

**TUGAS AKHIR**  
**SIMULASI ARANG BATOK KELAPA SEBAGAI PERBAIKAN**  
**TAHANAN PENTANAHAN JENIS ELEKTRODA BATANG**  
**(Studi Analisa)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh**

**TAQWALLAH FEBRI SAPUTRA**  
**1407220077**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2020**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Taqwallah Febri Saputra  
Tempat /Tanggal Lahir: Aceh/25 Februari 1996  
NPM : 1407220077  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

### **“Simulasi Arang Batok Kelapa Sebagai Perbaikan Tahanan Pentanahan Jenis Elektroda Batang”**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 Februari 2020

Saya yang menyatakan,



Taqwallah Febri Saputra

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

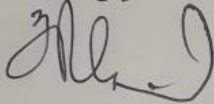
Nama : Taqwallah Febri Saputra  
NPM : 1407220077  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Simulasi Arang Batok Kelapa Sebagai Perbaikan Tahanan  
Pentanahan Jenis Elektroda Batang  
Bidang ilmu : Konstruksi Tegangan Tinggi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 Februari 2020

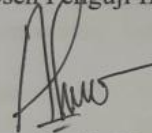
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



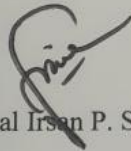
Ir. Zul Arsil Srg

Dosen Penguji II



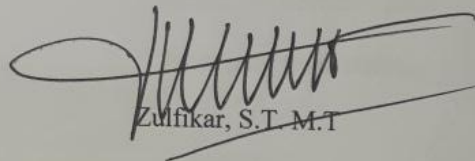
Solly Aryza. S.T. M.Eng

Dosen Penguji Pendamping I



Faisal Irsan P. S.T. M.T

Dosen Penguji Pendamping II



Zulfikar, S.T. M.T



## ABSTRAK

Perkembangan teknologi saat ini sangat bersaing satu dengan yang lainnya, baik dalam pengembangan sistem distribusi tenaga listrik atau peralatan-peralatan elektronika. Gangguan-gangguan yang terjadi biasanya diakibatkan oleh terjadinya hubungan singkat dan gangguan ke tanah, atau sambaran petir. Gangguan-gangguan tersebut akan mengakibatkan penurunan tegangan atau kenaikan tegangan sehingga mengakibatkan penurunan stabilitas sistem, membahayakan jiwa orang, serta dapat merusak peralatan elektronik. Arang Batok Kelapa memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah dari tanah serta memiliki struktur pori yang lebih besar sehingga dapat menyerap air lebih banyak dan memiliki sifat konduktif. Hasil yang didapat dari perbandingan dengan menggunakan arang batok kelapa yang kering dan arang batok kelapa yang basah diketahui bahwa pengukuran menggunakan arang batok kelapa yang basah lebih baik (lebih kecil tahanannya) jika dibandingkan dengan menggunakan arang batok kelapa kering. Pengukuran resistivitas tanah akan jauh lebih baik pada kedalaman yang maksimal dibandingkan dengan kedalaman biasa (110 cm) lebih baik dari 10cm.

**Kata kunci:** Gangguan ketanah, Arang, resistivitas.

## ABSTRACT

Current technological developments are very competitive with each other, both in the development of electric power distribution systems or electronic equipment. Disturbances that occur are usually caused by short circuit and ground disturbance, or lightning strikes. These disturbances will result in a decrease in voltage or an increase in voltage resulting in a decrease in system stability, endanger the lives of people, and can damage electronic equipment. Coconut shell charcoal has a lower resistivity value than soil and has a larger pore structure so that it can absorb more water and has conductive properties. The results obtained from the comparison using dry coconut shell charcoal and wet coconut shell charcoal is known that measurements using wet coconut shell charcoal are better (smaller resistance) when compared to using dry coconut shell charcoal. Measurement of soil resistivity will be much better at maximum depth compared to ordinary depth (110 cm) better than 10cm.

**Keywords:** Ground disturbance, Charcoal, resistivity

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Simulasi Arang Batok Kelapa Sebagai Perbaikan Tahanan Pentanahan Jenis Elektroda Batang**” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Untuk yang teristimewa, buat Ayahanda Lukman dan Ibunda Yusnita M.nur yang mana telah memberikan dukungan yang sebesar-besarnya baik moril maupun materil sehingga saya mampu untuk tetap tegar dan kuat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST. MT., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu ST.MT selaku dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbingn dan mengarahkan penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Bapak Zulfikar S.T M.Tselaku dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Partaonan Harahap ST. MT., sebagai Sekretaris Jurusan Program Studi Teknik Elektro UMSU.
6. Seluruh staf pengajar dan pegawai Fakultas Teknik UMSU.
7. Seluruh rekan-rekan penulis yang tidak dapat penulis sebut satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan kemampuan. Maka untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang konstruktif demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhirnya penulis mengharapkan semoga tugas akhir ini akan dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan juga orang yang membacanya serta dapat menjadi referensi dan memberikan kontribusi yang positif dalam penambahan pengetahuan yang lebih baik lagi.

Medan,.....September 2020

Penulis,

Taqwallah Febri Saputra

1407220077

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFRAT GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah .....	2
1.3 Tujuan penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Relevan .....	5
2.2 Landasan Teori .....	8
2.3 karakteristik Tanah dan Tahanan Jenis Tanah .....	9
2.4 Elektroda Pentanahan .....	12
2.5 Tahanan Pentanahan Elektroda Batang Tunggal Dengan Zat Aditif Menggunakan Metode Parit Melingkar .....	18
2.6 Pereduksi Tahanan Pentanahan .....	23
2.7 Pengukuran Tahanan Tanah .....	25
2.8 Pengukuran Tahanan Jenis Tanah Dengan Metode Driven Rod .....	27



2.9 Pengaruh Penambahan Jumlah Elektroda Batang Pararel dan Pemberian Zat Aditif Menggunakan Metode SPSS .....	28
2.9.1 Uji Korelasi dan Regresi .....	28
2.9.2 Uji Regresi Linier Sederhana .....	30
2.9.3 Hubungan Keefisien Korelasi Dengan Regresi .....	30

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Tempat dan jadwal Penelitian .....	32
3.2 Bahan dan Alat Penelitian Yang Digunakan .....	32
3.3 Diagram Alir .....	33
3.4 Rancangan Penelitian .....	34
3.5 Data Percobaan.....	35
3.6 Prosedur Penelitian .....	36

### **BAB IV ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN**

4.1 Analisa perhitungan penelitian Arang Batok Kelapa Sebagai Perbaikan Tahanan pentanahan .....	37
4.2 Analisa Perbandingan Arang Kering dan Arang Basah .....	44

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	48

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Varisari Tahanan Jenis Tanah .....	14
Gambar 2.2 Elektroda Pita .....	16
Gambar 2.3 Elektroda Pelat .....	16
Gamabr 2.4 Elektroda Batang .....	17
Gambar 2.5 Jenis-Jenis Elektroda Batang .....	19
Gamabr 2.6 Pengukuran Resistansi Tanah Dengan Menggunakan Metode Tiga Titik .....	28
Gambar 2.7 Metode Driven Rod .....	29
Gambar 3.1 rancangan Alat Dengan Metode Tiga Titik Secara Pararel ...	35
Gambar 3.2 Earth Tester .....	35
Gambar 4.1 Grafik Resistansi Pada Saat Arang Kondisi Kering .....	45
Gambar 4.2 Grafik Resistivitas Pada Saat Kondisi Kering .....	46
Gambar 4.3 Grafik Resistansi Pada Saat Arang Kondisi Basah .....	47
Gambar 4.4 Grafik Resistivitas Pada Saat Kondisi Basah .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian .....	9
Tabel 2.2 Tahanan Jenis Tanah Berdasarkan PUIL 2000 .....	12
Tabel 2.3 Tahanan Jenis Tanah Berdasarkan SNI 04. 0225-2000 ...	12
Tabel 2.4 Tahanan Jenis Tanah Berdasarkan IEEE std 81 – 1983...	13
Tabel 2.5 Jenis Jenis dan Bahan Elektroda .....	18
Tabel 3.1 Percobaan Pada Saat arang Batok Kelapa Kering Dengan Panjang Elektroda 120 cm .....	36
Tabel 3.2 Percobaan Pada Saat arang Batok Kelapa Basah Dengan Panjang Elektroda 120 cm .....	36
Tabel 4.1 Resistansi Pada Saat Arang Kondisi Kering .....	45
Tabel 4.2 Resistivitas Pada Saat Kondisi Kering .....	46
Tabel 4.3 Resistansi Pada Saat Arang Kondisi Basah .....	47
Tabel 4.4 Resistivitas Pada Saat Kondisi Basah .....	48

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan teknologi saat ini sangat bersaing satu dengan yang lainnya, baik dalam pengembangan sistem distribusi tenaga listrik atau peralatan-peralatan elektronika. Gangguan-gangguan yang terjadi biasanya diakibatkan oleh terjadinya hubung singkat dan gangguan ke tanah, atau sambaran petir. Gangguan-gangguan tersebut akan mengakibatkan penurunan tegangan atau kenaikan tegangan sehingga mengakibatkan penurunan stabilitas sistem, membahayakan jiwa orang, serta dapat merusak peralatan elektronik (UME OPRAGEN 2015).

Sambungan ketanah untuk melindungi peralatan-peralatan komunikasi dan personal terhadap bahaya petir atau kesalahan pada power sistem dan juga dapat berfungsi sebagai servis pada suatu sistem. Untuk merencanakan suatu sistem pentanahan ada beberapa faktor yang sangat perlu dipertimbangkan, antara lain Tahanan Jenis Tanah, Struktur tanah, keadaan lingkungan, biaya, ukuran dan bentuk sistemnya.

Pentanahan peralatan adalah penghubungan bagian-bagian peralatan listrik yang pada keadaan normal tidak dialiri arus. Tujuannya adalah untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak dialiri arus dan antara bagian-bagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman untuk semua kondisi operasi baik kondisi normal maupun saat terjadi gangguan.

Dalam sistem pentanahan, semakin kecil nilai resistansi pentanahan maka kemampuan mengalirkan arus ke tanah semakin besar sehingga arus gangguan tidak merusak peralatan, ini berarti semakin baik sistem pentanahan tersebut.

Pada daerah atau lokasi dimana resistivitas tanah cukup tinggi, dengan kondisi tanah yang berbatu dan kering itu bisa menjadi tidak mungkin dilakukan pentanahan. Dengan memberikan perlakuan khusus untuk memperbaiki nilai resistansi pentanahan.

Dari permasalahan tersebut maka penulis akan menggunakan Arang Batok Kelapa sebagai perlakuan khusus dengan harapan nilai resistansi pentanahan kurang dari sistem pentanahan tanpa arang tempurung.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana cara perbaikan tahanan pentanahan dengan Arang batok kelapa?
2. Bagaimana cara pengukuran resistivitas tanah dan nilai efektif?
3. Bagaimana implementasi pengukuran resistansi tanah ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui cara perbaikan tahanan pentanahan dengan Arang batok kelapa.
2. Mampu menghitung resistivitas tanah dan mengetahui nilai efektif .
3. Mengetahui implementasi pengukuran resistansi tanah.

#### **1.4 Ruang Lingkup**

Karena luasnya pembahasan ini maka penulis akan membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Sistem pembumian dengan menggunakan arang tempurung sebagai media untuk menurunkan resistansi pentanahan dengan tidak melihat besar nilai resistivitas Arang Batok Kelapa
2. Membandingkan sistem pembumian sebelum menggunakan Arang Batok Kelapa dengan sesudah menggunakan Arang Batok Kelapa pada daerah kering dengan elektroda batang

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Memahami tentang pembumian dengan media arang batok kelapa
2. Penelitian ini menambah wawasan saya tentang pembumian menggunakan arang batok kelapa
3. Penelitian saya ini berguna untuk menggantikan grounding apabila tidak di temukan resistansinya yang sesuai .Maka dapat di gunakan metode arang batok kelapa sebagai pengganti pembumian

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan beberapa sub-bab yang terdapat dalam tiap bab yaitu sebagai berikut :

## **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari latar belakang yang mendasari penulisan tugas akhir, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah yang di bahas pada tugas akhir, manfaat penulisan, metode penulisan dan sistematika penulisan.

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dibahas tentang dasar-dasar teori mengenai penggunaan kapasitas daya serta teori lainnya yang mendukung dari pembahasan masalah yang terdapat pada bab selanjutnya.

## **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini membahas tentang metode yang digunakan untuk tugas akhir, mulai dari persiapan hingga mendapat data – data yang digunakan.

## **BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini membahas perhitungan penempatan recloser pada jaringan distribusi.

## **BAB V. PENUTUP**

Berisikan kesimpulan dan saran tentang hasil penempatan recloser pada jaringan distribusi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Relevan**

Wiwik Purwati, Widyaningsih (2015) dengan judul “Analisis Pengaruh Kedalaman Penanaman Elektroda Pembumian Secara Horizontal Terhadap Nilai Tahanan Pembumian Pada Tanah Liat dan Tanah Pasir di Semarang”. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan nilai tahanan jenis tanah yang sekecil mungkin, dan penelitian ini dilakukan di lahan pelatihan Koramil 12 Tembalang dan Pantai Cipta Tanjung Mas Semarang. Jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanah liat dan tanah pasir, dengan memposisikan elektroda utama secara horizontal. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode tiga titik (three point metode) dan elektroda pembumian diposisikan secara horizontal. Semakin dalam kedalaman penanaman elektroda pembumian nilai tahanan pembumian semakin rendah. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini pada kedalaman 100 cm adalah nilai tahanan pembumian sebesar 15,1 Ohm untuk tanah pasir dan untuk tanah liat sebesar 88,3 Ohm.[1]

Sudaryanto (2016) dengan judul “Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pembumian Pada Tanah Basah, Tanah Berpasir dan Tanah Ladang”. Sistem pembumian memegang peranan yang sangat penting dalam sistem pada peralatan-peralatan listrik. Nilai tahanan pembumian yang



kecil sangat dianjurkan pada sistem pembumian. Salah satu faktor untuk mendapatkan nilai tahanan pembumian yang kecil yaitu letak elektroda batang yang akan ditanam, untuk mengetahui nilai pembumian tersebut maka diperlukan pengukuran. Salah satu unsur yang perlu diperhatikan dalam pengukuran suatu sistem pembumian adalah kondisi tanah di daerah dimana sistem pembumian tersebut akan dipasang. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan menggunakan metode tiga titik dengan menancapkan elektroda batang tunggal di tanah pada kondisi tanah yang berbeda-beda dan lokasi yang berbeda juga. Pengukuran tahanan pembumian dilakukan di daerah Tanjung Morawa Kabupaten DeliSerdang dan Marelan Pasar 1 Tengah Tanah 600 Medan Marelan. Di mana hasil pengukuran untuk kondisi tanah yang berbeda dengan kedalaman yang sama yaitu 100 cm diperoleh harga tahanan pembumian untuk tanah kering (ladang) sebesar 46 Ohm, tanah berbatu kerikil sebesar 210 Ohm dan di parit berair sebesar 120 Ohm. Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa nilai tahanan pembumian sangat dipengaruhi oleh kedalaman elektroda batang tunggal yang ditanam dan kondisi tanah dimana elektroda tersebut ditanam, serta diperoleh harga tahanan yang paling kecil di parit berair.[2]

Jamaaluddin (2017) dengan judul “Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan” Syarat kehandalan dan keamanan merupakan suatu hal yang mutlak diperlukan dalam melakukan rancang bangun instalasi Sistem Tenaga Listrik. Untuk mendapatkan kehandalan dan keamanan pemakaian Tenaga Listrik pada Bangunan harus

ada suatu interkoneksi yang baik antara Sistem Penangkap Petir (*Lightning System*), Pentanahan perangkat elektronika yang ada pada bangunan dan Pentanahan Sistem Tenaga Listrik (*Grounding System*) nya. Interkoneksi ketiga sistem tersebut dilakukan pada suatu Bar Plate yang terletak pada Bak Kontrol, dengan nilai indikasi keamanan yang baik dan sistem yang handal apabila pada titik *Bar Plate* yang berada pada Bak Kontrol tersebut mempunyai nilai di bawah  $1 \Omega$ . Dengan mempergunakan rumus Dwight di dapatkan nilai tahanan pentanahan Sistem Tenaga Listrik pada tanah liat sebagai contoh menunjukkan pada kedalaman *Copper Rod* 1 m sudah mempunyai nilai  $0,72 \Omega$ . Sehingga dengan melakukan interkoneksi yang baik antara Sistem Penangkap Petir (*Lightning System*), Pentanahan Perangkat Elektronik dan Pentanahan Sistem Tenaga Listrik (*Grounding System*) pada suatu bangunan maka akan di dapatkan Sistem Tenaga Listrik yang handal dan aman.[3]

Mirwan, Mukmin (2014) dengan judul "Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan Pada Area Reklamasi Pantai (CITRALAND)" Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/ arus abnormal. Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik. Penelitian dilakukan untuk mengukur dan membandingkan nilai tahanan pentanahan pada area reklamasi dan nonreklamasi pantai pada area perumahan Citra Land, PT. Ciputra Surya, JO. sehingga akan

mempermudah dalam perancangan sistem pentanahan nantinya. Jenis elektroda yang digunakan dalam pengukuran ialah elektroda batang tunggal dengan diameter 0,15 m dan panjang 1,4 meter, yang ditanam dengan kedalaman 0,25/0,5/0,75/1 meter dari permukaan tanah, alat ukur yang digunakan ialah Analog Earth Resistance Tester 3235. Pengukuran nilai tahanan pentanahan dilakukan sebanyak sepuluh kali agar nilai yang di dapatkan dapat dirata-ratakan sehingga mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang di inginkan. Nilai hasil pengukuran tahanan pentanahan tanah reklamasi sebesar 3,03  $\Omega$ , sedangkan tanah non reklamasi sebesar 5  $\Omega$ . Untuk nilai tahanan jenis tanah pada tanah reklamasi sebesar 0,455  $\Omega$  sedangkan untuk tanah non reklamasi sebesar 1,481  $\Omega$ . [4]

Erliza ,yuniarti (2019) dengan judul “Studi Perlakuan Terhadap Tanah Untuk Menentukan Nilai Resistansi dan Tahanan Jenis Pentanahan” Sistem pentanahan pada suatu perangkat instalasi yang berfungsi untuk melepaskan arus petir ke dalam bumi atau arus gangguan. Tujuan penelitian ini untuk memperkecil nilai resistansi atau tahanan pentanahan untuk pengamanan personil dan peralatan-peralatan listrik. Perlakuan terhadap elektroda pentanahan jenis *rod* yang terbuat dari tembaga dan baja dapat efektif mampu menurunkan nilai resistansi tanah, menggunakan metode pengukuran tiga titik. Pencampuran zat aditif kalsium oksida (CaO) seberat 10 kg pada tanah kerikil basah mengakibatkan kenaikan nilai resistansi tanah 547-745  $\Omega$ , dan nilai tahanan jenis tanah 749,06-1020,19  $\Omega$ .m mendekati nilai dengan jenis tanah berkerikil kering, sebaliknya penambahan zat aditif gypsum (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) yang dapat menyerap air

berhasil menurunkan nilai resistansi pentanahan menjadi 54,72-63.70  $\Omega$  dan merubah tahanan jenis tanah dari tanah kerikil basah menjadi jenis tanah ladang.[5]

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

NO	Nama Peneliti	Judul analisa	Jenis penelitian	Kedalaman dan hasil penelitan
1	Widyaningsih,Wiwik Purwati	Analisis Pengaruh Kedalaman Penanaman Elektroda Pembumian Secara Horizontal Terhadap Nilai Tahanan Pembumian Pada Tanah Liat dan Tanah Pasir di Semarang	tanah liat dan tanah pasir	100 cm 15,1 Ohm untuk tanah pasir dan untuk tanah liat sebesar 88,3 Ohm
2	Jamaaluddin	Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan	Penangkap petir dan pentanahan (grounding)	1 m 0,75 ohm
3	Erliza ,yuniarti	Studi Perlakuan Terhadap Tanah Untuk Menentukan Nilai Resistansi dan Tahanan Jenis Pentanahan	Merubah tanah kerikil menjadi tanah ladang	100 cm 54,72-63.70 $\Omega$
4	Mirwan,Mukmin	Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan Pada Area Reklamasi Pantai (CITRALAND	tanah reklamasi(pasir) dan tanah non reklamali	0,25/0,5/0,75/1 meter 3,03 $\Omega$ dan 5 ohm
5	Sudaryanto	Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pembumian Pada Tanah Basah, Tanah Berpasir dan Tanah Ladang	tanah kering (ladang) tanah berbatu kerikil	100 cm 46 ohm dan 210 ohm dan 12ohm

## 2.2 Landasan Teori

Sistem pentanahan atau *grounding system* adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik utamanya petir.Sistem pentanahan digambarkan

sebagai hubungan antara suatu peralatan atau sirkit listrik dengan bumi. Sistem pentanahan merupakan salah satu faktor penting dalam usaha pengamanan (perlindungan) sistem tenaga listrik saat terjadi gangguan yang disebabkan oleh arus lebih dan tegangan lebih. Pada saat terjadi gangguan di sistem tenaga listrik, adanya sistem pentanahan menyebabkan arus gangguan dapat cepat dialirkan ke dalam tanah dan disebarkan kesegala arah. Sistem pentanahan yang digunakan baik untuk pentanahan netral dari suatu sistem tenaga listrik, pentanahan sistem penangkal petir dan pentanahan untuk suatu peralatan khususnya dibidang telekomunikasi dan elektronik perlu mendapatkan perhatian yang serius, karena pada prinsipnya pentanahan tersebut merupakan dasar yang digunakan untuk suatu system proteksi. Tidak jarang orang umum/ awam maupun seorang teknisi masih ada kekurangan dalam mengprediksikan nilai dari suatu hambatan pentanahan. Besaran yang sangat dominan untuk diperhatikan dari suatu sistem pentanahan adalah hambatan sistem suatu sistem pentanahan tersebut.

Sampai dengan saat ini orang mengukur hambatan pentanahan hanya dengan menggunakan earth tester yang prinsipnya mengalirkan arus searah ke dalam system pentanahan, sedang kenyataan yang terjadi suatu system pentanahan tersebut tidak pernah dialiri arus searah. Karena biasanya berupa sinusoidal (AC) atau bahkan berupa impuls (petir) dengan frekuensi tingginya atau berbentuk arus berubah waktu yang sangat tidak menentu bentuknya.

### **2.3 Karakteristik tanah dan tahanan jenis tanah**

Karakteristik tanah merupakan salah satu faktor yang mutlak diketahui karena mempunyai kaitan erat dengan perencanaan dan sistem pentanahan yang

akan digunakan. Sesuai dengan tujuan pentanahan bahwa arus gangguan harus secepatnya terdistribusi secara merata ke dalam tanah, maka penyelidikan tentang karakteristik tanah sehubungan dengan pengukuran tahanan dan tahanan jenis tanah merupakan faktor penting yang sangat mempengaruhi besarnya tahanan pentanahan.

Tahanan jenis tanah ( $\Omega m$ ) merupakan nilai resistansi dari bumi yang menggambarkan nilai konduktivitas listrik bumi dan didefinisikan sebagai tahanan, dalam ohm, antara permukaan yang berlawanan dari suatu kubus satu meter kubik.

Pentingnya tahanan jenis tanah ini untuk diketahui karena tahanan jenis tanah mempunyai beberapa manfaat yaitu :

1. Beberapa data yang diperoleh dari survey geofisika dibawah permukaan tanah dapat membantu untuk identifikasi lokasi pertambangan, kedalaman batubatuan dan phenomena-phenomena geologi lainnya.
2. Tahanan jenis tanah mempunyai pengaruh langsung terhadap korosi pipa-pipa bawah tanah. Apabila tahanan jenis tanah semakin meningkat maka aktivitas korosi akan semakin meningkat pula.
3. Tahanan jenis lapisan tanah mempunyai pengaruh langsung dalam sistem pbumian. Ketika merencanakan sistem pbumian, sebaiknya dicari lokasi yang mempunyai tahanan jenis tanah yang terkecil agar tercapai instalasi pbumian yang paling ekonomis.

Adapun tahanan jenis tanah dalam kedalaman tertentu tergantung pada beberapa faktor yaitu:

1. Jenis tanah : liat, berpasir, berbatu dan lain-lain

2. Lapisan tanah : berlapis-lapis dengan tahanan jenis berlainan atau uniform

3. Kelembaban tanah

4. Temperatur

5. Kepadatan tanah

Secara grafis pengaruh kandungan garam, kelembaban tanah dan temperatur terhadap tahanan jenis tanah dapat dilihat pada Gambar 2.1. Jenis tanah, seperti berpasir, berbatu, tanah liat dan lain-lain mempengaruhi besar tahanan jenis.[6]

Tabel 2.2 Tahanan Jenis Tanah Berdasarkan PUIL 2000

<b>Jenis Tanah</b>	<b>Tahanan Jenis Tanah (<math>\Omega</math>-m)</b>
Tanah Rawa	30
Tanah Liat dan Tanah Ladang	100
Pasir Basah	200
Kerikil Basah	500
Pasir dan Kerikil kering	1000
Tanah Berbatu	3000

Sumber : PUIL 2000

Tabel 2.3 Tahanan Jenis Tanah Berdasarkan SNI 04. 0225-2000

<b>No</b>	<b>Jenis Tanah</b>	<b>Resistansi Jenis Tanah (ohm-m)</b>
1	Tanah rawa	10-40
2	Tanah pertanian	20-100
3	Pasir Basah	50-200
4	Kerikil Basah	200-3000
5	Kerikil Kering	<1000
6	Tanah Berbatu	2000-3000

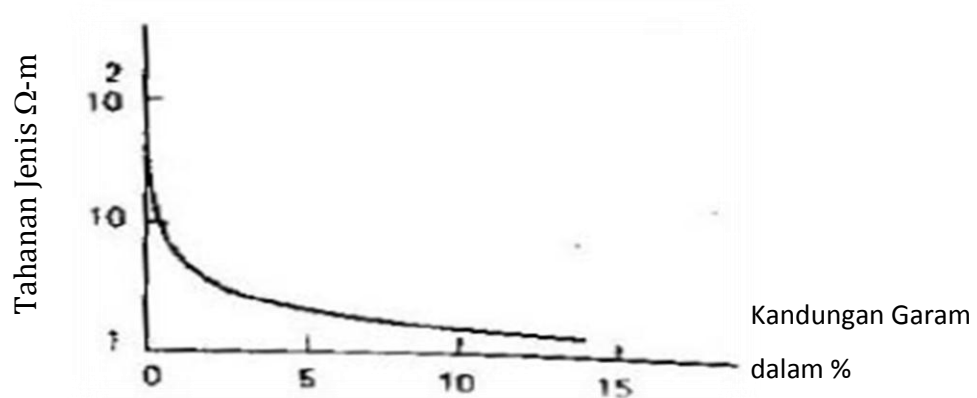
Sumber: SNI 04. 0225-2000, dalam Rajagukguk (2012)

Tabel 2.4 Tahanan Jenis Tanah Berdasarkan IEEE std 81 – 1983

No	Jenis Tanah	Resistansi Jenis Tanah(ohm-m)
1	Tanah Organik	10
2	Tanah Basah	100
3	Tanah Kering	1000
4	Tanah Berbatu	10000

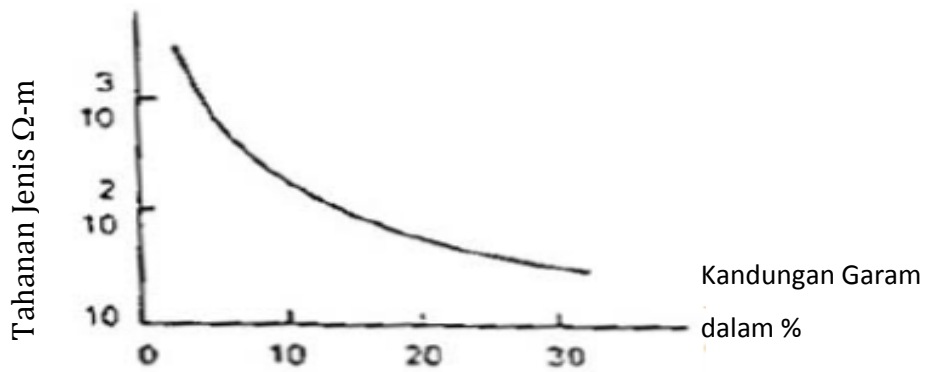
Sumber: IEEE std 81 – 1983, dalam Rajagukguk (2012)

Dalam garis besar dapat di lihat pada grafik di bawah ini:

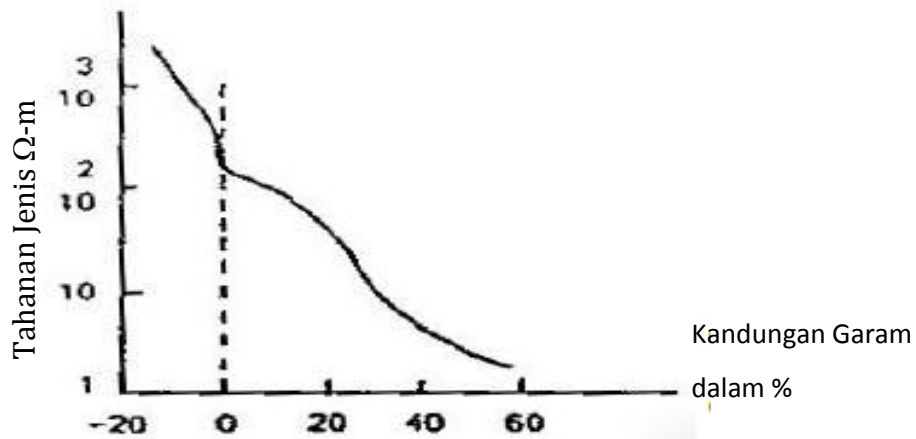


Gambar grafik (a)Kandungan Garam





Gambar grafik (b)kelembaban tanah



Gambar grafik (c)Temperatur

Gambar 2.1 Variasi Tahanan Jenis Tanah

(Sumber : Simatupang 2011)

## 2.4 Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi. Penghantar bumi yang tidak berisolasi yang ditanam dalam bumi dianggap sebagai bagian dari elektroda bumi. Suatu sistem pentanahan batang tunggal memerlukan elektroda batang pentanahan yang ditanam dalam tanah sehingga akan membuat kontak langsung dengan tanah. Konduktor penghubung yang tidak berisolasi (seperti kawat tembaga) yang juga ditanam dalam tanah termasuk elektroda batang pentanahan.

Elektroda yang digunakan untuk pentanahan harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain (pasaribu ,2011) :

- a. Memiliki daya hantar jenis (*conductivity*) yang cukup besar sehingga tidak akan memperbesar beda potensial lokal yang berbahaya.
- b. Memiliki kekerasan (kekuatan) secara mekanis pada tingkat yang tinggi terutama bila digunakan pada daerah yang tidak terlindung terhadap kerusakan fisik.
- c. Tahan terhadap peleburan dari keburukan sambungan listrik, walaupun konduktor tersebut akan terkena *magnitude* arus gangguan dalam waktu yang lama.
- d. Tahan terhadap korosi.

Bahan yang digunakan untuk elektroda batang pentanahan adalah logam yang mempunyai konduktivitas cukup tinggi yaitu tembaga, selain itu untuk mendapatkan nilai yang lebih ekonomis dapat dipergunakan baja yang digalvanisasi atau baja berlapis tembaga. Elektroda batang terbuat dari batang logam bulat atau baja profil yang dipacangkan/ditancapkan kedalam tanah dan salah satu ujungnya lancip dengan kelancipan ( $45^\circ \pm 5^\circ$ ) serta harus dilengkapi dengan klem dan baut klem yang mampu menjepit penghantar seperti pada gambar 2.2.

Menurut Tampubolon (2009) beberapa bentuk elektroda pembedaan adalah sebagai berikut:

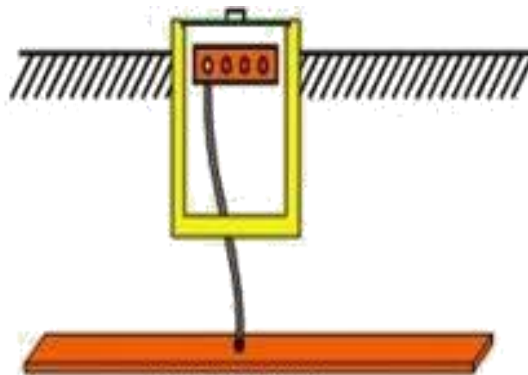
#### 1. Elektroda Pita

Elektroda pita adalah elektroda yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat dan pilin yang pada biasanya lebih baik ditanamkan

secara dalam.pemasangan elektroda jenis ini akan sulit dilakukan bila mendapatkan lapisan-lapisan tanah berbatu.Disamping sulit pemasanannya,untuk mendapatkan nilai tahanan yang rendah juga akan bermasalah.Untuk mengatasi hal tersebut pemasangan secara vertikal kedalam dapat dilakukan dengan menanam batang hantaran secara mendatar (horizontal) dan dangkal.Ukuran minimum elektroda pita adalah 2 mm<sup>2</sup> dan tebalnya 2 mm atau penghantar pilin 35 mm<sup>2</sup>. Berbagai bentuk elektroda pita dapat dilihat pada gambar 2.2

### **ELEKTERODA PITA**

#### **BAK KONTROL**



Gambar 2.2 Elektroda Pita

(Sumber: Tampubolon 2009)

## **2. Elektroda Pelat**

Elektroda pelat ialah elektroda dari bahan pelat logam (utuh atau berlubang) atau dari kawat kasa. Pada umumnya elektroda ini ditanam dalam. Elektroda ini digunakan bila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil dan sulit diperoleh dengan menggunakan jenis-jenis elektroda yang lain.

### **KOTAK KONTROL**

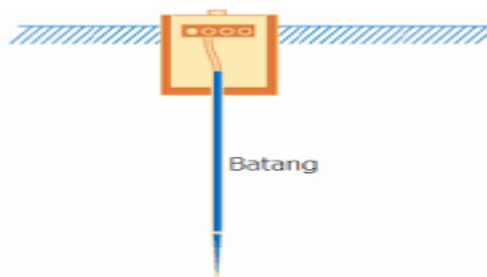


Gambar 2.3 Elektroda Pelat  
(Sumber: Tampubolon 2009)

### 3. Elektroda Batang

Elektroda batang ialah elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda ini banyak digunakan di gardu induk-gardu induk. Elektroda batang ini pada umumnya juga dipasang pada instalasi rumah tinggal. Biasanya pada bahan logam tersebut dilapisi dengan lapisan tembaga. Secara teknis, elektroda batang ini mudah pemasangannya, yaitu tinggal memancangkannya ke dalam tanah. Disamping itu, elektroda ini tidak memerlukan lahan yang luas.[6]

#### **KOTAK KONTROL**



Gambar 2.4 Elektroda Batang  
(Sumber : a. Tampubolon, 2009 b. Rajagukguk 2012)

Pada umumnya elektroda batang menggunakan silinder yang terbuat dari tembaga murni, batang tembaga telanjang dan berlapis (*copper-clad steel*), batang besi tahan karat (*stainless rod*), kawat tembaga yang dimasukkan ke dalam batang pipa yang digalvanisasi dan dapat berupa baja yang sudah disepuh oleh tembaga.

Tabel 2.5 jenis jenis dan bahan elektroda Batang

Jenis elektroda	Bahan		
	Baja berlapis seng dengan proses pemanasan	Baja berlapis tembaga	Tembaga
Elektroda batang	Pipa baja berdiameter 1 inchi:  Baja profil:  L 65x65x7  U 6 ½ T 6 X 50x3  atau batang profil lain yang setara	Baja bulat:  Berdiameter  15 mm Dilapisi tembaga setebal 2,5 mm	Pipa tembaga:  Luas penampang: 50 mm <sup>2</sup>  Tebal : 2 mm Hantaran pilin: (bukan awat halus) Luas penampangnya: 35 mm <sup>2</sup>

Sumber: Pedoman Pengawasan Instalasi Listrik (DISNAKER RI), 1987: 18

Kalau tanahnya sangat korosif sebaiknya digunakan ukuran-ukuran minimum 1,5x ukuran yang diberikan pada Tabel 2.4. Kalau elektroda yang dimaksudnya untuk mengatur gradient tegangan, luas penampang minimum yang boleh digunakan adalah sebagai berikut [DISNAKER RI, 1987: 18]:

1. Untuk baja berlapis tembaga : minimum 16 mm<sup>2</sup>
2. Untuk tembaga : minimum 10 mm<sup>2</sup>

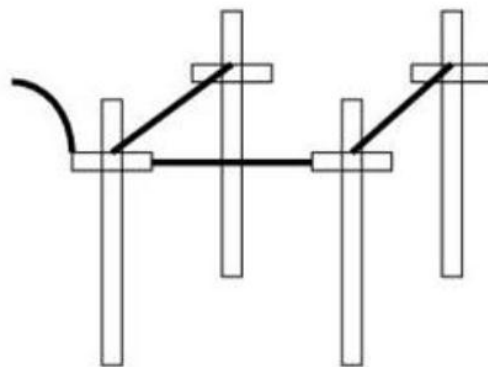
Untuk memancang elektroda-elektroda ini sering digunakan *palu lantak*. Elektroda-elektroda tersebut dapat juga dimasukkan ke dalam tanah dengan getaran, dengan menggunakan *palu kango*. Kalau tanahnya kering, kadang-kadang sangat sulit untuk mencapai resistansi penyebaran yang cukup rendah. Dalam hal ini, ada kalanya sifat-sifat tanah itu dapat diperbaiki dengan mengolahnya dengan bahan-bahan kimia.

Adapun beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam pemilihan elektroda batang dalam suatu sistem pentanahan antara lain:

1. Memiliki daya hantar jenis (*conductivity*) yang cukup baik sehingga tidak akan memperbesar beda potensial lokal yang bisa sangat membahayakan.
2. Memiliki kekuatan secara mekanis pada tingkat yang tinggi terutama bila digunakan pada daerah yang tidak terlindung terhadap kerusakan fisik.
3. Tahan terhadap peleburan dari keburukan sambungan listrik, walaupun konduktor tersebut akan terkena *magnitude* arus gangguan dalam waktu yang lama.
4. Tahan terhadap korosi



a. Elektroda batang tunggal



b. Elektroda batang dalam grup

Gambar 2.5 Jenis – Jenis Elektroda Bentuk Batang  
 Sumber : Liliana (2009)

Rumustahanan pentanahan untuk elektroda batang-tunggal :

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \left( \frac{4L}{a} \right) - 1 \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana :

R = Tahanan pentanahan untuk batang tunggal ( $\Omega$ )

$\rho$  = Tahanan jenis tanah ( $\Omega m$ )

L = Panjang elektroda (m)

a = Jari-jari elektroda (m)

Rumus tahanan pentanahan untuk elektroda batang lebih dari satu dan  
 dihubungkan secara paralel untuk dua batang  $s > L$ ; jarak s

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \ln \left( \frac{4L}{a} \right) - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left( 1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^4}{5s^4}, \dots \dots \dots \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

Untuk dua batang  $s < L$ ; jarak s

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^2}, \dots \dots \dots \right) \dots \dots \dots (2.3)$$

Rumus tahanan pentanahan untuk elektroda yang dihubungkan secara paralel

$$R_n = \left( \frac{R \times \dots}{R + \dots} \right) \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana:

R adalah tahanan pentanahan elektroda batang tunggal ( $\Omega$ )

$R_n$  adalah tahanan pentanahan elektroda batang paralel sebanyak jumlah  
 elektroda ( $\Omega$ ).

**2.5 Tahanan Pentanahan Elektroda Batang Tunggal Dengan Zat Aditif  
 Menggunakan Metode Parit Melingkar**

Metode ini cukup efektif digunakan untuk menurunkan tahanan jenis tanah dengan cara menjaga kelembaban tanah disekitar elektroda pentanahan. Secara teknis metode ini dibuat dengan pemberian zat aditif secara melingkar di dalam parit di sekitar batang pentanah dengan tidak mengenai langsung elektroda pentanahannya. Parit yang dibuat berbentuk lingkaran,  $\frac{3}{4}$  lingkaran,  $\frac{1}{2}$  lingkaran atau  $\frac{1}{4}$  lingkaran. [7]

Untuk persamaan tahanan elektroda batang tunggal yang sekelilingnya diisi dengan zat aditif parit melingkar dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut berdasarkan standar IEEE :

$$R_b = \frac{1}{2\pi L} \left( \rho \left( 1n \frac{8L}{D_b} - 1 \right) + \rho_b \left( \frac{8L}{d} - 1 \right) - \rho_b \left( 1n \frac{8L}{D_b} - 1 \right) \right) \dots\dots\dots(2.5)$$

dimana:

$R_b$  = tahanan pentanahan setelah diisi zat aditif parit melingkar ( $\Omega$ )

$\rho_b$  = tahanan jenis zat aditif ( $\Omega m$ )

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( $\Omega m$ )

$D_b$  = diameter parit zat aditif (m)

$d$  = diameter elektroda (m)

$L$  = kedalaman elektroda yang ditanam (m) atau

Dapat dinyatakan :

$$R_b = \frac{1}{2\pi L} \left( \rho \left( 1n \frac{4L}{r_b} - 1 \right) + \rho_b \left( \frac{4L}{a} - 1 \right) - \rho_b \left( 1n \frac{4L}{r_b} - 1 \right) \right) \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana:

$R_b$  = tahanan pentanahan setelah diisi zat aditif parit melingkar ( $\Omega$ )

$\rho_b$  = tahanan jenis zat aditif ( $\Omega m$ )

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( $\Omega m$ )



$L$  = kedalaman elektroda yang ditanam (m)

$r_b$  = jari-jari parit (m)

$a$  = jari-jari elektroda (m)

Rumusan di atas menyatakan tahanan pentanahan yang didapatkan akan mengalami penurunan karena dipengaruhi oleh zat aditif yang secara langsung mengelilingi elektroda sepanjang  $L$  (m).

Pada penelitian ini, untuk kedalaman penanaman elektroda ( $L$ ) sama dengan tinggi parit melingkar ( $H$ ) yang akan diisi zat aditif, parit zat aditif ini berjarak  $r_1$  (m) dari elektroda utama. Secara pendekatan berdasarkan rumusan (2.6) menjadi

$$R_b = \frac{\rho}{2\pi L} \left( 1n \frac{4L}{r_b} - 1 \right) + \frac{\rho_b}{2\pi H \rho_b} \left( 1n \frac{4H_b}{a} - 1 \right) - \frac{\rho_b}{2\pi H_b} \left( 1n \frac{4H_b}{r_b} - 1 \right) \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana:

$R_b$  = tahanan pentanahan setelah diisi zat aditif parit melingkar ( $\Omega$ )

$\rho_b$  = tahanan jenis zat aditif ( $\Omega m$ )

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( $\Omega m$ )

$L$  = kedalaman elektroda yang ditanam (m)

$H_b$  = tinggi zat aditif (m)

$r_b$  = jari-jari parit (m)

$a$  = jari-jari elektroda (m)

Karena parit zat aditif berjarak  $r_1$  (m) dari elektroda utama maka terjadi perubahan nilai  $R_b$  sebesar  $x(\%)$

$$x(\%) = \frac{r_1}{r_b} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

sehingga:

$$R_x = x(\%) * R_b \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana:

$r_1$  = jari-jari dalam parit melingkar (m)

$r_b$  = jari-jari parit (m)

$x(\%)$  = besarnya pertambahan  $R_b$  (%)

$R_x$  = besarnya pertambahan  $R_b$  ( $\Omega$ )

maka nilai tahanan pentanahan totalnya menjadi:

$$R_1 = R_x + R_b \dots\dots\dots(2.10)$$

dimana:

$R_1$  = tahanan pentanahan total bila  $L=H$  ( $\Omega$ )

$R_x$  = besarnya pertambahan  $R_b$  ( $\Omega$ )

$R_b$  = tahanan pentanahan setelah diisi zat aditif parit melingkar ( $\Omega$ )

Jika kedalaman penanaman elektroda  $L$  (m), melebihi kedalaman parit zat aditif ( $H$ ) maka untuk menentukan nilai tahanan pentanahan totalnya dapat dilakukan langkah perhitungan dengan rumus pendekatan. Pertama menghitung tahanan pentanahan elektroda batang tunggal yang dikelilingi parit melingkar yang diisi zat aditif seperti persamaan (2.7) sampai dengan persamaan (2.10), kemudian menghitung tahanan pentanahan elektroda yang tidak dikelilingi oleh parit melingkar berdasarkan persamaan (2.1) adalah.

$$R(L_c) = \frac{\rho}{2\pi L_c} \left( 1 + n \frac{4L_c}{a} - 1 \right) \dots\dots\dots(2.11)$$

$$L_c = L - H \dots\dots\dots(2.12)$$

sehingga tahanan pentanahan totalnya menjadi

$$R = \frac{R_1 \times (L_c)}{R_1 + R(L_c)} \dots\dots\dots(2.13)$$

dimana:

$R(Lc)$  = tahanan pentanahan sepanjang  $Lc$  ( $\Omega$ )

$Lc$  = kedalaman elektroda yang tidak dikelilingi parit zat aditif (m)

$H$  = tinggi parit zat aditif (m)

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( $\Omega m$ )

$a$  = jari-jari elektroda (m)

$L$  = kedalaman elektroda yang ditanam (m)

$Rl$  = tahanan pentanahan total bila  $L=H$  ( $\Omega$ )

$R$  = tahanan pentanahan total bila  $L>H$  ( $\Omega$ )

Perhitungan massazat aditif yang digunakan bila diisi secara penuh untuk berbagai variasi ukuran parit didasarkan pada persamaan:

$$m = \rho_{za} \times v \dots\dots\dots(2.14)$$

dimana:

$m$  = massa zat aditif(Kg)

$\rho_{za}$  = massa jenis zat aditif (Kg/m<sup>3</sup>)

$v$  = volume parit melingakar (m<sup>3</sup>)

Besarnya volume parit yang digunakan, sesuai persamaan:

$$v = \pi(r_2^2 - r_1^2)H \dots\dots\dots(2.15)$$

dimana :

$r_1$  = jari-jari dalam parit (m)

$r_2$  = jari-jari luar parit (m)

$H$ = tinggi parit (m)

Sesuai persamaan (2.14) dan (2.15), maka diperoleh massa zat aditif yang harus terisi secara penuh sebesar :

$$m = \rho_{ag} \times \pi \times (r_2^2 - r_1^2)H \dots\dots\dots(2.16)$$

## 2.6 Produksi Tahanan Pentanahan

Tahanan pentanahan untuk gedung diharapkan  $< 5$  ohm dan tahanan pentanahan untuk peralatan diharapkan  $< 3$  ohm (PUIL, 2000). Tahanan pentanahan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis tanah, lapisan tanah, kandungan elektrolit tanah. Oleh karena itu, agar mendapatkan tahanan pentanahan sekecil mungkin tidak cukup hanya dilakukan dengan menanam pasak saja, karena kandungan elektrolit pada tanah juga berpengaruh terhadap tahanan pentanahan .

Kandungan elektrolit tanah dapat diubah dengan mengkondisikan tahanan jenis tanah yaitu melalui penambahan zat aditif pada tanah. Tinggian air tanah adalah kandungan air yang ada di dalam tanah. Kandungan air tanah sangat dipengaruhi oleh musim, saat penghujan permukaan air tanah akan dangkal dan disaat kemarau akan dalam. Jadi nilai tahanan tanah/ *grounding* sangat terpengaruh oleh debit tinggi air tanah, penghujan akan jauh lebih baik dibanding kemarau.[8]

### 1. Abu cangkang kelapa sawit

Abu cangkang kelapa sawit (ACKS) adalah limbah padat yang berasal dari pembakaran cangkang kelapa sawit yang dipergunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan uap pada proses penggilingan minyak sawit. Di Indonesia, dari 21,4 juta Ha areal perkebunan nasional, sekitar 42,39% atas lahan perkebunan itu ditanami kelapa sawit, Lahan seluas 9,07 Ha kelapa sawit menghasilkan CPO (crude palm oil) terbesar di dunia, yaitu sebesar 23,52 ton pada tahun 2012, Setiap 100 ton tandan buah segar yang diproses akan menghasilkan lebih kurang 20 ton cangkang, 7 ton serat dan 25 ton tandan

kosong. Data pada tahun 2008 kebun kelapa sawit terluas di Indonesia masih dimiliki oleh Provinsi Riau. Luas kebun kelapa sawit di Provinsi ini mencapai 1.611.382 hektar, semuanya tersebar di semua kabupaten dan kota Provinsi Riau (Dirjen Perkebunan, 2012).

## 2. Arang dan Garam

Kandungan zat-zat dalam tanah terutama zat organik maupun organik yang dapat larut perlu untuk diperhatikan, di daerah yang mempunyai tingkat curah hujan yang tinggi biasanya mempunyai tahanan jenis tanah yang tinggi disebabkan garam yang terkandung pada lapisan atas akan larut. Pada daerah yang demikian ini untuk memperoleh pentanahan yang efektif yaitu dengan penanaman elektroda pada kedalaman yang lebih dalam dimana larutan garam masih terdapat, akan tetapi dapat juga ditambahkan garam sebagai zat aditif untuk menurunkan tahanan pentanahan agar penanaman elektroda tidak terlalu dalam (Pasaribu, 2012). Larutan garam dalam air merupakan larutan elektrolit, yaitu larutan yang dapat menghantarkan arus listrik, tetapi sifat lainnya adalah korosif artinya bahwa kandungan garam tersebut mudah membuat keropos jenis logam apapun.

Arang tempurung kelapa memiliki nilai resistivitas yang lebih rendah dari tanah serta memiliki struktur pori yang lebih besar sehingga dapat menyerap air lebih banyak dan memiliki sifat konduktif (Purwanto, dkk 2013). Perlakuan kimiawi terhadap tanah dirasa cocok dan murah diterapkan sebagai solusi pemecahan terhadap tingginya tahanan tanah. Metode tersebut dilakukan dengan

memberikan bahan pereduksi, yang digunakan adalah arang untuk menurunkan resistivitas tanah. Sifat arang menyerap air dari udara lembab, kemudian melepaskannya pada kondisi yang kering, sehingga membuatnya berfungsi sebagai pengatur kelembaban yang baik.

Faktor yang mempengaruhi sistem pentanahan dengan memanfaatkan arang, diantaranya adalah pengaruh peletakan arang arang disekitar elektroda batang, pengaruh volume arang yang ditanam konsentris elektroda batang, dan pengaruh konsentrasi air dalam arang memperoleh kesimpulan bahwa volume arang yang dicampurkan dalam tanah sangat berpengaruh terhadap nilai resistansi pentanahan. Semakin besar volume arang yang ditambahkan dalam suatu medium tanah dapat memperkecil nilai resistansi pentanahan.

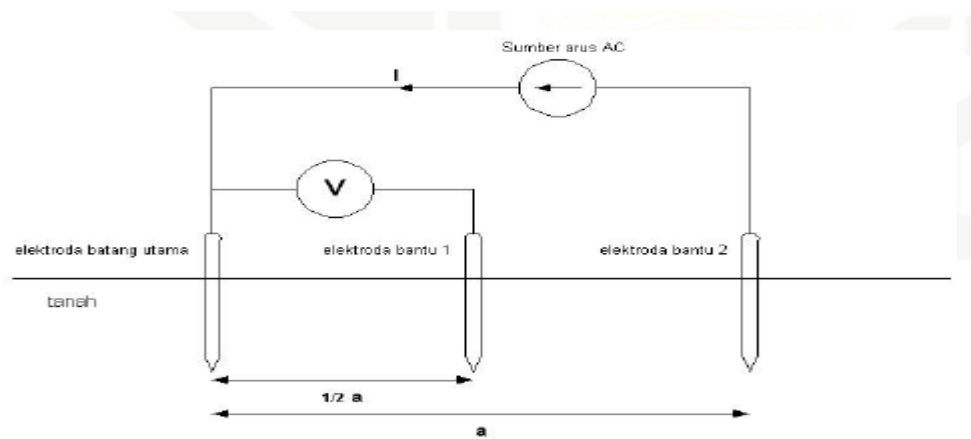
### 3. Abu Ban

Abu ban merupakan bahan konduktivitas tahanan pentanahan yang baik, dimana abu dari sisa pembakaran ban dapat menurunkan nilai dari tahanan pentanahan (George, Eduful, 2008) dengan struktur tanah dan kondisi cuaca yang berbeda di Indonesia, Sedangkan dengan struktur tanah dan kondisi cuaca di Indonesia hasil dari sisa pembakaran abu ban hanya dapat mempertahankan nilai dari tahanan pentanahan, karena struktur tanah dan kondisi cuaca terutama di daerah kota penkanbaru merupakan jenis tanah kerikil kering dan memiliki nilai resistansi tanah 200-300 ( $\Omega$ m) dan kondisi cuaca yang panas.

## **2.7 Pengukuran Tahanan Tanah**

Untuk mengetahui besar tahanan tanah dapat menggunakan metode tiga titik, yaitu dengan memasang tiga buah elektroda batang yang terdiri satu buah

elektroda batang utama dan dua buah elektroda batang bantu dengan jarak tertentu. Dengan memberikan sumber arus yang dipasang antara elektroda batang utama dengan elektroda batang bantu 2, serta memasang Voltmeter yang dipasang antara elektroda batang utama dengan elektroda batang bantu 1, seperti yang ditunjukkan Gambar 2.5



Gambar 2.6 Pengukuran Resistansi Tanah dengan Menggunakan Metode Tiga Titik  
(Sumber. T.S Hutaaruk, 1987)

Pada gambar 2.4, **a** adalah jarak antara elektroda batang utama dengan elektroda batang bantu 2, dan elektroda batang bantu 1 dimasukkan ke tanah dengan jarak minimal  $\frac{1}{2} a$  dari elektroda batang utama.

Setelah menetapkan besar arus yang dialirkan ke tanah dan didapatkan hasil pengukuran pada Voltmeter, lalu untuk mendapatkan nilai resistansi tanahnya dapat dihitung dengan memakai persamaan (2.17):

$$U = R \cdot I$$

$$R = \frac{U}{I} \dots\dots\dots(2.17)$$

dimana:

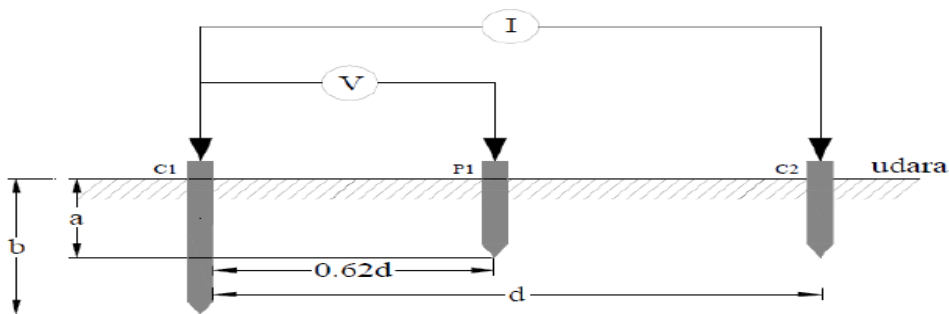
U= tegangan yang terukur oleh voltmeter (volt)

I= arus yang terukur pada Amperemeter (ampere)

R= resistansi tanah ( $\Omega$ )

## 2.8 Pengukuran Tahanan Jenis Tanah Dengan Metode Driven Rod

Metode *Driven Rod* (tiga pancangan) atau Metode *Fall Of Potential* cocok digunakan dalam keadaan normal, seperti garis transmisi pada sistem pembumian atau permasalahan dalam area, kesemuanya ini disebabkan karena pemasangan yang dangkal, kondisi tanah, penempatan pengukuran area dan tidak samanya jenis tanah pada dua lapisan tersebut.[9] Metode *Driven Rod* ditunjukkan seperti Gambar 2.7 di bawah ini:



Gambar 2.7 Metode Driven Rod  
(Sumber: Siregar, 2010)

Metode *Driven Rod* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln\left(\frac{4L}{a}\right) - 1} \dots\dots\dots(2.18)$$

dimana :

$\rho$  = tahanan jenis tanah ( $\Omega m$ )

$R$  = tahanan pentanahan elektroda batang ( $\Omega$ )

$L$  = panjang batang yang tertanam ( $m$ )

$a$  = jari-jari elektroda batang ( $m$ )

## 2.9 Pengaruh Penambahan Jumlah Elektroda Batang Pararel dan Pemberian Zat Aditif Menggunakan Metode SPSS



SPSS merupakan sebuah program statistik yang berfungsi untuk membantu dalam memproses data-data statistik secara tepat dan cepat, seperti untuk mengolah data nilai tahanan pentanahan elektroda batang paralel yang di uji menggunakan uji korelasi dan uji regresi untuk mempermudah pengolahan data statistiknya.

### **2.9.1 Uji Korelasi dan Regresi**

Korelasi merupakan suatu hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Hubungan antara variabel tersebut bisa secara korelasional dan bisa juga secara kausal. Jika hubungan tersebut tidak menunjukkan sifat sebab akibat, maka korelasi tersebut dikatakan korelasional, artinya sifat hubungan variabel satu dengan variabel lainnya tidak jelas mana variabel sebab dan mana variabel akibat. Sebaliknya, jika hubungan tersebut menunjukkan sifat sebab akibat, maka korelasinya dikatakan kausal, artinya jika variabel yang satu merupakan sebab, maka variabel lainnya merupakan akibat (Husaini, 2003).

Pembahasan korelasi minimal menyangkut dua kelompok nilai atau dua variabel. Variabel-variabel tersebut bisa berasal dari subjek penelitian yang sama, tetapi bisa juga terjadi pada atau berasal subjek penelitian yang sama (Husaini, 2003).

Dalam kehidupan sehari-hari sering kali kita menemui kejadian-kejadian, kegiatan-kegiatan atau masalah-masalah yang saling berhubungan satu sama lain, oleh karena itu kita juga memerlukan analisis hubungan antara kejadian-kejadian tersebut. Perumusan koefisien korelasi dilakukan dengan memakai perbandingan antara variasi yang dijelaskan dengan variasi total (Koster, 2001).

Metode korelasi ini menggambarkan secara kuantitatif asosiasi ataupun relasi satu variabel interval dengan variabel interval lainnya. Sebagai contoh kita

dapat lihat relasi hipotetikal antara lamanya waktu belajar dengan nilai ujian tinggi. Korelasi diukur dengan suatu koefisien ( $r$ ) yang mengindikasikan seberapa banyak relasi antar dua variabel. Daerah nilai yang mungkin adalah +1.00 sampai -1.00. Dengan +1.00 menyatakan hubungan yang sangat erat, sedangkan -1.00 menyatakan hubungan negatif yang erat. Berikut ini adalah panduan untuk nilai korelasi tersebut (+ atau -) (Husaini, 2003):

1. 0.80 hingga 1.00 korelasi sangat tinggi
2. 0.60 hingga 0.79 korelasi tinggi
3. 0.40 hingga 0.59 korelasi moderat
4. 0.20 hingga 0.39 korelasi rendah
5. 0.01 hingga 0.19 korelasi sangat rendah

Satu hal yang perlu diingat adalah "korelasi tidak menyatakan hubungan sebab-akibat". Dari contoh di atas, korelasi hanya menyatakan bahwa ada relasi antara lamanya waktu belajar dengan nilai ujian tinggi, namun bukan "lamanya waktu belajar menyebabkan nilai ujian tinggi"(Husaini, 2003).

Seperti telah diuraikan sebelumnya, untuk mengetahui seberapa dekat hubungan antara variabel diperlukan suatu ukur yang menyatakan "kekuatan" relasi tersebut. Dalam statistik, ukuran tersebut diperoleh melalui suatu analisis korelasi (Harinaldi, 2005).

### **2.9.2 Uji Regresi Linier Sederhana**

Analisis regresi digunakan untuk mempelajari dan mengukur hubungan statistik yang terjadi antara dua atau lebih variabel, sedangkan di dalam regresi majemuk lebih dari dua variabel. Suatu persamaan regresi hendak ditentukan

dan digunakan untuk menggambar pola atau fungsi hubungan yang terdapat dalam variabel. Variabel yang akan diestimasi nilainya disebut (*dependent variable*) dan biasanya di plot pada sumbu tegak (sumbu y). Sedangkan variabel bebas (*explanatory variable*) adalah variabel yang diasumsikan memberikan pengaruh terhadap variasi variabel terikat dan biasanya diplot pada sumbu datar sumbu-x (Harinaldi, 2005).

Analisa korelasi bertujuan untuk mengukur “seberapa berupa” atau „derajat kedekatan”, suatu relasi yang terjadi antara variabel. Jadi analisis regresi, maka analisis korelasi ingin mengetahui kekuatan hubungan tersebut dalam koefisien korelasinya.

### **2.9.3 Hubungan Koefisien Korelasi Dengan Regresi**

Untuk mengetahui derajat hubungan antara dua variabel dapat pula dilihat dari seberapa titik-titiknya. Koefisien korelasi ( $r$ ) dapat digunakan untuk (Supranto, 2008):

1. Mengetahui derajat (keamatan) hubungan (korelasi linear) antara dua variabel.
2. Mengetahui arah hubungan antara dua variabel.

Koefisien korelasi  $r$  ini perlu memenuhi syarat-syarat yaitu:

- a. Koefisien korelasi harus besar apabila kadar hubungan tinggi atau kuat, dan harus kecil apabila kadar itu kecil atau lemah.
- b. Koefisien korelasi harus bebas dari satuan yang digunakan untuk mengukur variabel-variabel, baik prediktor maupun respon.

Nilai koefisien korelasi ini paling sedikit -1 dan paling besar 1. Jadi, kalau  $r =$  koefisien korelasi, maka nilai  $r$  dapat dinyatakan sebagai berikut (Supranto, 2008)

Apabila artinya korelasinya negatif sempurna, artinya tidak ada korelasi dan berarti korelasinya sempurna positif (sangat kuat). Sedangkan  $r$  akan dikonsultasikan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat Dan Jadwal Penelitian**

Penelitian pengambilan data dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini untuk menjawab permasalahan di dalam skripsi ini, yaitu untuk mendapatkan hasil penelitian tentang pengaruh zat adiktif pada elektroda batang paralel .

#### **3.2 Bahan Dan Alat Penelitian Yang Digunakan**

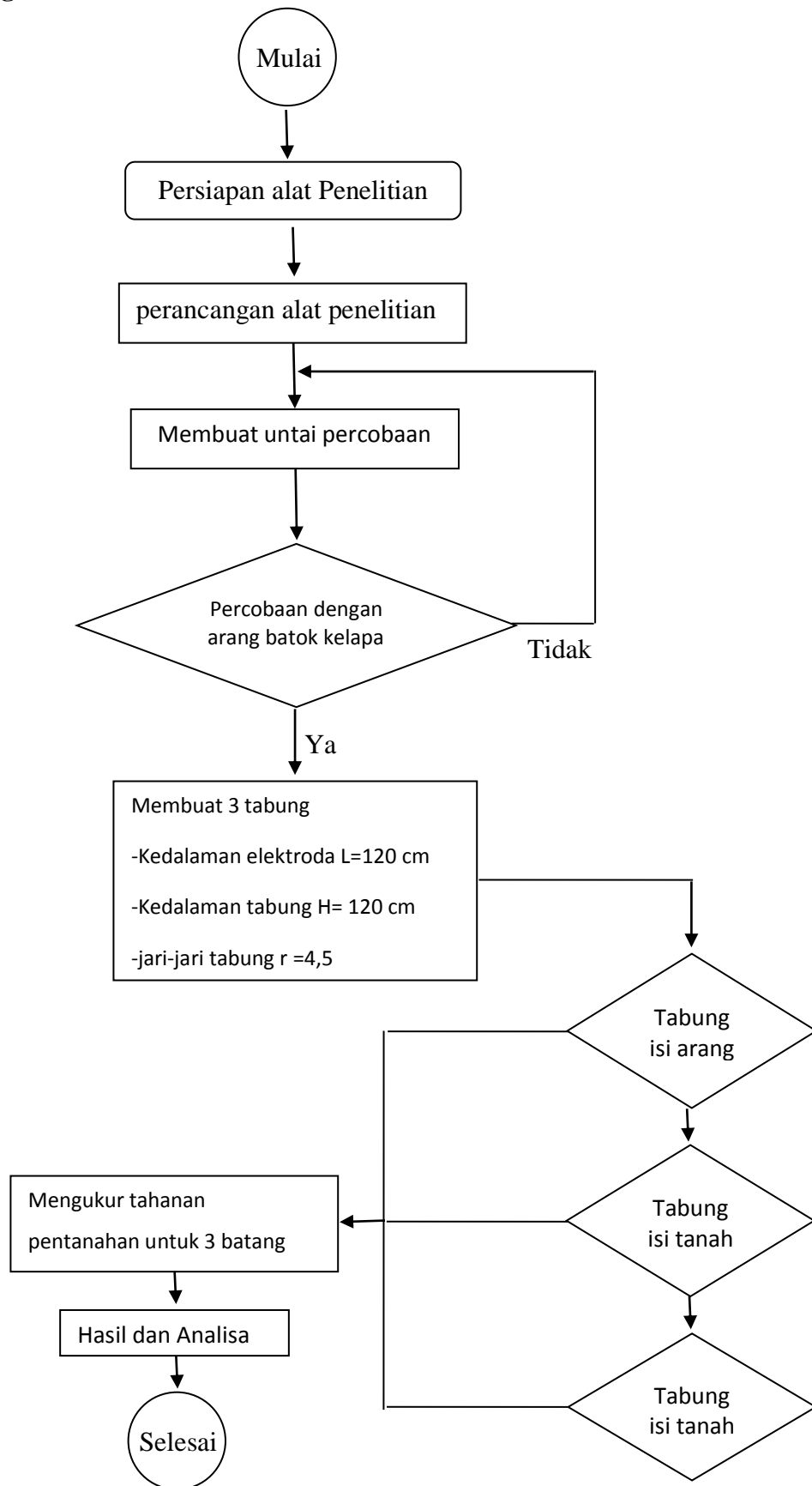
Adapun didalam penelitian ini bahan-bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Tiga batang elektroda pentanahan dengan kedalaman elektroda  $L = 120\text{cm}$
2. Arang batok kelapa  $\pm 4\text{ kg}$
3. Tiga batang pipa pvc ukuran panjang 120 cm dan berdiameter 3 inch
4. Tanah rawa

Sedangkan peralatan peralatan yang dibutuhkan dalam proses penelitian ini berlangsung ialah sebagai berikut :

1. satu set alat ukur Earth Resistance Tester digunakan untuk mengukur tahanan pentanahan.
2. Martil, kabel –kabel penghubung dan
3. peralatan yang lain di perlukan

### 3.3 Diagram Alir



### 3.4 Rancangan alat penelitian

Adapun rancangan alat penelitian :

1. Arang yang sudah di masukkan ketabung
2. Tanah yang sudah di masukkan ketabung
3. Tancapkan elektroda batang arang batok kelapa dan ke tanah yang sudah di dalam tabung
4. Diclapkan(dijepitkan) kabel penghubung ke elektroda batang
5. Ukur dengan earth tester



Gambar 3.1 rancangan alat dengan metode tiga titik secara paralel

pengukuran dilakukan setelah kabel penghubung sudah di clapkan (di jepitkan) ke electroda batang .



Gamabar 3.2 earth tester

### 3.5 Data percobaan

Simulasi arang batok kelapa sebagai perbaikan tahanan pentanahan jenis elektroda batang yang di uji di laboratoium universitas muhammadiyah sumatera utara.

3.1 Tabel percobaan pada saat arang batok kelapa kering dengan panjang elektroda 120 cm

No	Kedalaman	Hasil pengukuran	Skala pengukuran
1	10 cm	1,4 $\Omega$	1 $\Omega$
2	30 cm	1,1 $\Omega$	1 $\Omega$
3	50 cm	0,8 $\Omega$	1 $\Omega$
4	70 cm	0,6 $\Omega$	1 $\Omega$
5	90 cm	0,4 $\Omega$	1 $\Omega$
6	110 cm	0,2 $\Omega$	1 $\Omega$

3.2 Tabel percobaan pada saat arang batok kelapa basah dengan panjang elektroda 120 cm

No	Kedalaman	Hasil pengukuran	Skala pengukuran
1	10 cm	1,2 $\Omega$	1 $\Omega$
2	30 cm	1,1 $\Omega$	1 $\Omega$
3	50 cm	0,6 $\Omega$	1 $\Omega$
4	70 cm	0,4 $\Omega$	1 $\Omega$
5	90 cm	0,2 $\Omega$	1 $\Omega$
6	110 cm	0,1 $\Omega$	1 $\Omega$



### 3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian memakai tahapan-tahapan penelitian agar penelitian memperoleh hasil sesuai yang valid dan hasil maksimal.

Tahapan tersebut antara lain:

1. Persiapan alat Penelitian
2. perancangan alat penelitian
3. mengukur alat yang di teliti
4. mengumpulkan data penelitian
5. menganalisis data penelitian

Terdapat rumus untuk menganalisis data yang tertera dibawah ini

$$\rho = \frac{\pi.r^2.R}{l} \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana :

- $l$  = tinggi arang yang terisi dalam pipa (cm)
- $r^2$  = jari- jari pipa (cm)
- $R$  = nilai resistansi arang hasil pengukuran (ohm)
- $\rho$  =tahanan jenis

$$R_A = \frac{\rho_A.l_A}{2\pi.r_A.h_A} \dots\dots\dots (3.2)$$

dimana:

- $R_A$ = resistansi tanah bidang tabung (ohm)
- $\rho_A$ = resistivitas tanah bidang tabung (ohm-cm)
- $l_A$ = tebal lapisan tanah bidang tabung (cm)
- $r_A$ = jari-jari tanah bidang tabung (cm)
- $h_A$ = kedalaman penanaman elektroda batang pada lapisan arang batok kelapa (cm)

## BAB IV

### ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisa Perhitungan Penelitian Arang Batok Kelapa Sebagai

##### Perbaikan Tahanan Pentanahan

Analisa perhitungan penelitian dilakukan untuk mengetahui berapa resistansi dan resistivitas dari Arang batok kelapa .penelitian ini dilakukan di laboraturium Univesitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.Perhitungan pada saat kondisi arang batok kelapa kering.

Mencari nilai  $\rho$  pada saat kondisi arang batok kelapa kering :

1.dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 1,4$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 1,4}{100} = 0,19 \text{ ohm-cm}$$

2.dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 1,1$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 1,1}{100} = 0,15 \text{ ohm-cm}$$

3. Dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 0,8$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,8}{100} = 0,11 \text{ ohm-cm}$$

4. Dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 0,6$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,6}{100} = 0,08 \text{ ohm-cm}$$

5. Dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 0,4$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,4}{100} = 0,05 \text{ ohm-cm}$$

6. Dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 0,2$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,2}{100} = 0,28 \text{ ohm-cm}$$

2. Mencari nilai  $R_A$  (resistansi tanah bidang tabung) pada saat kondisi arang batok kelapa kering :

1. Dimana:

$$h_A = 10\text{cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5 \cdot 10} = 0,007 \text{ ohm}$$

2. Dimana:

$$h_A = 30\text{cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5 \cdot 30} = 0,002 \text{ ohm}$$

3. dimana:

$$h_A = 50\text{cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5 \cdot 50} = 0,0014 \text{ ohm}$$

4. dimana:

$$h_A = 70\text{cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5 \cdot 70} = 0,0010 \text{ ohm}$$

5. dimana:

$$h_A = 90 \text{ cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5,10} = 0,0007 \text{ ohm}$$

6. Dimana:

$$h_A = 110 \text{ cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5,10} = 0,0006 \text{ ohm}$$

2. Perhitungan pada saat kondisi arang batok kelapa basah.

Mencari nilai  $\rho$  pada saat kondisi arang batok kelapa basah :

1. dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 1,2$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \quad \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 1,2}{100} = 0,16 \text{ ohm-cm}$$

2. dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 0,8$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \quad \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,8}{100} = 0,11 \text{ ohm-cm}$$

3. Dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 0,6$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,6}{100} = 0,084 \text{ ohm-cm}$$

4. Dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 0,4$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,4}{100} = 0,056 \text{ ohm-cm}$$

5. Dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 0,2$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,2}{100} = 0,028 \text{ ohm-cm}$$

6. Dimana:

$$\rho = \dots ?$$

$$R = 0,1$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot R}{l} \rho = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 0,1}{100} = 0,014 \text{ ohm-cm}$$

2. Mencari nilai  $R_A$  (resistansi tanah bidang tabung) pada saat kondisi arang batok kelapa basah :

1. Dimana:

$$h_A = 10\text{cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5,10} = 0,007 \text{ ohm}$$

2. Dimana:

$$h_A = 30\text{cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5,30} = 0,002 \text{ ohm}$$

3. dimana:

$$h_A = 50\text{cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5,50} = 0,0014 \text{ ohm}$$

4. dimana:

$$h_A = 70\text{cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5,70} = 0,0010 \text{ ohm}$$

5. dimana:

$$h_A = 90 \text{ cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5,10} = 0,0007 \text{ ohm}$$

6. Dimana:

$$h_A = 110 \text{ cm}$$

$$R_A = \dots ?$$

$$R_A = \frac{\rho_A \cdot l_A}{2\pi \cdot r_A \cdot h_A} \quad R_A = \frac{100 \cdot 0,02}{2,3,14,4,5,10} = 0,0006 \text{ ohm}$$

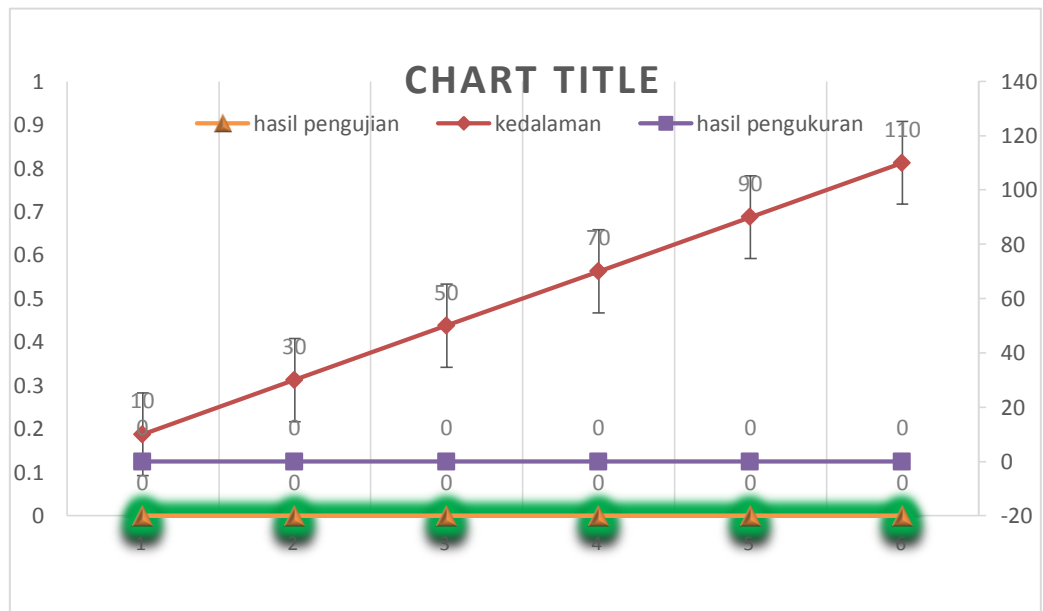


## 4.2 Analisa Perbandingan Arang kering dan Arang basah

Setelah melaksanakan pengujian terhadap Arang batok kelapa dan tanah rawa yang sudah di masukan kedalam pipa ,Maka terdapat hasil yang menyatakan di dalam table dan grafik di bawah ini:

Tabel 4.1 Resistansi pada saat arang kondisi kering

No	Kedalaman	Hasil pengukuran	Hasil pengujian
1	10 cm	1,4 ohm	0,19 ohm-cm
2	30 cm	1,1 ohm	0,15 ohm-cm
3	50 cm	0,8 ohm	0,11 ohm-cm
4	70 cm	0,6 ohm	0,08 ohm-cm
5	90 cm	0,4 ohm	0,05 ohm-cm
6	110 cm	0,2 ohm	0,28 ohm-cm

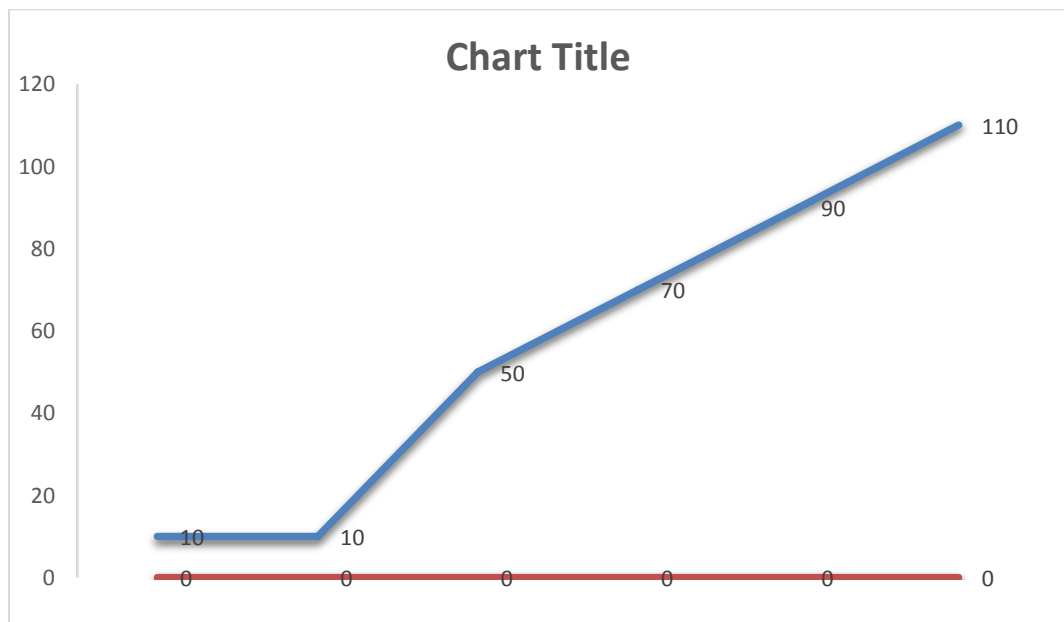


Gamabar 4.1 Grafik resistansi pada saat arang kondisi kering

Setelah melaksanakan pengujian terhadap Arang batok kelapa dan tanah rawa yang sudah di masukan kedalam pipa ,Maka terdapat hasil yang menyatakan di dalam table dan grafik di bawah ini:

Tabel 4.2 reistivitas pada saat kondisi kering

No	Kedalaman	Resistivitas
1	10 cm	0,007 ohm
2	30 cm	0,002 ohm
3	50 cm	0,0014 ohm
4	70 cm	0,0010 ohm
5	90 cm	0,0007 ohm
6	110 cm	0,0006 ohm



Gamabar 4.2 Grafik reistivitas pada saat kondisi kering

Setelah melaksanakan pengujian terhadap Arang batok kelapa dan tanah rawa yang sudah di masukan kedalam pipa ,Maka terdapat hasil yang menyatakan di dalam table dan grafik di bawah ini:

Tabel 4.3 Resistansi pada saat arang kondisi basah

No	Kedalaman	Hasil pengukuran	Hasil pengujian
1	10 cm	1,2 ohm	0,16 ohm-cm
2	30 cm	1,1 ohm	0,15 ohm-cm
3	50 cm	0,6 ohm	0,8 ohm-cm
4	70 cm	0,4 ohm	0,05 ohm-cm
5	90 cm	0,2 ohm	0,02 ohm-cm
6	110 cm	0,1 ohm	0,014 ohm-cm

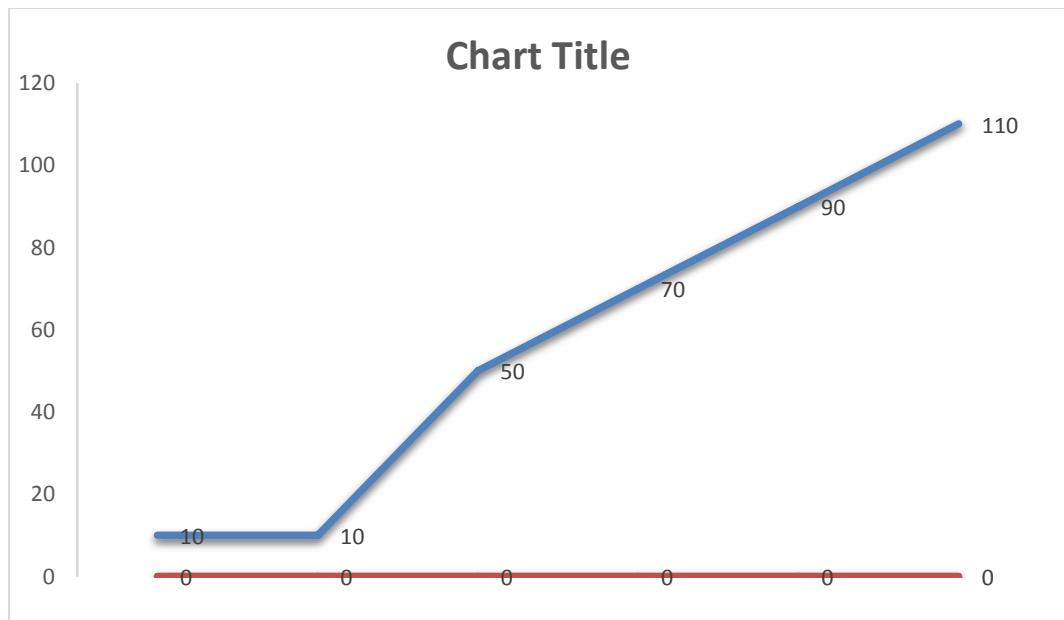


Gamabr 4.3 Grafik resistansi pada saat arang kondisi basah

Setelah melaksanakan pengujian terhadap Arang batok kelapa dan tanah rawa yang sudah di masukan kedalam pipa ,Maka terdapat hasil yang menyatakan di dalam table dan grafik di bawah ini:

Tabel 4.4 reistivitas pada saat kondisi basah

No	kedalaman	Resistivitas
1	10 cm	0,007ohm
2	30 cm	0,002 ohm
3	50 cm	0,0014 ohm
4	70 cm	0,0010 ohm
5	90 cm	0,0007 ohm
6	110 cm	0,0006 ohm



Gambar 4.4 Grafik reistivitas pada saat kondisi basah

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Setelah melakukan tinjauan pustaka dan melakukan pengujian serta menganalisa ,maka sistem pentanahan dengan Arang batok kelapa pada kondisi kering dan basah dapat disimpulkan:

1. Ternyata dari pengukuran yang dilakukan dengan mempararelkan ketiga elektroda akan mendapatkan hasil yang lebih baik jika di bandingkan dengan tidak mempararelkan ketiga elektroda.
2. Hasil yang di dapat dari perbandingan dengan menggunakan arang batok kelapa yang kering dan arang batok kelapa yang basah diketahui bahwa pengukuran menggunakan arang batok kelapa yang basah lebih baik (lebih kecil tahanannya) jika dibandingkan dengan menggunakan arang batok kelapa kering.
3. Pengukuran resistivitas tanah akan jauh lebih baik pada kedalaman yang maksimal dibandingkan dengan kedalaman biasa (110 cm) lebih baik dari 10cm.

#### **5.2 SARAN**

Setelah menganalisa penelitian pentanahan menggunakan Arang batok kelapa saya berharap agar kedepannya bisa menjadikan suatu alat ini untuk di kembangkan kembali oleh mahasiswa universitas muhammadiyah supaya mendapatkan hasil yang lebih baik lagi.

## Daftar Pustaka

- [1] W. P. Widyaningsih *et al.*, “Penurunan Tahanan Pembumian Dengan Menggunakan,” vol. 13, no. 3, pp. 102–106, 2017.
- [2] Sudaryanto, “Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pembumian Pada Tanah Basah, Tanah Berpasir dan Tanah Ladang,” *J. Electr. Technol. Vol. 1, No. 1, Pebruari 2016*, vol. 1, no. 1, 2016.
- [3] J. Uddin and S. Sumarno, “Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan,” *J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, p. 29, 2017, doi: 10.21070/jeee-u.v1i1.375.
- [4] M. Mukmin, A. Kali, and B. Mukhlis, “Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan pada Area Reklamasi Pantai (CITRALAND),” *J. MEKTRIK*, vol. 1, no. 1, pp. 29–39, 2014.
- [5] E. Yuniarti, “Gypsum Sebagai Soil Treatment dalam Mereduksi Tahanan Pentanahan di Ttanah Ladang,” *Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*, no. November, pp. 1–7, 2016.
- [6] M. Rajagukguk, “Studi Pengaruh Jenis Tanah dan Kedalaman Pembumian Driven Rod terhadap Resistansi Jenis Tanah,” *Jur. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Tanjungpura*, 2012.
- [7] A. . Fallis, “Sistem Pembumian dan Pengetanahan,” *J. Chem. Inf. Model.*, 2013, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [8] L. dedy Purwantoro, “Studi pemanfaatan arang tempurung kelapa untuk perbaikan resistansi pembumian jenis elektroda batang,” in *Publikasi Jurnal Skripsi*, 2013.
- [9] A. Ponadi, “Analisis perbandingan nilai tahanan pentanahan menggunakan elektroda batang ( rod) jenis crom tembaga, alluminium, besi, degan media tanah pasir lumpur dan tanah liat,” *J. Ilm. Mustek Anim*, vol. 3, no. 2, pp. 166–185, 2014.

## LAMPIRAN

1. Batok kelapa yang belum di bakar



2. Batok yang sudah menjadi Arang



3. arang yang sudah di haluskan



4. Elektroda batang yang digunakan yaitu besi campuran tembaga





5.kabel penghubung antara earth tester ke elektroda batang yaitu kabel serabut



6. Earth tester sebagai alat pengukur





U

percaya

ar disebutkan

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12  
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN  
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor 2122/AU//11.3/UMSU-07/P/2019

akultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas  
tua Program Studi Elektro tgl 11 Desember 2019 dengan ini Menetapkan :

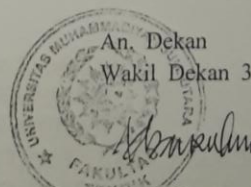
- Studi : : TAQWALLAH FEBRI SAPUTRA  
: TEKNIK Elektro  
: 160723102  
: XI ( Sebelas )
- as Akhir : : SIMULASI ARANG BATOK KELAPA SEBAGAI PERBAIKAN  
TAHANAN PERTANAHAN JENIS ELECTRODA BALANG .
- ng 1 : : PARTAONAN HARAHAHAP ST. MT  
ng 11 : : ZULFIKAR ST. MT

emikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

judul tugas akhir kurang sesuai dapat diganti oleh dosen pembimbing setelah mendapat  
tujuan dari program studi teknik Elektro  
an tugas akhir dinyatakan batal setelah 1 ( satu ) tahun dan tanggal yang telah ditetapkan

surat penunjukan dosen pembimbing dan menetapkan judul tugas akhir ini  
tug dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.  
Medan, 15 Rabiu Akhir 1441 H  
12 Desember 2019 M



An. Dekan  
Wakil Dekan 3

Khairul Umurani ST. MT

NIDN : 0114017101



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

LEMBARAN ASISTENSI

Nama : TAQWALLAH FEBRI SAPUTRA

Npm : 1407220077

Judul Tugas Akhir : SIMULASI ARANG BATOK KELAPA SEBAGAI PERBAIKAN  
TAHANAN PENTANAHAN JENIS ELEKTRODA BATANG

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1)	3/3/2020	Acc untuk dilampirkan ke sidang Meja Lijci	

PEMBIMBING II

ZULFIKAR ST.MT



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia



LEMBARAN ASISTENSI

Nama : TAQWALLAH FEBRI SAPUTRA

Npm : 1407220077

Judul Tugas Akhir : SIMULASI ARANG BATOK KELAPA SEBAGAI PERBAIKAN  
TAHANAN PENTANAHAN JENIS ELEKTRODA BATANG

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	3-3-2020	AEC untuk disidangkan	

PEMBIMBING I

FAISAL IRSAN PASARIBU ST.MT

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

LEMBARAN ASISTENSI

Nama : TAQWALLAH FEBRI SAPUTRA

NPM : 1407220077

Judul Tugas Akhir : SIMULASI ARANG BATOK KELAPA SEBAGAI PERBAIKAN  
 PERALATAN PENTANAHAN JENIS ELEKTRODA BATANG

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1)	13-12-2019	Perbaiki cara penulisannya ign terlampau rapat dan jangan terlampau jarang buat spgungnya.	
2)	20-12-2019	Perbaiki manfaat penelitian nya buat yg jelas.	
3)	24-12-2019	landasan teorinya buat yg lebih berhubungan dgn judul yg dibahas.	
4)	28-12-19	produksi tabel dan gambar so swaiten dgn keterangan (buat 1 spasi)	
5)	1-01-20	judul tidak boleh terpeng gal dg tulisan	
6)	10-1-20	jelas dan kelebihannya kelebihan masing masing elektroda	

7) ~~Buat~~ buat nomor trans/pertanyaan 2  
13-1-20

8) Rec untuk dilamp  
ke pemb I

PEMBIMBING II

Zulfikar ST.MT



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 indonesia

LEMBARAN ASISTENSI

Nama : TAQWALLAH FEBRI SAPUTRA

Npm : 1407220077

Judul Tugas Akhir : SIMULASI ARANG BATOK KELAPA SEBAGAI PERBAIKAN  
TAHANAN PENTANAHAN JENIS ELEKTRODA BATANG

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	10-11-2019	- Latar Belakang perbaikan	
2.	28-11-2019	- Buktikan masalah yg lebih spesifik	
3.	9-12-2019	Lanjutan Bab 2.	
4.	10-1-2020		
5.	23-1-2020	- perbaikan: format gambar & tabel. - lanjut Bab III	
6.	27-1-2020	perbaiki Flow chart	
7.	1-2-2020	- lanjut Bab IV - perbaikan data hasil bab IV	
8.	12-2-2020	All link diselesaikan.	

PEMBIMBING I

FAISAL IRSAN PASARIBU  
ST.MT

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### **DATA PRIBADI**

Nama : TAQWALLAH FEBRI SAPUTRA  
NPM : 1407220077  
Tempat/Tanggal Lahir : ACEH / 25-02-1996  
Jenis Kelamin : LAKI-LAKI  
Agama : ISLAM  
Status Perkawinan : BELUM KAWIN  
Alamat : KOMP RSKP SICANANG LK XIX  
          KEL./DESA : BELAWANSICANANG  
          Kecamatan : MEDAN BELAWAN  
          Provinsi : SUMATERA UTARA  
Nomor Hp : 081265081513  
E-mail : [saputrafabri006@gmail.com](mailto:saputrafabri006@gmail.com)

Nama Orang Tua  
    Ayah : LUKMAN  
    Ibu : YUSNITA M.NUR

### **PENDIDIKAN FORMAL**

2002-2008 : SD NEGERI 066670 MEDAN  
2008-2011 : SMP NEGERI 39 MEDAN  
2011-2014 : SMK NEGERI 13 MEDAN  
2014-2020 : S1 PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
          FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS  
          MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA