotif UNP dan Teknik Sipil UNP.[5].

2.2 Resisivitas Pentanahan

Resistivitas tanah adalah nilai resistansi dari bumi yang menggambarkan konduktivitas listrik bumi dan didefinisikan sebagai tahanan dengan satuan ohm-meter (Ω -m). Resistivitas dilambangkan dengan (ρ). Tahanan jenis tanah dapat dihitung melalui persamaan berikut ini

$$\rho = 2\pi \alpha R_t \quad (2.1)$$

dimana:

ρ = Resistivitas rata-rata tanah (ohm-meter)

α = Jarak antara batang elektroda yang terdekat (meter)

R_t = Tahanan tanah terukur (ohm)

$\pi = 3,14$ atau $22/7$

Pada sistem pentanahan nilai Resistivitas pentanahan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Jenis tanah: liat, berpasir, berbatu dan lain-lain
2. Lapisan tanah: berlapis-lapis dengan tahanan jenis berlainan atau uniform
3. Kelembaban tanah
5. Temperatur
6. PH tanah
7. Kadar Garam

Untuk memperoleh nilai Resistivitas yang akurat diperlukan pengukuran secara

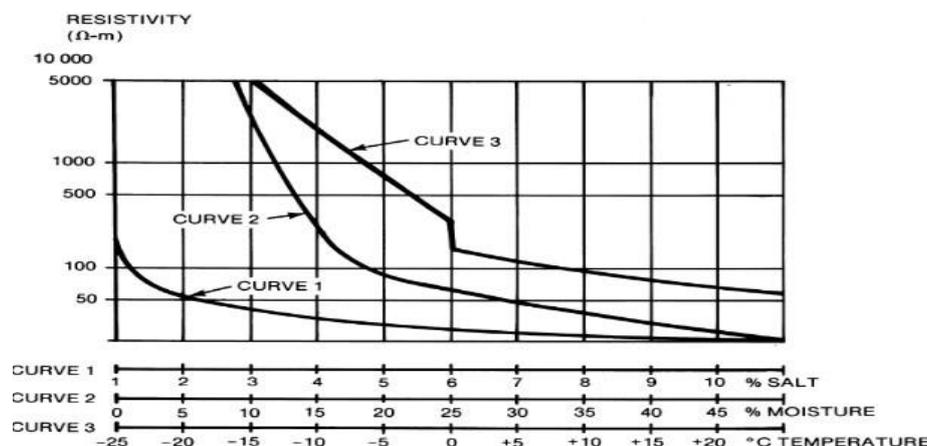
langsung pada lokasi, dikarenakan struktur tanah pada beberapa lokasi tidak sesuai maka didapatkan hasil yang tidak diinginkan. Pada lokasi tertentu sering dijumpai beberapa jenis tanah yang mempunyai resistivitas berbeda sehingga dibutuhkan perlakuan dalam menangani masalah tersebut. Dwi agus setiono et.al ,2019 menggunakan tanah tipe pasir dan kerikil menghasilkan nilai Resistivitas sebesar 1472,58 Ω .m pada musim kemarau, kandungan Resistivitas tanah pada sebesar 530,13 Ω .m musim hujan, kandungan air sebesar 22.26%, nilai pH berkisar 6,7-6,8, dan suhu 27,5⁰C [6].

Berikut merupakan besar nilai Resistivitas tanah terhadap jenis tanah yang dapat dilihat dari Tabel 1.

Tabel 2. 1 Resistivitas tanah[1]

Jenis Tanah	Resistivitas Tanah (Ω m)
Tanah Rawa	30
Tanah Liat dan Tanah Ladang	100
Pasir Basah	200
Kerikil Basah	250
Pasir dan Kerikil Kering	1000
Tanah Berbatu	3000

Berikut ini merupakan grafik perbandingan pengaruh kelembaban, temperatur dan kandungan garam terhadap resistivitas tanah.



2.3 Gambar 2. 1 Pengaruh kelembaban, temperatur dan kandungan garam terhadap resistivitas tanah

Arang adalah residu pada bahan yang dapat dibuat dari pembakaran berbagai limbah organik maupun anorganik. Arang yang digunakan dalam peningkatan resistansi tanah adalah jenis arang organik tumbuhan yang berasal dari pertanian dan perkebunan seperti sekam padi, tempurung kelapa, kulit buah kakao, serta juga kayu-kayuan. Arang mengandung karbon dimana memiliki sifat yang dapat meningkatkan nilai resistansi pada tanah karena disetiap pembakaran menghasilkan karbon memiliki sifat higroskopis yaitu kemampuan suatu benda yang memiliki daya serap tinggi.



Gambar 2. 2 Arang Kayu

Rian Dwi Cahyo et al, 2019 menggunakan arang kayu dan garam sebagai zat aditif untuk nilai tahanan pada tanah. Pada penelitian ini dilakukan pengujian pada jenis tanah lempung, tanah berpasir, dan tanah lempung bercampur pasir. Pada penelitian ini didapatkan bahwa komposisi campuran 10% arang dengan 90% garam menghasilkan penurunan tahanan tanah yang paling baik. Pada tanah jenis lempung bercampur pasir didapatkan penurunan nilai tahanan tanah menjadi $10,7\Omega$ sedangkan pada jenis tanah lempung didapatkan penurunan nilai tahanan menjadi $8,5\Omega$ [7]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Reza Heriansyah et al, 2021 menggunakan cangkang sawit dalam penurunan nilai tahanan dan elektroda batang variasi diameter yang digunakan adalah 10cm, 20cm, 30cm dan 50 cm pada jenis tanah gambut dan tanah liat didapatkan nilai pentanahan yaitu sebesar pada tanah jenis gambut adalah sebesar $4,32\Omega$ untuk tanah jenis liat didapat nilai resistansi sebesar $6,34\Omega$.

Wira jery et al ,2022 penelitian tentang arang sekam padi sebagai pembedaan nilai pentanahan menggunakan elektroda batang dengan kedalaman lubang pentanahan 1m dan 2m pada jenis tanah berpasir dan kerikil didapatkan nilai resistansi yang dihasilkan pada pentanahan dengan menggunakan arang sekam padi masih besar dengan resistansi 10,2 Ω nilai terbaik pada kedalaman 2 m. Namun dari penelitian tersebut penggunaan arang sekam padi masih belum terlalu baik hal ini dikarenakan nilai pentanahan yang masih besar yaitu 10,2 Ω [8].

Penelitian yang dilakukan oleh M. Iqbal Arsyad et al dengan Arang Tempurung Kelapa dengan menggunakan elektroda plat yang dipakai yaitu dengan sebagai zat aditif yang digunakan dengan menggunakan elektroda plat yaitu A= 30cm x 30cm , B =60 cm x 60 cm , C= 90 cm x 90cm dan D=120 cm x 120cm dan didapat nilai terbaik pada pentanahan dengan menggunakan elektroda plat pada bentuk D dengan nilai resistansi yang dihasilkan adalah sebesar 4,35 Ω .Dari penelitian tersebut didapatkan nilai resistansi dikarenakan nilai resistansi yang dihasilkan dengan menggunakan zat aditif dibawah 5 Ω [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Zainal abidin pada 2017 melakukan penelitian menggunakan arang kayu dan garam dalam memperbaiki nilai tahanan pentanahan didapatkan pentanahan air, garam dan arang dengan ukuran 5:2:1 menghasilkan rata-rata nilai tahanan 1,52 Ω pada tanah padas kondisi tanah basah dan rata-rata 2,43 Ω pada tanah dari penelitian tersebut didapatkan bahwa nilai tahanan pentanahan menggunakan arang dan garam menghasilkan nilai tahanan pentanahan yang baik dengan nilai resistansi yang dihasilkan dibawah 5 Ω [10].

Penelitian yang dilakukan oleh Liliana et al, 2021 menggunakan cangkang sawit sebagai soil treatment didapatkan nilai yang tidak maksimal nilai tahanan pentanahan sebesar 1058,2 Ω , 843 Ω , dan 564,4 Ω maka hasil yang didapatkan pada pentanahan tersebut sangat buruk dengan nilai resistansi diatas 5 Ω . Dengan menggunakan metode 3 titik pada pentanahan yang digunakan [11].

Yusuf aslan et al melakukan penelitian dengan menggunakan arang kayu bakau sebagai penurun nilai tahanan pentanahan dengan menggunakan tipe elektroda plat dengan ukuran luas bervariasi mulai dari 15x15 cm hingga 60x60 cm pada

kedalaman 120 cm pada tipe tanah jenis tanah liat dan gambut didapatkan nilai pentanahan didapatkan nilai resistansi pentanahan pada penelitian ini adalah didapatkan nilai resistansi sebesar arang kayu bakau nilai resistansi turun menjadi $3,53\Omega$ pada tanah gambut dan $4,50 \Omega$ pada tanah liat yang dibiarkan selama 3 hari. Dari didapatkan nilai tahanan yang baik pada jenis tanah liat dan gambut dengan menggunakan tipe jenis elektroda plat didapatkan hasil resistansi yang baik dengan nilai pentanahan yaitu sebesar $3,53 \Omega$ dan $4,50 \Omega$ pada jenis tanah liat dan gambut [12].

2.4 Arang Tempurung Kelapa dan garam

Tempurung kelapa memiliki unsur 74.3% karbon, 21.9 % oksigen, 0.2 % silika, 1.4 % kalium, 0.5 % sulfur, dan 1.7 % posfor. Arang Tempurung kelapa adalah residu yang berasal dari tempurung kelapa. Kandungan karbon dalam arang tempurung kelapa cukup tinggi dibandingkan kandungan karbon bonggol jagung, gabah padi dan tempurung buah coklat (12 – 20% C). Resistivitas adalah salah satu faktor yang menentukan resistansi suatu bahan zat aditif.



Gambar 2. 3 Arang Tempurung kelapa

Garam adalah jenis senyawa ionik yang terbuat dari ion positif (+) dan ion negatif (-) dari reaksi asam dan basa sehingga membuat senyawa yang netral (tanpa muatan). Garam memiliki beberapa jenis diantaranya yaitu NaCl, CaCO₃, MgCl₂, MgSO₄, dll. Pada penelitian ini menggunakan garam jenis NaCl, hal ini dikarenakan garam ini merupakan jenis garam yang sering digunakan dalam

kehidupan sehari-hari juga bersifat ekonomis. Garam jenis ini yang terbentuk dari komponen ionik yaitu Na^+ dan Cl^- sehingga membentuk senyawa NaCl . NaCl pada penelitian ini bersifat elektrolit dimana sifat elektrolit dapat menghantarkan arus listrik ke tanah sehingga dapat meningkatkan konduktivitas atau daya hantar listrik di dalam tanah. Garam jenis NaCl ini memiliki kepadatan 0,8 – 0,9, dengan titik lebur pada tingkat suhu 801°C , dan sifat higroskopis yang berarti mudah menyerap air[13]. Selain itu garam memiliki sifat yang dapat mengikat tanah sehingga dapat mengubah komposisi tanah menjadi lebih padat meningkatkan konduktivitas listrik dari suatu tanah. Penggunaan dari kadar garam dalam tanah dapat meningkatkan nilai Resistivitas pentanahan sudah sering dilakukan biasanya garam dikombinasikan dengan zat aditif lainnya ataupun menggunakan garam itu sendiri. Zat aditif yang sering dikombinasikan dengan menggunakan garam seperti arang, zeolit, bentonit, magnesium dan serbuk arang dalam meningkatkan kemampuan garam meningkatkan nilai resistansi pentanahan.



Gambar 2. 4 Garam Nacl

Zia Ulhaq et al pada tahun 2021 melakukan penelitian penggunaan garam pada menggunakan NaCl dengan perbandingan dengan air yaitu 1:1 pada jenis tanah gambut didapatkan keadaan kering tanpa garam pada kedalaman 100 cm = $35,88 \Omega$, kedalaman 200 cm = $5,9 \Omega$, dan kedalaman 300 cm = $4,4 \Omega$ dan pada kondisi kering dengan garam pada kedalaman 100 cm = $10,49 \Omega$, kedalaman 200 cm = $4,50 \Omega$, dan kedalaman 300 cm = $3,78 \Omega$. Sedangkan

pada kondisi tanah gambut basah tanpa garam kondisi tanah gambut basah dengan garam pada kedalaman 100 cm = 9,75 Ω , kedalaman 200 cm = 4,11 Ω dan kedalaman 300 cm = 3,47 Ω [13]. Hal ini karena kandungan pada garam yang bersifat elektrolit yang dapat menghantarkan listrik dan larut dalam air sehingga meningkatkan nilai resistansi yang dihasilkan sesuai dengan standar IEEE.[13]

Aris munamar et al 2013 melakukan penelitian dengan menggunakan garam sebagai perbandingan nilai penambahan garam (gram) terhadap nilai Resistivitas tanah didapatkan nilai Resistivitas tanah terhadap penambahan garam dapat dilihat dari Tabel 2 [14]

Tabel 2.2 Penambahan Garam terhadap nilai Resistivitas tanah

No	Penambahan garam (gram)	ρ tanah (Ω -m)
1.	100	51,425
2.	200	25,889
3.	300	13,949
4.	400	8,707
5.	Rata rata	26,286

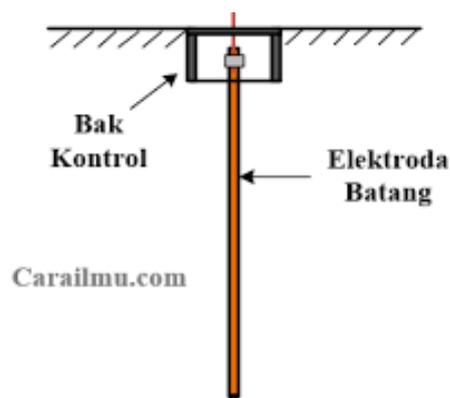
Penurunan tahanan tanah terjadi sebesar rata-rata 48% dari nilai semula pada pertambahan berat garam 400 gram, namun pada penambahan penggunaan disebabkan oleh sifat larutan garam yang dapat menjadi butiran garam kembali sehingga sulit menembus pori-pori tanah, jadi larutan air saja yang meresap ke dalam pori-pori tanah sehingga efek penambahan garam kurang efektif sehingga ditambah zat lain yaitu arang tempurung kelapa sebagai bahan zat aditif yang digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh M.Iqbal arsyad et al, 2021 yang melakukan penelitian penggunaan arang Tempurung kelapa terhadap elektroda plat dalam penelitian ini menghasilkan nilai tahanan pentanahan dengan hasil pentanahan yaitu sebesar pada ukuran elektroda plat sebesar 120 x 120 cm yaitu sebesar 4,35 Ω dan hari terakhir sebesar 4,02 Ω turun sebesar 7,6%[9].

Taqwallah A.et.al, 2020 melakukan penelitian tentang pengaruh arang tempurung kelapa dan garam pada pentanahan tabung yang berisi tanah dan elektroda batang sepanjang 120 cm pada variasi kedalaman yaitu sebesar 10

cm-110 cm dengan selisih 20 cm pada rasio yang digunakan .Penelitian ini menghasilkan nilai resistansi pada kondisi kering terbaik pada kedalaman 110 cm yaitu sebesar 0,2 ohm sedangkan saat kondisi basah yaitu sebesar 0,1 ohm.

2.5 Elektroda batang

Elektroda yang berasal bahan-bahan seperti tembaga, bahan tanah karat (*stainless steel*) atau baja yang digalvanis(*galvanized steel*). Elektroda batang biasanya ditanam pada tanah dengan cara ditancapkan tegak lurus panjangnya disesuaikan dengan besar nilai bahan tersebut. Besar elektroda batang bergantung pada panjangnya dan sedikit bergantung pada ukuran penampangnya. Jika dilakukan pengukuran maka elektroda digunakan untuk memperoleh resistansi pembumian yang rendah, jarak antara elektroda tersebut minimum atau elektroda bantu harus dua kali panjang elektrodanya.



Gambar 2. 5 Elektroda batang

Ukuran standar dimensi dan diameter dari elektroda batang dapat dilihat dari tabel berikut ini.

Tabel 2. 3 Dimensi Elektroda batang

	ELEKTRODA BATANG
--	-------------------------

NO	Diamater (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

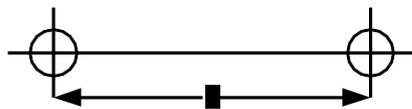
Pada elektroda batang dapat dihitung nilai tahanan elektroda pentanahan melalui persamaan

a. Jika menggunakan 1 elektroda batang maka didapatkan

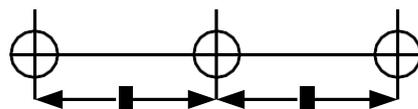
$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln\left(\frac{4l}{a}\right) - 1 \right) \quad (2.5)$$

Beberapa konfigurasi pemasangan elektroda batang lebih dari satu sebagai berikut :

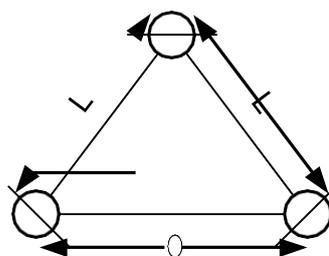
a. Konfigurasi *double straight*



b. Konfigurasi *triple straight*

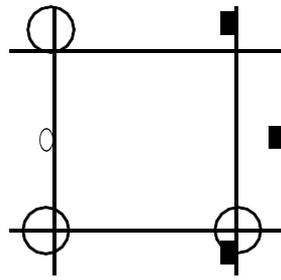


c. Konfigurasi *Triangle*

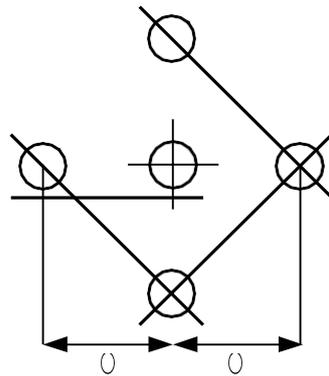


d. Konfigurasi *Square*





e. Konfigurasi *crosscircle*



Untuk menghitung tahanan pembumian total (R_{pt}) konfigurasi diatas, maka dipakai rumus :

$$R \text{ total} = \frac{\rho \times k}{2\pi l} \times \text{Faktor Pengali konfigurasi} \quad (2.6)$$

k = Faktor pengali elektroda batang tunggal.

Faktor Pengali elektroda batang tunggal (k)

Tabel 2. 4 Tabel nilai K

ρ/r	20	200	2000	20000
k	3	5,3	7,6	9,9

Misalkan: $l = 1,5\text{m} = 1500 \text{ mm}$; $r = 7 \text{ mm}$; maka nilai $k = \frac{1250}{7} = 214,3 \text{ mm}$,

maka $k = 5,3$ Rumus yang digunakan pada penggunaan 2 elektroda atau lebih

Tabel 2. 5 Rumus pada k pada variasi jumlah elektroda

Double triple Triagle Squire

	Straight	Straight	Straight	Straight
Jumlah	2	3	3	4
F	$\frac{1+m}{2}$	$\frac{1-2+2m^2}{3-4m+n}$	$\frac{1+2m}{3}$	$\frac{1+2m+q}{4}$

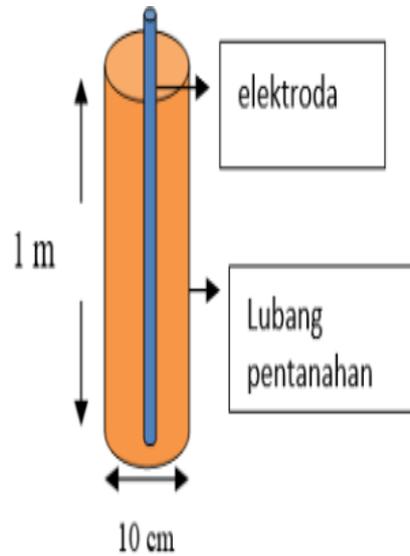
$$x = \frac{1+l}{l}; y = \frac{l+2l}{l}; z = \frac{1+2l}{2l} \quad (2.7)$$

$$m = \frac{\ln x}{\ln x \frac{l}{r}}, \frac{\ln x}{\ln x \frac{l}{r}}; q \text{ adalah } = \frac{\ln z}{\ln x \frac{l}{r}} \quad (2.8)$$

Ashar Arifin et. al, 2020 melakukan penelitian dengan menghubungkan elektroda batang secara paralel dan tunggal. elektroda tunggal sebesar 13 Ω , elektroda hubung paralel sebesar 6,2 Ω dan elektroda hubung paralel dengan media arang sebesar 5,2 Ω . Hasil perhitungan nilai resistivitas tanah elektroda tunggal sebesar 19.35 Ω -m elektroda hubung paralel sebesar 9.228 Ω -m dan elektroda hubung parallel dengan media arang sebesar 7.74 Ω -m.[15]

2.6 Metode penanaman *driven rod*

Metode penanaman dengan menggunakan *driven rod* merupakan metode yang menggunakan elektroda batang yang dipasang secara vertikal dengan sudut sebesar 45⁰ atau secara tegak lurus dan salah satu ujungnya lancip yang memiliki kelancipan sebesar (45 \pm 5)⁰. Metode pengukuran ini tidak membutuhkan lahan yang luas untuk penanaman elektroda batang dan lebih praktis daripada menggunakan tipe elektroda jenis counterpoise ataupun grid. Pengukuran dengan tipe *driven rod* ini menggunakan elektroda batang sebagai media penghantar dalam mengukur nilai pentanahan [16].



Gambar 2. 6 Pentanahan sistem Driven Rod

Nilai pentanahan pada sistem driven rod ini dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini

- a. Dengan menggunakan 1 elektroda pentanahan dengan panjang L dan d

$$\text{➤ } R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1 \right) \quad (2.8)$$

$$\text{➤ } \rho = \frac{2\pi LR}{\left(\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1 \right)} \quad (2.9)$$

- b. dua batang elektroda $s > L$, dengan jarak s

$$\text{➤ } R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1 \right) + \frac{\rho}{2\pi s} \left(1 - \frac{L^2}{s^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \dots \right) \quad (2.10)$$

$$\text{➤ } \rho = \frac{2\pi L}{\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1 + \frac{\rho}{2\pi L} \left(1 - \frac{L^2}{s^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \dots \right)} \quad (2.11)$$

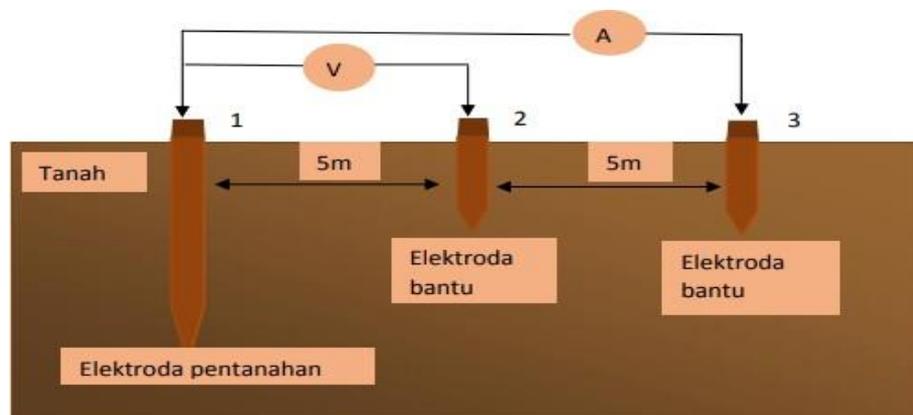
dua batang elektroda $L > s$, dengan jarak L

$$\text{➤ } R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln\left(\frac{4L}{a}\right) + \ln\left(\frac{4L}{s}\right) - 2 + \frac{s}{2L} + \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{516L^4} \right) \quad (2.12)$$

Arifin A., 2020 melakukan penelitian dengan menghubungkan elektroda batang secara paralel dan tunggal. elektroda tunggal sebesar 13Ω , elektroda hubung paralel sebesar $6,2 \Omega$ dan elektroda hubung paralel dengan media arang sebesar $5,2 \Omega$. Hasil perhitungan nilai Resistivitas tanah pentanahan elektroda tunggal sebesar $19.35 \Omega\text{-m}$ elektroda hubung paralel sebesar $9.228 \Omega\text{-m}$ dan elektroda hubung paralel dengan media arang sebesar $7.74 \Omega\text{-m}$ [17]

2.7 Pengukuran metode 3 titik

Pengukuran sistem pentanahan menurut ANSI/IEEE std 80-2000 terdapat beberapa dua metode yaitu, metode 4 titik/ metode *Werren* dan metode tiga titik. Metode 3 titik merupakan teknik pengukuran dengan menggunakan 1 elektroda bantang yang dibantu dengan 2 elektroda bantu dimana elektroda yang digunakan adalah tipe elektroda batang. Pada penelitian ini menggunakan tipe elektroda jenis tembaga yang akan disambungkan ke 2 elektroda bantu yang terhubung dengan *earth tester*.



Gambar 2. 7 Pengukuran dengan 3 elektroda

Penggunaan dengan menggunakan metode 3 titik ini memiliki kelebihan yaitu tidak memerlukan lahan yang luas dalam pengukuran. jarak antara keduanya yaitu sebesar r sedangkan jarak antara elektroda pentanahan dengan elektroda bantu yang paling ujung adalah sebesar $2r$ dimana elektroda bantu yang ada ditengah berfungsi untuk mengamati tegangan pada kedalaman tertentu dengan hanya mengukur tegangan di permukaan tanah. Dengan mengetahui arus injeksi dan tegangan dielektroda bantu tengah maka kita mendapatkan nilai tahanan pentanahan tanah pada kedalaman tertentu.

Ramadhan et al , 2016 penggunaan arang dan garam menggunakan metode parit melingkar Pada penelitian ini dengan memvariasikan jarak dua elektroda batang dengan jarak 0.2 m–1.2 m dan penambahan jumlah elektroda sebanyak empat elektroda batang pentanahan kemudian dengan parit melingkar diisi arang dan

garam pada massa 60Kg. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai tahanan pentanahan pada jarak 0.2 m – 1.2 m berturut – turut 569 Ω , 530.2 Ω , 495.2 Ω , 461 Ω , 456.6 Ω dan 434.4 Ω Kemudian dengan variasi jumlah elektroda didapatkan hasil pengukuran untuk dua elektroda batang pentanahan sebesar 622 Ω , tiga elektroda 513.2 Ω dan empat elektroda sebesar 434.4 Ω . Selanjutnya setelah parit melingkar diisi dengan arang dan garam pada massa 60 Kg didapatkan nilai penurunan yang signifikan yaitu dua elektroda pentanahan sebesar 174.8 Ω , pada tiga elektroda 151.2 Ω , dan empat elektroda didapatkan nilai tahanan pentanahan elektroda batang paralel sebesar 103.9 Ω . [18]

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian dan penulisan laporan ini dimulai pada Mei 2023 yang dilakukan di sekitar Gedung H Teknik dan disekitar Laboratorium terpadu Elektro

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. 4 Buah batang elektroda tembaga dengan panjang 1,2 m dan diameter 14 mm
2. Satu set alat ukur *Digital Earth Tester* merk Kyoritsu 4105 A dan 2 buah pasak besi, dan juga 3 buah kabel digunakan untuk mengukur resistansi pbumian melalui batang elektroda pbumian yang telah ditanam.
3. Meteran yang digunakan dalam pengukuran jarak pasak besi dengan menggunakan *Earth Tester*
4. Kawat tembaga diameter 15mm
5. Arang Tempurung Kelapa
6. Garam NaCl
7. Timbangan Digital
8. Linggis, pacul, dan bor biopori digunakan untuk menggali lubang pada tanah.
9. *Moisture meter*

3.3 Metodologi penelitian

Adapun metodologi penelitian ini adalah sebagai berikut ini

3.3.1 Studi literatur

Studi literatur merupakan kegiatan untuk mencari dan mendapatkan informasi sebanyak mungkin mengenai penelitian yang akan dilaksanakan. Penulis mengacu kepada buku-buku dan jurnal dalam menyelesaikan penelitian. Selain itu, penulis juga melakukan studi literatur melalui bimbingan dengan dosen pembimbing selama melakukan penelitian dan menulis skripsi. Studi literatur dilakukan dengan menggunakan penelitian penelitian sebelumnya pada jurnal yang dibutuhkan

- a. Sistem pentanahan
- b. Karakteristik Arang Tempurung kelapa
- c. Karakteristik NaCl
- d. Karakteristik jenis-jenis tanah
- e. Elektroda batang dan elektroda paralel

3.3.2 Pengumpulan alat dan bahan

Pengumpulan alat dan bahan diperlukan karena berguna dalam langkah selanjutnya yaitu perancangan penelitian Alat dan bahan tersebut yaitu yang tertera pada sub bab 3.2. Setelah alat dan bahan terkumpul maka dilakukan tahapan selanjutnya yaitu perancangan pengujian pada pentanahan.

3.3.3 Perancangan Pengujian

Perancangan pengujian dilakukan sebelum pengambilan data berupa pembuatan lubang pentanahan, penanaman batang elektroda dan penambahan arang dan garam sebagai bahan zat aditif penurun resistansi. pengujian dilakukan dengan melakukan pembuatan lubang pada elektroda , penanaman elektroda , pengukuran resistansi pentanahan, pengukuran massa pada zat aditif pentanahan, dan memperbesar partikel dari zat aditif

3.3.4 Pembuatan lubang pentanahan.

Pembuatan lubang pentanahan dibuat bertujuan untuk menanamkan batang elektroda. Pembuatan lubang dibuat pada kedalaman 1,2 m dan dengan diameter 10 cm dengan menggunakan bor bipori dengan jarak antar elektroda yaitu sebesar 1m pada elektroda pentanahan. Pada peneltian ini menggunakan elektroda batang dengan diameter 15 cm dengan melakukan 5 variasi pengujian pada pentanahan.

3.3.5 Penanaman elektroda batang

Penanaman elektroda batang dilakukan menggunakan tipe elektroda batang jenis tembaga dengan diameter dan panjang pada yaitu sebesar 1,5 m dan diameter sebesar 15 mm sebanyak 4 buah yang dilakukan dengan menggunakan alat bantu bor biopori dalam membuat lubang pentanahan

elektroda yang digunakan panjang bor biopori yang digunakan adalah sebesar 2,5 m pada panjang elektroda bantu 1 dan 10 m dari elektroda bantu 2. Elektroda bantu yaitu pasak dari besi berukuran 10 cm dengan bentuk T. Elektroda batang pentanahan dihubungkan dengan menggunakan kawat jenis tembaga dengan Panjang kawat tembaga yang digunakan yaitu sebesar 4 m yang menghubungkan elektroda 1,2,3, 4 dan 5 pada penelitian yang akan dibuat.

3.3.6 Pengukuran Arang dan Garam

Sebelum penambahan arang tempurung kelapa dan garam dalam pengujian, ditentukan banyaknya arang dan garam dalam hal ini arang yang digunakan dalam penelitian dibuat serbuk terlebih dahulu dengan menghaluskan arang batok yang digunakan. Garam yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan garam kasar hal ini dikarenakan garam kasar yang bersifat ekonomis

dengan menghitung volume lubang. Lubang untuk penelitian ini dibentuk menyerupai tabung, dengan $r = 7,5$ cm dan $t = 150$ cm. Dengan menggunakan rumus volume tabung didapatkan

$$V = \pi r^2 t \quad (3.1)$$

$$V = 3,14 \times 7,5^2 \times 150$$

$$V = 31,4 \times 25 = 26493,75 \text{ cm}^3$$

Maka nilai masing masing konsentrasi pada tiap tiap volume didapatkan nilai berikut ini

- a) Volume arang 100% didapatkan nilai

$$V = 26493,75 \text{ cm}^3 = 0,026494 \text{ m}^3$$

- b) Voume arang pada 75% arang dan 25 % garam didapatkan nilai massanya adalah

$$V = 26493,75 \text{ cm}^3 \times 75\% = 19870,31 = 0,01987 \text{ m}^3$$

Sedangkan 25% arang didapatkan nilai volume sebesar

$$V = 26493,75 \text{ cm}^3 \times 25\% = 26493,75 \times 25\% = 0,006623,44 \text{ m}^3$$

Maka nilai volume dapat dilihat dari tabel 3.1 berdasarkan dari data dibawah ini

Tabel 3. 1 volume pada kombinasi konsentrasi arang dan garam

Konsentrasi arang	Konsentrasi garam	Volume arang pada tabung (m ³)	Volume garam pada tabung (m ³)
100%	0%	0,025	0
75%	25%	0,020	0,0066
50%	50%	0,0013	0,0133
25%	75%	0,0067	0,020
0%	100%	0	0,025

Berdasarkan tabel 3.1 perhitungan didapatkan nilai volume tabung pada masing masing konsentration arang dan garam pada masing masing konsentration yaitu 100% arang ; 75% dan 25% ; 50% dan 50% keduanya dan 25% dan 75% garam dan 100% garam yaitu 26493,75 cm³ ;19870,31 cm³; 13246,8 cm³ ; 6623,43 cm³ dan seterusnya.

3.3.7 Penambahan zat aditif zat aditif

Penambahan zat aditif dilakukan dengan menggunakan 3 kali pengujian antara lain yaitu sebagai berikut ini

1. Perlakuan penambahan 100% arang
2. Perlakuan penambahan 75% arang dan 25% garam
3. Perlakuan penambahan 50% arang dan 50% garam
4. Perlakuan penambahan 25% arang dan 75% garam
5. Perlakuan 100% Garam

Perlakuan masing masing pengujian dilakukan dengan pembuatan secara langsung dengan 4 elektroda batang dengan menggunakan jenis tanah lempung dan berpasir pada penelitian ini. Masing - masing lubang yang dibuat

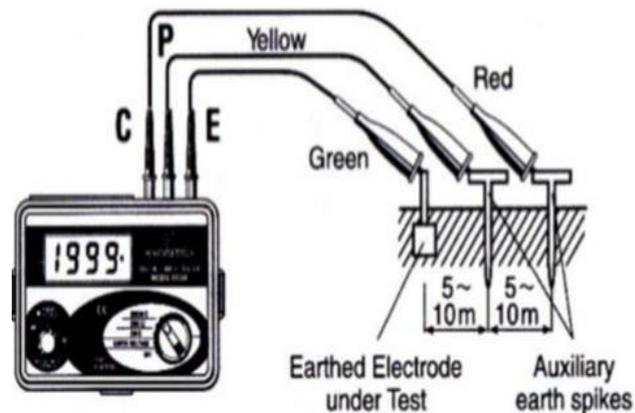
dalam pentanahan dalam penelitian ini menggunakan 5 perlakuan diatas dimanapengujian 1 sampai pengujian dilakukan dengan secara bergantian dalam penambahan zat aditif yang akan digunakan dalam penelitian ini.

3.4 Pengukuran sistem pentanahan

Pengukuran pentanahan dalam penelitian ini menggunakan Digital Earth Tester Kyoritsu model 4105A dengan menggunakan metode 3 titik. Pengukuran dilakukan dengan cara berikut ini:

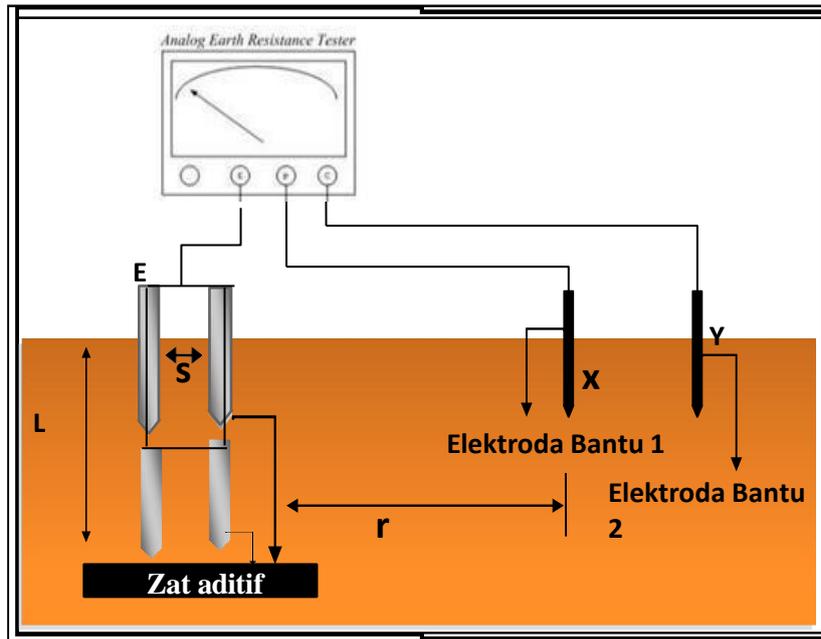
1. Hubungkan panel berwarna hijau pada elektroda pentanahan yang akan diukur, panel berwarna kuning pada elektroda bantu 1 dan panel berwarna merah pada elektroda bantu.
2. Elektroda pentanahan dan elektroda bantu harus satu garis.
3. Untuk memastikan bahwa baterai masih dapat digunakan, baterai dapat dicek dengan cara melihat indikator baterai pada layar LCD. Jika pada layar LCD muncul indikator baterai maka baterai tersebut sudah harus diganti.
4. Mengukur tegangan tanah (Earth voltage) dengan cara sebagai berikut:
5. Set selector switch pada posisi V, besar tegangan E_v dibaca pada galvanometer.
6. Bila $E_v < 3$ volt, pengukuran tahanan pentanahan dapat dilakukan.
7. Bila $E_v > 3$ volt, pengukuran tahanan pentanahan tidak dapat dilakukan atau akan terjadi error. Jarak elektroda E dan P memiliki jarak maksimal yang harus diperhatikan yaitu (5-10 meter).

Set selector switch pada posisi 2000Ω kemudian tekan tombol Press to test dan memutar kekanan sampai lampu indikator pengukuran menyala. Menurunkan set selector switch pada posisi 200Ω dan 20Ω saat nilai Elektroda pentanahan dan elektroda bantu harus satu garis

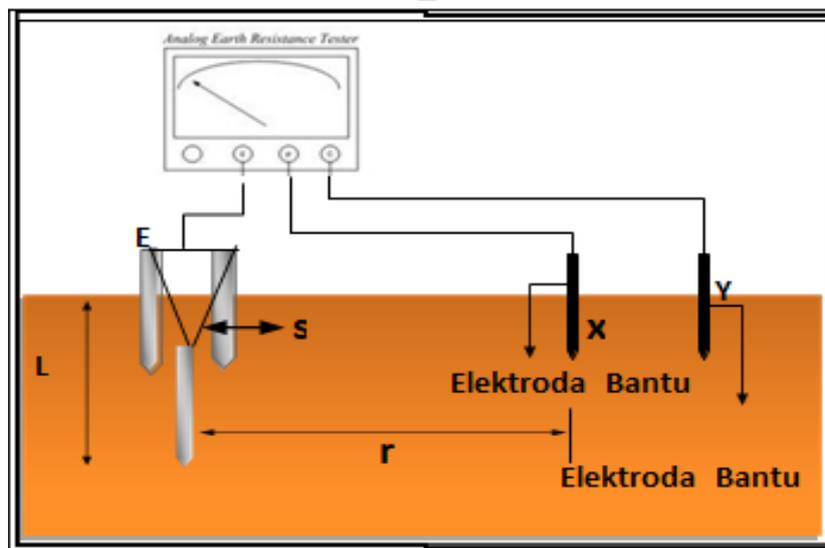


Gambar 3. 1 Rangkaian pengukuran 3 titik pada *earth tester*

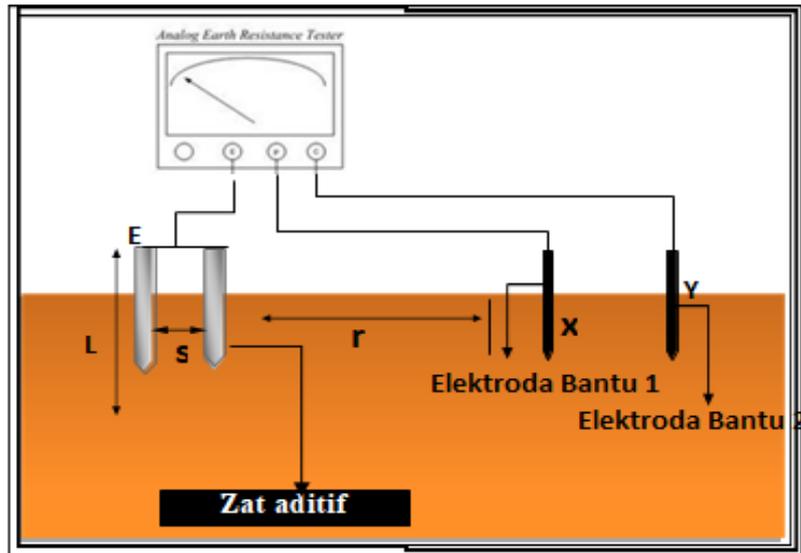
Berikut adalah rangkaian yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan zat aditif berupa arang tempurung kelapa. Pengukuran dengan menggunakan 4 Elektroda secara paralel dengan menggunakan elektroda jenis tembaga yang berdiameter sebesar 15 mm dengan panjang masing-masing dari elektroda yaitu sebesar 150 cm pada tiap-tiap elektroda yang digunakan pada. Jarak antara elektroda bantu 1 dan elektroda bantu 2 sebesar 5 m sedangkan jarak pada elektroda pentanahan dengan elektroda bantu 2 adalah 10 m. Fungsi dari elektroda bantu 1 adalah sebagai penengah antara elektroda pentanahan dan elektroda bantu 2. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan zat aditif. Zat aditif digunakan dengan menambahkan tiap-tiap lubang pentanahan yang akan diparalelkan yang akan berbentuk sebuah persegi. Pengukuran nantinya menggunakan earth tester sebagai penunjuk nilai resistansi yang dihasilkan dalam pengukuran ini diharapkan nilai pentanahan yang dihasilkan nilai resistansi terbaik.



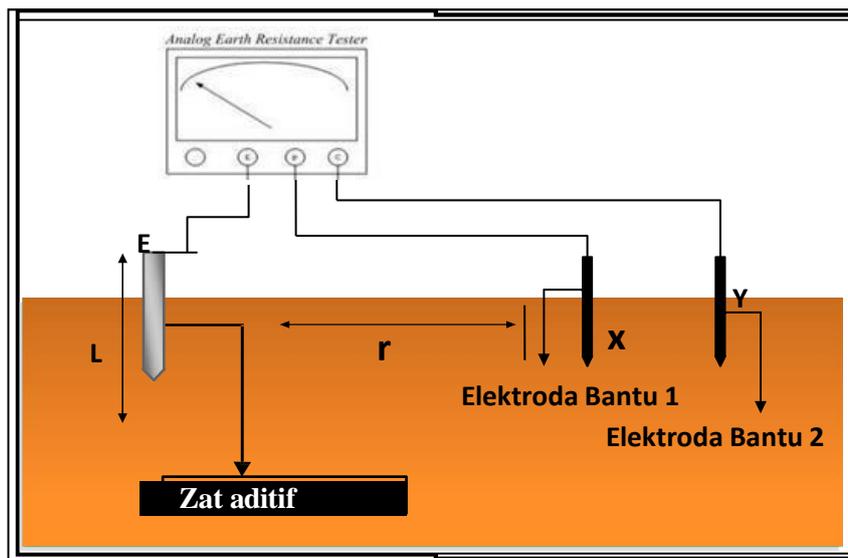
Gambar 3. 2 Pengukuran dengan 4 elektroda batang paralel



Gambar 3. 3 Pengukuran dengan 3 elektroda batang paralel



Gambar 3.4 Pengukuran dengan 2 elektroda batang



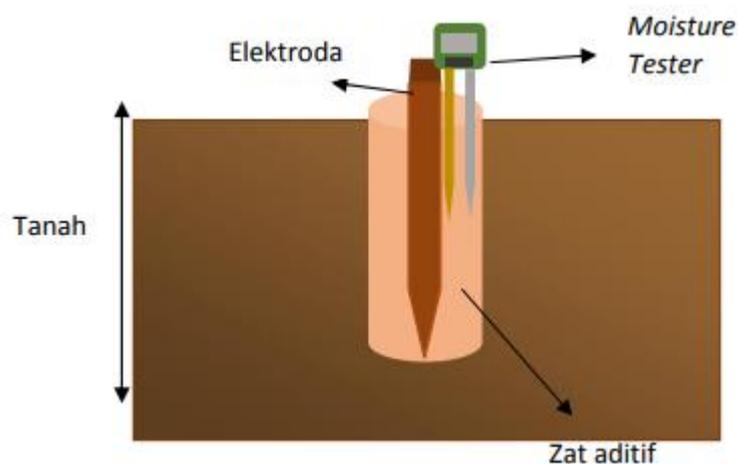
Gambar 3.5 Pengukuran dengan 1 elektroda

Pengukuran nilai tahanan pentanahan akan diukur selama 3 kali dalam sehari yaitupada pukul 07.00, 12.00 WIB dan 16.00 WIB selama 35 hari berturut-turut. Pada masing masing variasi zat aditif yang digunakan pada 5 variasi pengujian. Pengukuran dengan menggunakan elektroda batang yang digunakan degan menggunakan *earh tester* pada pentanahan yang akan diukur. Pengukuran ini dilakukan dengan melihat pengaruh nilai resistansi terhadap jumlah elektroda yang digunakan terhadap variasi kombinasi yang

dilakukan yaitu 100% arang tempurung kelapa , 75% arang tempurung kelapa dan 25% garam ; 50 arang tempurung kelapa dan 50% garam ; 25% arang tempurung kelapa dan 75% garam dan 100% garam.

3.5 Pengukuran Suhu dan pH pada tanah

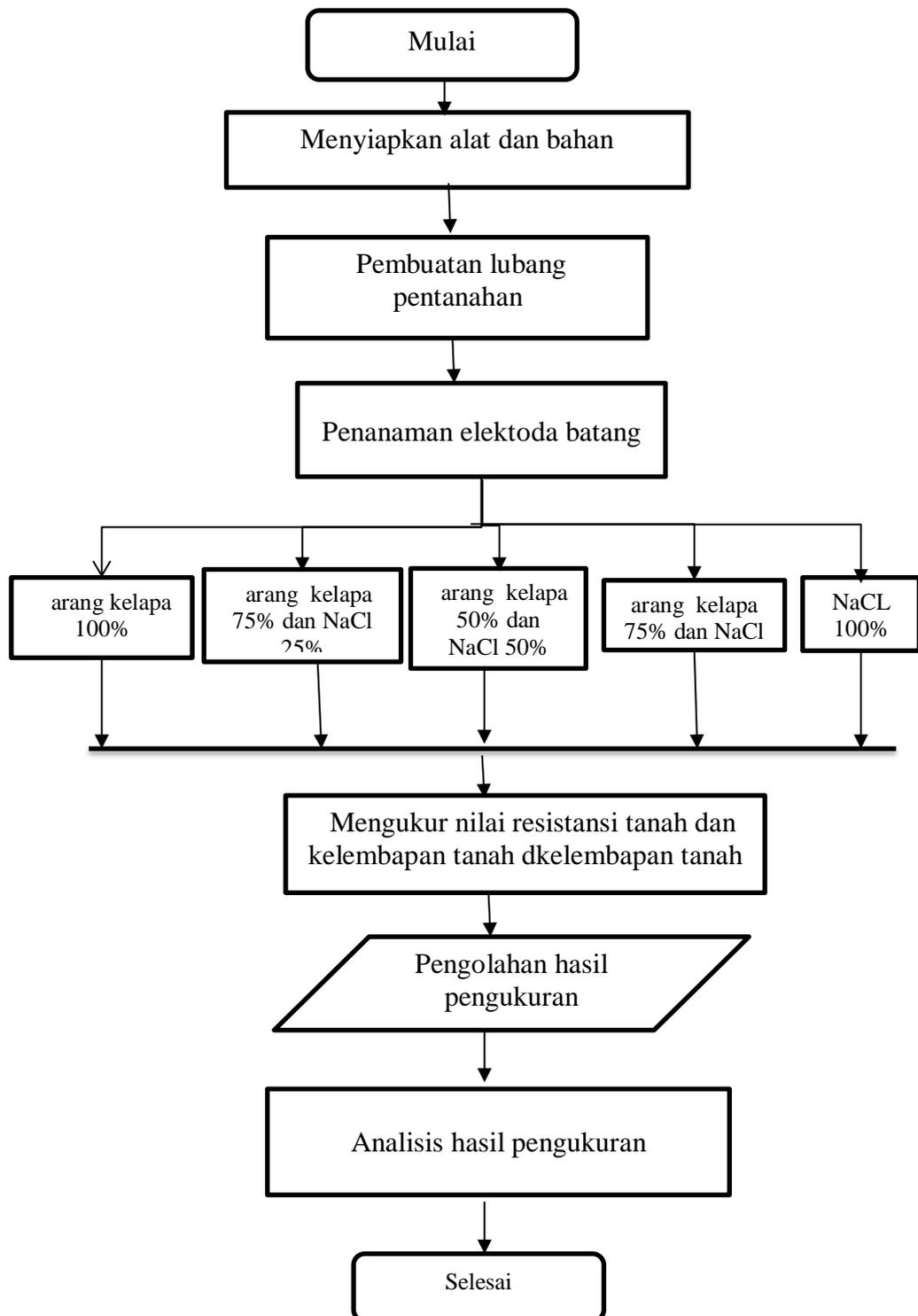
Pengukuran nilai suhu dan pH pada tanah diukur 3 kali dalam sehari dengan kondisi pagi, siang dan malam yaitu pada pukul 08.00 WIB dan 12.00 WIB dan 17.00 WIB selama 35 hari berturut-turut pada pengukuran nilai suhu sedangkan nilai pH diambil 1 kali 1 hari dalam percobaan ini. Pengukuran suhu diukur melalui tanah di sekitar elektroda yang digunakan pada variasi konsentrasi kemudian diambil nilai rata-rata pada masing masing waktu pengukuran. Pengukuran dengan menggunakan 2 kondisi tersebut dilihat pengaruh temperatur dan pH pada tanah untuk mengetahui pengaruh keduanya terhadap jumlah resistansi yaitu 4 elektroda, 3 elektroda, 2 elektroda dan 1 elektroda serta variasi zat aditif yang digunakan 100% arang tempurung kelapa , 75% arang tempurung kelapa dan 25% garam ; 50 arang tempurung kelapa dan 50% garam ; 25% arang tempurung kelapa dan 75% garam dan 100% garam.serta pengaruh waktu yang digunakan pada pengujian yaitu pagi,siang sore terhadap nilai resistansi pentanahan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *moisture meter* untuk melihat nilai keduanya..



Gambar 3. 6 Pengukuran dengan menggunakan Moisture meter

3.6 Diagram Alir

Adapun diagram alir pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan dengan menggunakan variasi konfigurasi elektroda tembaga pada bermacam-macam komposisi zat aditif arang batok kelapa dan garam, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan zat arang batok kelapa dan garam dapat menurunkan resistansi tanah. Penggunaan kombinasi 75% arang dan 25% garam menghasilkan kombinasi nilai resistansi terendah yaitu sebesar 19,1 Ω .
2. Penggunaan 4 elektroda batang memiliki nilai resistansi terkecil pada semua penelitian karena jumlah elektroda yang lebih banyak dapat meningkatkan konduktivitas tanah dalam menyalurkan arus listrik dan memperkecil nilai resistansi pada tanah.
3. Perbandingan nilai perhitungan dan pengukuran pada tiap tiap variasi konsentrasi zat aditif dan jumlah elektroda menghasilkan perbedaan yang signifikan karena pengaruh suhu, pH, lamanya penanaman elektroda dan jenis tanah yang digunakan.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk pengujian yang selanjutnya yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan variasi lebih 4 elektroda pentanahan atau menggunakan metode lain yaitu menggunakan mesh atau grid pada penelitian yang akan dilakukan
2. Menggunakan variasi campuran zat aditif yang lain seperti zeolit, bentonit,

magnesium,dll.

3. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya penggunaan variasi elektroda seperti baja, tembaga ataupun galvanis

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PUIL, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000),” *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2000, no. Puil, p. 562, 2000.
- [2] N. M. Karmiathi, P. Martin, and P. Yoga, “The grounding resistance improvement of the distribution substation using multiple rods and wood charcoal as soil treatment,” vol. 13, no. 1, pp. 33–41, 2023.
- [3] D. Corio, “Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang dan Elektroda Mesh dengan Penambahan Bentonit dan Garam Murni (NaCl), Studi Kasus ; ITERA,” *Jurnal Electrician*, vol. 13, no. 3, pp. 74–79, 2019, doi: 10.23960/elc.v13n3.2118.
- [4] Y. Nustini and A. Allwar, “Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Arang Tempurung Kelapa dan Granular Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kesejahteraan Desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo _ Nustini _ Asian Journal of Innovation and Ent,” *Asian J. Innopation Enterpreneursh.*, vol. 4, no. 3, pp. 217–226, 2019.
- [5] S. Fitriani, “Perbaikan Resistans Pentanahan Elektroda Grid Dengan Memanfaatkan Arang Sekam Padi di Laboratorium Instalasi Listrik POLBAN,” *Politek. Negeri Bandung*, pp. 1–6, 2019.
- [6] J. Tanah and L. Clay, “STUDI PENGARUH KANDUNGAN AIR TANAH TERHADAP TAHANAN”.
- [7] R. Dwi, N. Cahyo, and Y. Rahmawati, “Studi Tahanan Pentanahan Menggunakan Campuran Arang dan Garam Dalam Menurunkan Nilai Tahanan Tanah "The study of ground resistance using mixture of charcoal and Salt,” *Jurnal J* vol. 02, no. 1, pp. 1–12, 2019.
- [8] W. J. K.W, H. H. Sinaga, N. Purwasih, and D. Permata, “Kinerja Arang Sekam Padi untuk Memperbaiki Nilai Resistansi Pentanahan Dengan

Menggunakan Elektroda Baja Galvanis dan Tembaga,” *Innov.JurnalSoc.Sci.Res.*, vol.2no.1pp.678689,2022doi:10.31004/innovative.v2i1.4489.

- [9] Debit, M. I. Arsyad, and Purwoharjono, “Studi Pemanfaatan Arang Batok Kelapa Untuk Perbaikan Resistansi Pentanahan Menggunakan Jenis Elektroda Plat Berbentuk Persegi,” *J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 1–11, 2021,
- [10] Z. Abidin, “Karakteristik Batang Pentanahan Sistem Arang-Garam (Sigarang) Sebagai Upaya Perbaikan Sistem Pentanahan,” *J. ECOTIPE*, vol. 4, no. 1, pp. 12–16, 2017, doi: 10.33019/ecotipe.v4i1.13.
- [11] W. Liliana, “Soil Treatment Terhadap Tahanan Pentanahan dengan Abu Cangkang Sawit,” *Semin. Nas. Teknol. Informasi, Komun. dan Ind.* 12, pp. 318–324, 2020.
- [12] Aslan Yusuf, “Studi pemanfaatan arang kayu bakau untuk perbaikan resistansi pentanahan menggunakan jenis elektroda plat berbentuk persegi” *J. Teknik, F. Teknik, and U. Tanjungpura* Vol. vol. 6, pp. 111–123
- [13] Zia Ulhaq, “Studi pengaruh penambahan garam terhadap resistansi pembumian di tanah gambut *J. Teknik, F. Teknik, and U. Tanjungpura* Vol. vol. 5, , pp. 80–112”.
- [14] TA. Sunawar, “Analisis Pengaruh Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Hambatan Jenis Tanah,” *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika- telekomunikasi-komputer*, vol.2, no. 1, p. 16, 2013, doi: 10.36055/setrum.v2i1.233.
- [15] S. Ramadhani, Y. Yusmarato, R. Harahap,, “Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan di Gedung dan di Gardu induk pada Rumah Sakit Grand Mitra Medika Medan,” *JET (Journal* , vol. 6, no. 3,2021,[Online].Available:<https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/4605>

- [16] M. RajaguKguk, “Studi Pengaruh Jenis Tanah dan Kedalaman Pembedaan Driven Rod terhadap Resistansi Jenis Tanah,” *Jur. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Tanjungpura*, vol. 8, pp. 121–132, 2012.
- [17] A. Arifin and R. L. Sofyan, “Analisis Pengaruh Elektroda Hubung Paralel Dengan Media Arang Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan,” *Jurnal Electrician* vol. 17, no. 2, pp. 53–59, 2020.
- [18] M. Taqiyudin Alawiy, “Simulasi Sistem Pentanahan Dengan Memodifikasi Konsentrasi Kadar Garam,” *JE-Unisla*, vol. 5, no. 1, p. 303, 2020, doi: 10.30736/je.v5i1