

**Analisa Perbandingan Sistem Pentanahan ( Grounding )  
Pada Power House dan Gedung Perkantoran  
( Studi Kasus PLTA SEI WAMPU I )**

**Putra Utama Harahap\***

**Zuraidah Tharo\*\***

**Amani Darma Tarigan\*\***

**ABSTRAK**

Sistem pentanahan (grounding system ) bertujuan untuk mengamankan peralatan-peralatan listrik maupun manusia yang berada dilokasi sekitar terjadinya gangguan dengan cara mengalirkan arus gangguan ke tanah. Salah satu faktor untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang kecil yaitu letak elektroda yang akan ditanam Untuk mengetahui nilai pentanahan tersebut maka diperlukan pengukuran. Sistem pembumian yang kurang baik dapat menyebabkan kerusakan dan dapat menimbulkan bahaya yang sangat beresiko. Semakin kecil nilai tahanan pembumian maka semakin baik sistem pembumian yang terpasang . Pada kondisi tanah tertentu, nilai tahanan pembumian juga dipengaruhi oleh kedalaman penanaman dan lokasi pemasangan elektroda. Pengukuran nilai tahanan grounding yang terdapat pada PLTA SEI WAMPU 1, Power house memiliki hasil pengukuran sebesar 2,74  $\Omega$  dan hasil perhitungan 2,8  $\Omega$  dengan selisih (0.06  $\Omega$  ) dan Gedung perkantoran memiliki hasil pengukuran sebesar 3,53  $\Omega$  dan hasil perhitungan 3,524  $\Omega$  dengan selisih ( 0.006  $\Omega$ ). Perbedaan hasil pengukuran dan perhitungan pada kedua lokasi cukup jauh. Hal ini di sebabkan oleh jenis elektrode yang di pasang serta lokasi penanaman dan kedalaman penanaman electrode yang tidak sama. Ketinggian tanah tempat penanaman elektrode pun berbeda beda. Tujuan pengukuran ini untuk memperoleh perbandingan nilai pengukuran untuk setiap penanaman dan pemasangan sistem grounding.

**Kata Kunci : elektroda, earth tester, perbandingan hasil pengukuran pentanahan**

\* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : putrautamaharahap@gmail.com

\*\* Dosen Program Studi Teknik Elektro

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR RUMUS.....	ix
BAB 1	
PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	3
1.4    Tujuan .....	3
1.5    Manfaat .....	4
1.6    Metode Penelitian.....	4
1.7    Sistematika Penulisan .....	5
BAB 2	
LANDASAN TEORI .....	7
2.1    Sistem Pentanahan ( <i>Grounding System</i> ).....	7
2.1.1    Fungsi Sistem Pentanahan ( <i>Grounding System</i> ) .....	8
2.1.2    Bentuk Sistem Alat Pentanahan ( <i>Grounding System</i> ).....	11

2.1.2	Jenis Jenis Sistem Pentanahan .....	13
2.2	Tahanan Jenis Tanah .....	15
2.3	Elektroda Pentanahan.....	18
2.3.1	Elektroda Batang ( Rod ).....	19
2.3.2	Elektroda Pita.....	22
2.3.3	Elektroda Pelat .....	23
2.3.4	Elektroda Jenis Lain .....	25
2.4	Material Pemasangan Sistem Pentanahan .....	26
2.4.1	Elektroda ( Rod ).....	26
2.4.2	Kabel Grounding .....	30
2.4.3	Clamp.....	34
2.4.4	Busbar .....	34
2.4.5	Skun Kabel.....	35
2.5	Earth Tester.....	37
2.5.1	Bagian Bagian Earth Tester 4105a.....	38

### BAB 3

METODE PENELITIAN.....	43
3.1 Tahapan Penelitian .....	43
3.2 Obyek Penelitian .....	44
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	45
3.4 Langkah Penelitian.....	46
3.5 Data Penelitian .....	47

## BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	51
4.1 Data Pengukuran Tahanan Grounding .....	51
4.1.1 Pengukuran Tahanan Grounding Menggunakan Earth Tester 4105a yang di lakukan pada gedung perkantoran. ....	51
4.1.2 Pengukuran Tahanan Grounding Menggunakan Earth Tester 4105a yang di lakukan pada power house. ....	51
4.2 Analisa Perhitungan .....	53
4.2.1 Perhitungan Nilai Pentanahan di Area Power House .....	53
4.2.2 Perhitungan Nilai Pentanahan di Area Gedung Perkantoran Karyawan .....	55
4.3 Analisa Perbandingan .....	57
4.3.1 Analisa Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan .....	57

## BAB 5

PENUTUP .....	59
5.1 Simpulan .....	59
5.2 Saran .....	60

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai rata rata tahanan jenis tanah .....	16
Tabel 2. 2 Luas penampang minimum elektroda pembumian .....	29
Tabel 2. 3 Luas Penampang Penghantar Sistem Pembumian .....	33
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Penelitian.....	45
Tabel 3. 2 Data Teknis Pada Sistem Grounding Power House .....	47
Tabel 3. 3 Data Teknis Pada Sistem Grounding Gedung Perkantoran.....	48
Tabel 3. 4 Hasil Pengukuran .....	49
Tabel 3. 5 Hasil Pengukuran .....	50
Tabel 4. 1 Hasil Nilai Pengukuran dan Perhitungan Area Power House.....	57
Tabel 4. 2 Hasil Nilai Pengukuran dan Perhitungan Gedung Perkantoran.....	58

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Single Grounding Rod.....	11
Gambar 2. 2 Paralel Grounding Rod.....	12
Gambar 2. 3 Multi Grounding System.....	13
Gambar 2. 4 Sistem Pentanahan Netral.....	14
Gambar 2. 5 Sistem Pentanahan Peralatan.....	15
Gambar 2. 6 Elektroda Batang.....	20
Gambar 2. 7 Elektrode Pita.....	23
Gambar 2. 8 Elektroda Pelat.....	24
Gambar 2. 9 Elektroda Pentanahan.....	27
Gambar 2. 10 Kabel Grounding.....	30
Gambar 2. 11 Kabel BC ( Bare Copper ).....	31
Gambar 2. 12 Kabel NYY.....	32
Gambar 2. 13 Kabel NYA.....	32
Gambar 2. 14 Clamp Kabel Grounding.....	34
Gambar 2. 15 Busbar Kabel Grounding.....	35
Gambar 2. 16 Sepatu Kabel.....	37
Gambar 2. 17 Earth Tester.....	38
Gambar 2. 18 Bagian Bagian Earth Tester 4105 a.....	39
Gambar 2. 19 Kabel Hijau Earth Tester.....	40
Gambar 2. 20 Kabel Kuning Earth Tester.....	41

Gambar 2. 21 Kabel Merah Earth Tester .....	41
Gambar 2. 22 Elektroda Bantu .....	42
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian.....	43
Gambar 3. 2 Lokasi Penanaman Elektrode .....	44
Gambar 3. 3 Cara Memasang Elektroda Bantu .....	46
Gambar 3. 4 Elektroda dan Kabel yang digunakan .....	48
Gambar 3. 5 Elektroda dan Kabel yang digunakan .....	48
Gambar 3. 6 Hasil Pengukuran di Lokasi .....	49
Gambar 3. 7 Hasil Pengukuran di Lokasi .....	50
Gambar 4. 1 Skema Pengukuran Nilai Pentanahan di Area Gedung Perkantoran .....	51
Gambar 4. 2 Skema Pengukuran Nilai Pentanahan di Area Power House .....	52

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2. 1 Tahanan Pentanahan Elektroda Batang .....	21
Rumus 2. 2 Tahanan Pentanahan Elektroda Batang Lebih dari satu .....	22
Rumus 2. 3 Tahanan Pentanahan Elektroda Pelat .....	23
Rumus 2. 4 Tahanan Pentanahan Elektroda Pelat .....	24

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, Penulis panjatkan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kami, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ ANALISA PERBANDINGAN SISTEM PENTANAHAN (GROUNDING) PADA POWER HOUSE DAN GEDUNG PERKANTORAN (STUDI KASUS PLTA SEI WAMPU 1 ) ”.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak Dr.H.M. Isa Indrawan, SE., MM selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Ibu Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Bapak Hamdani, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Ibu Zuraidah Tharo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Skripsi .
5. Bapak Amani Darma Tarigan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Skripsi.
6. Segenap keluarga besar dan semua pihak yang nama nya tidak dapat tertulis, yang telah turut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir nya dengan segala kerendahan hati, saya menyadari masih banyak terdapat pada skripsi ini sehingga saya mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini

Medan, Juli 2019

Putra Utama Harahap  
172421009

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sistem pentanahan (grounding) pada sebuah gedung, pabrik, pusat perbelanjaan, pasar, hingga rumah tempat tinggal sangat di perlukan guna untuk melindungi peralatan kelistrikan dan peralatan elektronika yang terpasangan pada bangunan tersebut. Sistem grounding berfungsi sebagai penghantar arus listrik langsung ke bumi atau tanah saat terjadi tegangan listrik yang timbul akibat kegagalan isolasi dari sistem kelistrikan atau peralatan listrik (instrumentasi) sehingga dapat mencegah kerusakan akibat adanya bocor tegangan. Perkembangan teknologi elektronika dan automasi saat ini berkembang dengan sangat pesat, hampir seluruh aspek kehidupan tidak terlepas dari peralatan elektronik dan mikroprosesor. Kecepatan prosesnya yang semakin tinggi, ukurannya kecil, dan harganya yang semakin mahal. Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) terdapat banyak sistem control dan automasi yang terpasang. Seperti komponen-komponen yang terdapat pada panel control, sensor, actuator dan mesin lainnya yang menggunakan listrik. Semua peralatan ini wajib di proteksi untuk melindungi dan menjaga rangkaian control agar tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Sedangkan akibat buruk yang lebih besar bagi manusia adalah kemungkinan tersengat arus listrik yang lebih besar yang dapat membahayakan keselamatan bahkan bisa menjadi penyebab kematian. Tapi hal ini

dapat hindari dengan cara menghubungkan setiap peralatan listrik dengan kabel grounding.

Hal ini merupakan alasan dasar penulisan tugas akhir ini. Metode pemasangan sistem pentanahan (grounding) bertujuan untuk mengamankan manusia dari bahaya arus bocor yg terjadi pada komponen kontrol mesin dan memproteksi mesin mesin listrik serta peralatan yang terdapat pada PLTA dari kerusakan atau tidak fungsi akibat kegagalan isolasi. Sebab jika terjadi kerusakan komponen pada rangkaian kontrol akan menyebabkan terganggunya sistem kerja pembangkit saat beroperasi. Karena hal ini sangat di hindari untuk menjaga kelancaran dan keoptimalan pada saat mesin mesin bekerja sesuai dengan fungsi nya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas penulis dapat merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana metode pemasangan pentanahan (grounding) pada Power House dan Gedung Perkantoran di PLTA SEI WAMPU 1.
2. Bagaimana metode penanaman dan pemasangan rod / elektrode grounding pada Power House di PLTA SEI WAMPU 1 agar diperoleh nilai tahanan grounding di bawah  $5 \Omega$ .
3. Bagaimana metode yang di gunakan dalam memasang instalasi kabel grounding pada Power House dan Gedung Perkantoran di PLTA SEI WAMPU 1.

### **1.3 Batasan Masalah**

Mengingat luas dan kompleksnya pembahasan yang dapat dilakukan, maka untuk memaksimalkan pembahasan perlu dilakukan pembatasan masalah, sebagai berikut :

1. Membahas sistem pentanahan (grounding) sebagai salah satu pengamanan arus bocor / pengamanan eksternal pada rangkaian peralatan listrik.
2. Elektroda / rod yang di gunakan pada instalasi grounding hanya bahan tembaga.
3. Membahas perbandingan nilai pentanahan grounding yang terdapat pada lokasi penelitian.
4. Membahas bagaimana cara memperkecil nilai tahanan pada sistem grounding di lokasi penelitian.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan penulisan skripsi ini adalah

1. Untuk mengetahui bagaimana cara dan langkah - langkah dalam pemasangan sistem pentanahan (grounding).
2. Mengetahui metode metode penanaman dan pemasangan elektroda pada sistem pentanahan yang terdapat pada PLTA Sei Wampu 1.
3. Mengetahui nilai tahanan pentanahan pada power house dan gedung perkantoran .
4. Mengetahui jenis elektroda, tipe kabel, jenis tanah dan tahanan jenis tanah pada lokasi pengukuran nilai tahanan grounding.

## **1.5 Manfaat**

Adapun Manfaat penulisan skripsi ini adalah

1. Dapat digunakan sebagai salah satu referensi dalam merencanakan suatu sistem proteksi eksternal terhadap bahaya listrik pada bangunan.
2. Dapat digunakan sebagai referensi dalam pekerjaan instalasi sistem pemasangan pentanahan (grounding) bangunan dan gedung bertingkat.
3. Menambah pengetahuan dan wawasan mahasiswa mengenai perencanaan pemasangan sistem grounding pada suatu bangunan atau gedung, khususnya bangunan PLTA .
4. Mengetahui perbedaan cara pemasangan sistem grounding pada gedung perkantoran dengan bangunan pembangkit listrik tenaga air (PLTA).
5. Mampu menganalisa hasil pengukuran dan hasil perhitungan tahanan pentanahan .

## **1.6 Metode Penelitian**

Metode – metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah :

1. Metode Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara pengumpulan data dengan mencari informasi dari buku, artikel, internet dan jurnal yang berkaitan dengan judul dan dapat mendukung penyusunan skripsi ini.

2. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara mengadakan pengamatan langsung

pada objek di lapangan yang berlokasi di gedung perkantoran dan power house berada di PLTA Sei Wampu 1.

### 3. Metode Konsultasi

Pada metode ini penulis melakukan diskusi tentang topik yang dibahas pada skripsi ini dengan dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II, pegawai di PLTA Sei Wampu 1, dosen pengajar, dan mahasiswa lain.

### 4. Metode Dokumentasi

Pada metode ini penulis melakukan pengambilan gambar objek bahasan skripsi sebagai kelengkapan data mengenai penulisan skripsi.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Untuk memahami lebih jelasnyaisi skripsi ini dilakukan dengan cara mengelompokkan materi menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang informasi umum yaitu latar belakang penelitian , perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metode penelitian serta sistematika penulisan.

## **BAB 2 LANDASAN TEORI**

Bab ini berisikan teori – teori yang diambil dari buku maupun jurnal untuk mendukung hal – hal yang akan dibahas di skripsi ini.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang tahap tahap dan metode metode yg di lakukan pada pemasangan sistem pentanahan secara umum. Data pemasangan pbumian meliputi data lapangan, bahan penghantar meliputi tembaga, spesifikasi jenis tanah dan cara pemakaian alat ukur.

### **BAB 4 HASIL PEMBAHASAN DAN ANALISA DATA**

Pada bab ini berisikan tentang perhitungan nilai tahanan dengan menggunakan rumus dan membandingkan nya dengan hasil pengukuran menggunakan earth tester. Kemudian melakukan analisa dari kedua hasil yang di peroleh.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan analisa dan optimalisasi sistem berdasarkan yang telah diuraikan pada bab – babsebelumnya.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Sistem Pentanahan (*Grounding System*)**

Sistem pentanahan (*grounding system*) adalah suatu rangkaian / jaringan mulai dari kutub pentanahan / elektroda, hantaran penghubung sampai terminal pentanahan yang berfungsi untuk menyalurkan arus lebih ke bumi, agar perangkat peralatan dapat terhindar dari pengaruh petir dan tegangan asing lainnya.

Tujuan utama pentanahan adalah menciptakan jalur yang tahanan rendah low impedance terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan transient voltage. Penerangan, arus listrik, circuit switching dan electrostatic discharge adalah penyebab umum dari adanya sentakan listrik atautransient voltage. Sistem pentanahan yang efektif akan meminimalkan efek tersebut. Tujuan sistem pentanahan:

1. Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan.
2. Menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki antara konduktor sistem dan bumi. Deteksi ini akan mengakibatkan beroperasinya peralatan otomatis yang memutuskan suplai tegangan dari konduktor tersebut.
3. Mengamankan manusia terhadap bahaya arus bocor pada peralatan listrik.

Karakteristik sistem pentanahan yang efektif :

1. Terencana dengan baik, semua koneksi yang terdapat pada sistem harus merupakan koneksi yang sudah direncanakan sebelumnya dengankaidah tertentu.
2. Verifikasi secara visual dapat dilakukan.
3. Menghindarkan gangguan yang terjadi pada arus listrik dari perangkat.
4. Semua komponen metal harus ditahan oleh sistem pentanahan, dengan tujuan untuk meminimalkan arus listrik melalui material yang bersifat konduktif pada potensial listrik yang sama.

### **2.1.1 Fungsi Sistem Pentanahan (*Grounding System*)**

Sebagai bagian dari proteksi instalasi listrik, Sistem pentanahan ini mempunyai beberapa fungsi sebagai berikut :

1. Untuk tujuan keselamatan, seperti yang dijelaskan sebelumnya, grounding berfungsi sebagai penghantar arus listrik langsung ke bumi atau tanah saat terjadi tegangan listrik yang timbul akibat kegagalan isolasi dari system kelistrikan atau peralatan listrik. Contohnya, bila suatu saat kita menggunakan setrika listrik dan terjadi tegangan yang bocor dari elemen pemanas di dalam setrika tersebut, maka tegangan yang bocor tersebut akan mengalir langsung ke bumi melalui penghantar grounding. Dan kita sebagai pengguna akan aman dari bahaya

kesetrum. Perlu diingat, peristiwa kesetrum terjadi bila ada arus listrik yang mengalir dalam tubuh kita.

2. Dalam instalasi penangkal petir, sistem grounding /pentanahan berfungsi sebagai penghantar arus listrik yang besar langsung ke bumi. Dalam prakteknya, pemasangan grounding untuk instalasi penangkal petir dan instalasi listrik gedung harus dipisahkan.
3. Sebagai proteksi peralatan elektronik atau instrumentasi sehingga dapat mencegah kerusakan akibat adanya bocor tegangan.

TujuanPentanahan Suatu Sistem Tenaga Listrik Secara Umum( Budi, 2016) adalah sebagai berikut :

1. Mencegah timbulnya busur tanah akibat dari arus gangguan yang besar ( $> 5 \text{ A}$ ).
2. Memberikan perlindungan terhadap bahaya listrik bagi pemanfaatan listrik dan lingkungan.
3. Memproteksi peralatan.
4. Mendapatkan keandalan penyaluran pada system baik dari segi kualitas, keandalan ataupun kontinuitas penyaluran tenaga listrik dengan kontrol noise termasuk transien dari segala sumber.
5. Membatasi kenaikan tegangan fasa yang tidak terganggu (sehat).

Karena arus dan tegangan petir sangat besar maka tidak mungkin ditentukan batasan tegangan sentuh yang dapat mengimbas peralatan maupun personil di dalamnya.

Oleh sebab itu ditentukan kelayakan *grounding* untuk bangunan yaitu harus bisa memiliki tahanan sebaran maksimal 5  $\Omega$  dan bila di bawah 5  $\Omega$  lebih baik. Namun untuk memberikan tingkat perlindungan yang lebih baik, besarnya tahanan pentanah juga ditentukan berdasarkan pada fungsi dari gedung tersebut (Suyanto, 2015) yaitu untuk :

1. Keamanan melindungi barang-barang elektronik berada di dalam gedung, tahanan pentanahan di bawah 3  $\Omega$ .
2. Sistem yang baik, ditentukan nilai standar tahanan di bawah 2  $\Omega$ .
3. Bangunan-bangunan vital ditentukan nilai tahanan yang lebih baik yaitu < 1  $\Omega$ .
4. Data harus di bawah 1  $\Omega$  (d disesuaikan dengan besarnya daya tahan beban terhadap penangkal petir tersebut).
5. Bangunan umum, maksimum 5  $\Omega$

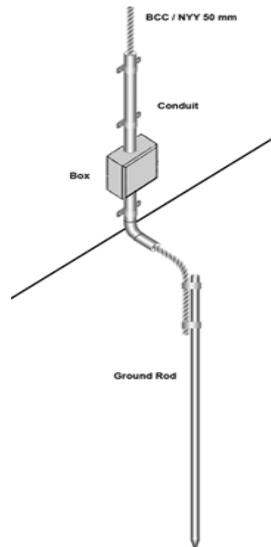
Jika nilai resistansi pembumian/*grounding* terlalu besar akan berdampak negatif pada komponen dari instalasi tersebut. Begitu juga bila pembumian (*grounding*) tidak sempurna akan menimbulkan arus sisa atau arus ikutan yang merusak komponen-komponen penyusun, terutama komponen elektronik yang sangat peka terhadap arus. Jadi instalasi penangkal petir harus berfungsi sempurna dan harus mempunyai nilai hambatan kecil bahkan jauh di bawah satu ohm atau mendekati nilai nol. Jika nilai tahanan pentanahan dapat diperoleh di bawah 1 ohm maka sistem pemasangan sudah dapat di katakan sangat aman dan benar.

### 2.1.2 Bentuk Sistem Alat Pentanahan (*Grounding System*)

Ada beberapa macam sistem pembumian dapat dibuat dalam 3 bentuk yang sering di gunakan pada pemasangan sistem pentanahan ( *grounding system* ). Sistem pemasangan ini di gunakan sebagai alternatif untuk memperkecil nilai tahanan pentanahan seperti di bawah ini, ( Hardiansyah , 2016 ) di antaranya :

#### 1. **Single Grounding Rod**

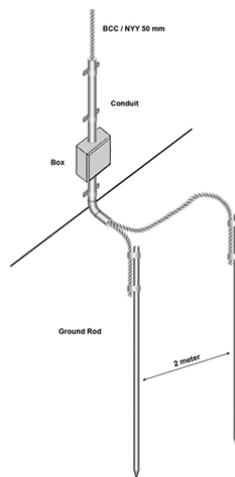
*Grounding system* yang hanya terdiri atas satu buah titik penancapan batang (*rod*) pelepas arus atau *ground rod* di dalam tanah dengan kedalaman tertentu (misalnya 6 meter). Untuk daerah yang memiliki karakteristik tanah yang konduktif, biasanya mudah untuk didapatkan tahanan sebaran tanah di bawah 5 ohm dengan satu buah *ground rod*.



**Gambar 2. 1 Single Grounding Rod**  
( Sumber : Febri, 2016 )

## 2. Paralel Grounding Rod

Jika sistem *single grounding rod* masih mendapatkan hasil kurang baik (nilaitahanan sebaran  $>5$  ohm), maka perlu ditambahkan *ground rod* ke dalam tanah yang jarak antar batang minimal 2 meter dan dihubungkan dengan kabel BC/BCC. Penambahan *ground rod* dapat juga ditanam mendatar dengan kedalaman tertentu, bisa mengelilingi bangunan membentuk cincin atau cakar ayam. Kedua teknik ini bisa diterapkan secara bersamaan dengan acuan tahanan sebaran/resistans kurang dari 5 ohm setelah pengukuran dengan *earth ground tester*.

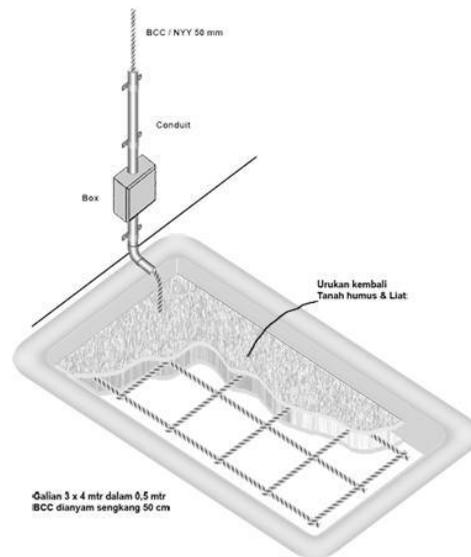


**Gambar 2. 2 Paralel Grounding Rod**  
( Sumber : Febri, 2016 )

## 3. Multi Grounding System

Bila didapati kondisi tanah yang memiliki ciri yang jauh dari harapan maka cara yang digunakan adalah dengan penggantian tanah dengan tanah yang

mempunyai sifat menyimpan air atau tanah yang kandungan mineral garam dapat menghantar listrik dengan baik, contoh gunakan tanah humus , tanah kotoran ternak atau tanah liat sawah, caranya : Buatlah titik rod lebar kira-kira 2 inci, kemudian di isi penuh dengan tanah pengganti tadi lalu kemudian isi dengan air setelah itu rod ground dapat anda tancapkan. Untuk lebih baik lagi pada parit penghubung antar rod ground yang sudah terpasang kabel penghubung ( BC ) di uruk kembali dengan memakai tanah tadi. Hal ini dapat membantu memperkecil nilai tahanan pentanahan di karenakan tanah yang di gunakan sudah basah dan mengandung air dan dapat membuat tanah jadi lembab.

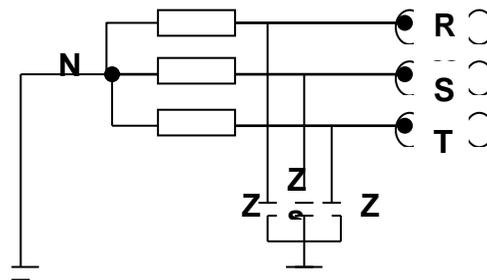


**Gambar 2. 3 Multi Grounding System**  
( Sumber : Febri, 2016 )

### 2.1.2 Jenis Jenis Sistem Pentanahan

Sitem pentanahan yang sering di gunakan ada 2 jenis yaitu :

1. Sistem TN atau sistem Pembumian Netral Pengaman ( PNP ) Sistem TN dilakukan dengan cara menghubungkan semua perlengkapan / instalasi melalui penghantar proteksi ke titik sistem tenaga listrik yang dibumikan sedemikian rupa sehingga bila terjadi kegagalan isolasi tercegahlah bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi karena terjadinya pemutusan suplai secara otomatis dengan bekerjanya gawai proteksi. Umumnya titik sistem tenaga listrik yang dibumikan adalah titik netral. Pentanahan titik netral dari sistem tenaga merupakan suatu keharusan pada saat ini, karena sistem sudah demikian besar dengan jangkauan yang luas dan tegangan yang tinggi. Pentanahan titik netral ini dilakukan pada alternator pembangkit listrik dan transformator daya pada gardu-gardu induk dan gardu-gardu distribusi

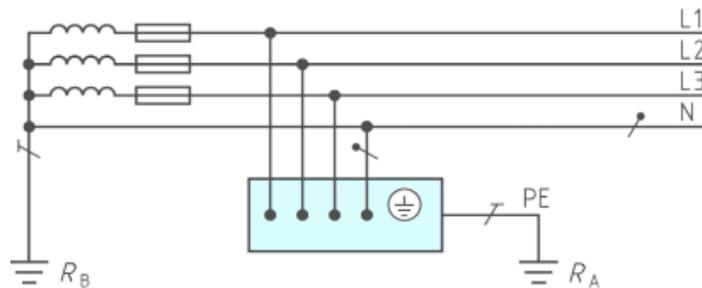


**Gambar 2. 4 Sistem Pentanahan Netral**

*Sumber : Penulis, 2019*

2. Sistem TT atau Sistem Pembumian Pengaman ( sistem PP )Sistem TT dilakukan dengan cara membumikan perlengkapan sehingga apabila

terjadi kegagalan isolasi tercegahlah bertahannya tegangan sentuh yang terlalutinggi pada perlengkapan tersebut karena terjadinya pemutusan suplai secara otomatis dengan bekerjanya gawai proteksi. Pentanahan peralatan adalah pentanahan yang menghubungkan body / kerangka / bagian dari peralatan listrik terhadap ground (tanah). Sistem yang titik netralnya disambung langsung ke tanah, namun bagian-bagian instalasi yang konduktif disambungkan ke elektroda pentanahan yang berbeda (berdiri sendiri).



**Gambar 2. 5 Sistem Pentanahan Peralatan**  
*Sumber : Andrian Wijaya, 2016*

## 2.2 Tahanan Jenis Tanah

Tahanan jenis tanah sangat menentukan tahanan pentanahan dari elektroda elektroda pentanahan. Tahanan jenis tanah diberikan dalam satuan Ohm-meter. Dalam bahasan di sini menggunakan satuan Ohm-meter, yang mempresentasikan tahanan tanah yang diukur dari tanah yang berbentuk kubus yang bersisi 1 meter.

Yang menentukan tahanan jenis tanah ini tidak hanya tergantung pada jenis tanah saja melainkan dipengaruhi oleh kandungan moistur, kandungan mineral yang dimiliki dan suhu (suhu tidak berpengaruh bila di atas titik beku air). Oleh karena itu, tahanan jenis tanah bisa berbeda-beda dari satu tempat dengan tempat yang lain tergantung dari sifat-sifat yang dimilikinya. Sebagai pedoman kasar, tabel berikut ini berisikan tahanan jenis tanah yang ada di Indonesia.

**Tabel 2. 1 Nilai rata rata tahanan jenis tanah**

<b>Jenis Tanah</b>	<b>Resistansi jenistanah pt dalam ohm-m</b>
Tanah rawa	10.....40
Tanah liat dan tanah ladang	20.....100
Pasir basah	50.....200
Kerikil basah	200....3000
Pasir/kerikil kering	< 10000
Tanah berbatu	2000....3000
Air laut dan air tawar	10.....100

*Sumber : Andri Wijaya , 2016*

Nilai-nilai tersebut pada Tabel 1 seluruhnya berlaku untuk tanah lembab sampai basah. Pasir kering mutlak atau batu adalah suatu bahan isolasi yang bagus, sama seperti air destilasi. Maka elektrode bumi selalu harus ditanam sedalam mungkin dalam tanah, sehingga dalam musim kering selalu terletak dalam lapisan tanah yang basah. Untuk mencapai nilai tahanan sebaran tersebut, tidak semua area bisa

terpenuhi karena ada beberapa aspek yang mempengaruhinya ( Budi Febri Hardiansyah, 2016 ), yaitu:

1. Kadar air; bila air tanah dangkal/penghujan, maka nilai tahanan sebaran mudah didapatkan sebab sela-sela tanah mengandung cukup air bahkan berlebih, sehingga konduktivitas tanah akan semakin baik.
2. Mineral/garam; kandungan mineral tanah sangat memengaruhi tahanan sebaran/resistansi karena: semakin berlogam dan bermineral tinggi, maka tanah semakin mudah menghantarkan listrik. Daerah pantai kebanyakan memenuhi ciri khas kandungan mineral dan garam tinggi, sehingga tanah sekitar pantai akan jauh lebih mudah untuk mendapatkan tahanan tanah yang rendah.
3. Derajat keasaman; semakin asam ( PH rendah atau  $PH < 7$  ) tanah, maka arus listrik semakin mudah dihantarkan. Begitu pula sebaliknya, semakin basa (PH tinggi atau  $PH > 7$ ) tanah, maka arus listrik sulit dihantarkan. Ciri tanah dengan PH tinggi: biasanya berwarna terang, misalnya Bukit Kapur.
4. Tekstur tanah; untuk daerah yang bertekstur pasir dan berpori (*porous*) akan sulit untuk mendapatkan tahanan sebaran yang baik karena jenis tanah seperti ini air dan mineral akan mudah hanyut dan tanah mudah kering. Karena tanah berpasir tidak dapat menyimpan air dengan baik sehingga tanah tekstur tanah dapat juga mempengaruhi nilai pentanahan pada saat di lakukan pemasangan.

Tahanan jenis tanah bervariasi dari 500 sampai 50.000 Ohm per cm<sup>3</sup>. Kadang - kadang harga ini dinyatakan dengan harga Ohm per cm. Untuk mengubah komposisi kimia tanah dapat dilakukan dengan memberikan garam pada tanah dekat elektroda pembumian dengan maksud mendapatkan tahanan jenis tanah yang rendah. Cara ini hanya baik untuk sementara sebab pengaraman harus dilakukan secara periodik, sedikitnya 6 (enam) bulan sekali. Dengan memberi air atau membasahi tanah juga mengubah tahanan jenis tanah. Harga tahanan jenis tanah pada kedalaman yang terbatas sangatlah tergantung dengan keadaan cuaca. Untuk mendapatkan tahanan jenis tanah rata-rata, maka diperlukan suatu perencanaan maka diperlukan penyelidikan atau pengukuran dalam jangka waktu yang tertentu misalnya selama 1 (satu) tahun.

Biasanya tahanan jenis tanah juga tergantung dari tingginya permukaan air yang konstan. Untuk mengurangi variasi tahanan jenis tanah akibat pengaruh musim, pembumian dapat dilakukan dengan menanamkan elektroda pembumian mencapai kedalaman dimana terdapat air yang konstan. Penanaman memungkinkan kelembaban dan temperatur bervariasi, harga tahanan jenis tanah harus diambil pada keadaan yang paling buruk, yaitu tanah kering dan dingin. Hal ini di karenakan nilai tahanan pada tanah kering cukup tinggi.

### **2.3 Elektroda Pentanahan**

Suatu sistem pentanahan menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik untuk mencegah potensi bahaya listrik terhadap manusia dan peralatan maupun .

Elektroda ditanam di dalam tanah dengan tujuan untuk mempercepat penyerapan muatan listrik akibat sambaran petir, arus bocor, hubung singkat ataupun tegangan lebih ke dalam tanah. Pada prinsipnya jenis elektroda dipilih yang mempunyai kontak sangat baik terhadap tanah Terdapat 3 macam elektroda pentanahan yaitu bentuk batang (rod), bentuk pita (kisi-kisi), dan bentuk pelat.

### **2.3.1 Elektroda Batang ( Rod )**

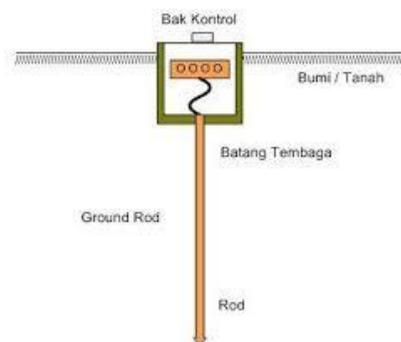
Elektroda batang ialah elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda ini banyak digunakan di gardu induk-gardu induk. Elektroda batang ini pada umumnya juga dipasang pada instalasi rumah tinggal. Elektroda ini berupa pipa besi, baja profil, atau batang logam lainnya yang dipancangkan ke tanah. Biasanya pada bahan logam tersebut dilapisi dengan lapisan tembaga. Secara teknis, elektroda batang ini mudah pemasangannya, yaitu tinggal memancangkannya ke dalam tanah. Di samping itu, elektroda ini tidak memerlukan lahan yang luas. Panjang elektroda batang ini yang disyaratkan dalam PUIL 2000 adalah 1,75 m.

Dalam pemasangan elektroda batang di usahakan setegak lurus mungkin, dengan tujuan agar dicapai kedalaman yang maksimum, dimana diharapkan terdapat lapisan tanah dengan tahanan jenis yang cukup rendah. Dalam perhitungan diasumsikan batang tertanam tegak lurus, sehingga kedalaman elektroda tertanam sama dengan panjangnya batang yang ditanam. Besarnya tahanan pentanahan elektroda batang tergantung pada

kedalaman batang yang tertanam, tetapi ada kalanya dengan menggunakan sebuah elektroda batang saja tidak tercapai nilai tahanan pentanahan yang diinginkan, sehingga dalam pemasangannya sering digunakan beberapa elektroda batang yang dihubungkan satu dengan yang lainnya. Elektroda batang ini ditanam dengan kedalaman antara 1 – 10 meter. Jika susunan batang-batang elektroda yang ditanam tegak lurus ke dalam tanah dalam jumlah yang lebih banyak, maka tahanan pentanahan akan semakin kecil dan distribusi tegangan pada permukaan tanah akan lebih merata. Ada beberapa macam penanaman elektroda batang yaitu :

1. Satu batang elektroda di tanam tegak lurus ke dalam tanah.
2. Dua batang elektroda di tanam tegak lurus ke dalam tanah
3. Beberapa batang elektroda di tanam tegak lurus ke dalam tanah dan dihubungkan secara paralel .

Semakin banyak elektroda batang yang ditanam semakin kecil pula nilai tahanan yang akan di peroleh pada sistem pentanahan yang di pasang dengan syarat semua batang elektroda yang di tanam di hubungkan secara paralel.



**Gambar 2. 6 Elektroda Batang**  
*Sumber : Andrian Wijaya, 2016*

Metode-metode yang digunakan dalam mereduksi nilai R untuk elektroda batang pbumian ( Jamaluddin 2017 ) yaitu :

1. Penambahan jumlah batang pbumian.
2. Memperpanjang ukuran batang pbumian.
3. Membuat perlakuan terhadap tanah (soil treatment) terbagi atas :
  - a. Metode bak ukur (Container Method).
  - b. Metode parit (Trench Method).
4. Menggunakan batang Pbumian khusus.
5. Metode kombinasi.

Metode di atas sering di lakukan untuk memperoleh nilai pentanahan yang baik dan nilai tahanan yang kecil sehingga dapat mengamankan peralatan listrik jika terjadi gangguan seperti arus bocor dan sambaran petir.Rumus tahanan pentanahan untuk elektroda batang tunggal (Budi Febri Hardiansyah, 2016) :

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

R = Tahanan pentanahan untuk batang tunggal (Ohm)

$\rho$  = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)

L= Panjang elektroda (meter)

A= Diameter elektroda (meter)

Untuk memperkecil tahanan pembumian maka digunakan persamaan hubung paralel dengan jarak antara elektroda tersebut minimum harus dua kali panjangnya dapat di hitung dengan rumus berikut ( Achmad Budiman, 2017) :

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_n} \dots\dots\dots 2.2$$

$R_{total}$  = Total tahanan pembumian untuk elektroda pasak( $\Omega$ )

$R_1$  = Tahanan pembumian untuk elektroda pasak ke-1 ( $\Omega$ )

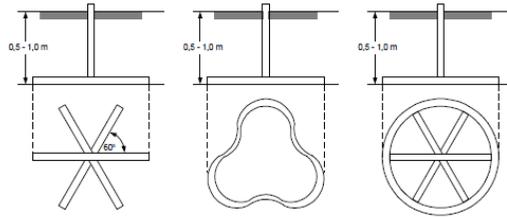
$R_2$  = Tahanan pembumian untuk elektroda pasak ke-2 ( $\Omega$ )

$R_N$  = Tahanan pembumian untuk elektroda pasak ke-N ( $\Omega$ )

### 2.3.2 Elektroda Pita

Elektroda pita ialah elektroda yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Kalau pada elektroda jenis batang, pada umumnya ditanam secara dalam. Pemancangan ini akan bermasalah apabila mendapati lapisan-lapisan tanah yang berbatu, disamping sulit pemancangannya, untuk mendapatkan nilai tahanan yang rendah juga bermasalah. Ternyata sebagai pengganti pemancangan secara vertikal ke dalam tanah, dapat dilakukan dengan menanam batang hantaran secara mendatar (horisontal) dan dangkal. Elektroda pita dibuat dari penghantar berbentuk pita atau penampang bulat, atau penghantar pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Tahanan pentanahan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh bentuk

konfigurasi elektrodanya, seperti dalam bentuk melingkar, radial atau kombinasi antar keduanya.



**Gambar 2. 7 Elektrode Pita**  
*Sumber : Budi F.Hardiansyah , 2016*

Contoh rumus perhitungan tahanan pentanahan (Andrian Wijaya, 2016) :

$$R = \frac{\rho}{\pi LW} \left[ \ln \left( \frac{2Lw}{\sqrt{dwzw}} \right) + \frac{1.4Lw}{\sqrt{Aw}} - 5.6 \right] \dots\dots\dots 2.3$$

R = Tahanan dengan kisi-kisi (*grid*) kawat (Ohm)

$\rho$  = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)

Dw = Diameter kawat (meter)

LW = Panjang total *grid* kawat (meter)

ZW = Kedalaman penanaman (meter)

AW = Luasan yang dicakup oleh *grid* (meter<sup>2</sup>)

### 2.3.3 Elektroda Pelat

Elektroda pelat adalah elektroda dari bahan pelat. Elektroda ini digunakan bila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil dan sulit diperoleh dengan

menggunakan jenis – jenis elektroda yang lain. Pada umumnya elektroda ini ditanam cukup lumayan dalam di dalam tanah. Bentuk elektroda plat biasanya empat persegi atau empat persegi panjang. Cara penanaman biasanya secara vertical, sebab dengan menanam secara horizontal hasilnya tidak berbeda jauh dengan vertical. Penanaman secara vertical adalah lebih praktis dan ekonomis.



**Gambar 2. 8 Elektroda Pelat**  
*Sumber : Penulis, 2019*

Rumus perhitungan tahanan pentanahan elektroda pelat tunggal (Andrian Wijaya, 2016) :

$$R = \frac{\rho}{2\pi L_p} \left[ \ln \left( \frac{8W_p}{0.5W_p T_p} \right) - 1 \right] \dots \dots \dots (2.4)$$

R = Tahanan pentanahan pelat (Ohm)

$\rho$  = Tahanan jenis tanah (Ohm-meter)

- WP = Lebar pelat (meter)  
LP = Panjang pelat (meter)  
TP = Tebal pelat (meter)

#### **2.3.4 Elektroda Jenis Lain**

Selain ketiga elektroda pentanahan diatas yaitu elektroda batang, elektroda pita, dan elektroda plat, ada juga jenis elektroda lain yang biasa digunakan sebagai elektroda pentanahan pada peralatan listrik seperti jaringan pipa air minum dan selubung logam kabel.

##### **1. Jaringan Pipa Air Minum**

Jika jaringan pipa air minum dari logam dipakai sebagai electrode bumi, maka harus diperhatikan bahwa resistans pembumiannya dapat menjadi besar akibat digunakannya pipa sambungan atau flens dari bahan isolasi. Resistans pembedaan yang terlalu besar harus diturunkan dengan menghubungkan jaringan tersebut dengan elektrode tambahan (misalnya selubung logam kabel). Jika pipa air minum dari logam dalam rumah atau gedung dipakai sebagai penghantar bumi, ujung pipa kedua sisi meteran air harus dihubungkan dengan pipa tembaga yang berlapis timah dengan ukuran minimum 16 mm<sup>2</sup>, atau dengan pita baja digalvanisasi dengan ukuran minimum 25mm<sup>2</sup> (tebal pita minimum 3 mm).

##### **2. Selubung Logam Kabel**

Selubung logam kabel yang tidak dibungkus dengan bahan isolasi yang langsung ditanam dalam tanah boleh dipakai sebagai elektroda bumi. Jika

selubung logam tersebut kedua sisi sambungan yang dihubungkan dengan selubung logam tersebut dan luas penampang penghantar itu minimal sebagai berikut :

- a.  $4 \text{ mm}^2$  tembaga untuk kabel dengan penampang inti sampai  $6 \text{ mm}^2$ .
- b.  $10 \text{ mm}^2$  tembaga untuk kabel dengan penampang inti  $10 \text{ mm}^2$  atau lebih.

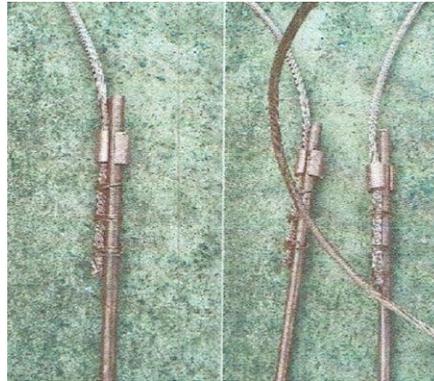
## **2.4 Material Pemasangan Sistem Pentanahan**

Pada saat akan merencanakan pemasangan sebuah sistem pentanahan ada beberapa peralatan dan komponen yang harus di persiapkan diantaranya elektrode pentanahan, kabel grounding, clamp kabel, panel busbar, dan skun kabel. Perlengkapan peralatan yang di gunakan pada saat pemasangan instalasi hampir sama dengan peralatan yang di gunakan pada pemasangan instalasi listrik penerangan. Adapun alat kerja yang akan di gunakan pada saat memasang instalasi sistem grounding yaitu tang kombinasi, tang potong, gergaji besi, bor tangan, martil, skun press, dan lainnya. Pada saat pemasangan instalasi gunakan bahan dan peralatan sesuai dengan fungsi nya masing masing.

### **2.4.1 Elektroda ( Rod )**

Jenis elektroda pembumian berkaitan dengan tahanan jenis elektroda tersebut. Misalkan elektroda berbahan dasar aluminium dibandingkan dengan elektroda berbahan dasar tembaga yang memiliki luas penampang dan panjang yang sama. Nilai tahanan elektroda aluminium makan lebih besar dibandingkan dengan elektroda berbahan dasar tembaga. Karena tahanan jenis aluminium lebih besar banding

tahanan jenis tembaga. Kedalaman kedalaman elektroda dan luas penampang elektroda semakin dalam elektroda tertanam dan semakin besar luas penampang elektroda yang bersentuhan dengan tanah sehingga nilai tahanan pembumian akan semakin kecil karena semakin besar permukaan yang bersentuhan dengan tanah.



**Gambar 2. 9 Elektroda Pentanahan**

*Sumber : Penulis, 2019*

Tingkat kehandalan sebuah grounding ada di nilai konduktivitas logam terhadap tanah yang ditancapinya. Semakin konduktif tanah terhadap benda logam, maka semakin baik. Kelayakan grounding harus bisa mendapatkan nilai tahanan sebaran maksimal 5 ohm (PUIL 2000 : 68) dengan menggunakan earth ground tester. Ada beberapa variabel yang dapat memengaruhi performa grounding sistem pada jaringan listrik. Salah satu yang menjadi acuan, yaitu panjang elektroda grounding sistem minimum 2,5 meter (8kaki) dihubungkan dengan tanah. Ada empat variabel yang memengaruhi tahanan grounding sistem. Adapun empat variabel tersebut adalah sebagai berikut:

1. Panjang / Kedalaman Elektroda

Satu cara yang sangat efektif untuk menurunkan tahanan tanah adalah memperdalam elektroda. Tanah tidak tetap tahanannya dan tidak dapat diprediksi. Maka dari itu, ketika memasang elektroda, elektroda berada di bawah garisbeku (*frosting line*). Ini dilakukan sehingga tahanan tanah tidak akan dipengaruhi oleh pembekuan tanah di sekitarnya. Secara umum, menggandakan panjang elektroda bisa mengurangi tingkat tahanan 40%.

2. Diameter Elektroda

Menambah diameter elektroda berpengaruh sangat kecil dalam menurunkan tahanan. Misalnya, bila diameter elektroda digandakan, maka tahanan *grounding system* hanya menurun sebesar 10%.

3. Cara lain menurunkan tahanan tanah adalah dengan menggunakan banyak elektroda. Dalam desain ini, lebih dari satu elektroda yang dimasukkan ke dalam tanah dan dihubungkan secara paralel untuk mendapatkan tahanan yang lebih rendah. Beberapa zat aditif yang ditambahkan di dalam tanah terbukti mampu menurunkan tahanan jenis tanah dan secara langsung akan menurunkan tegangan permukaan tanah. Beberapa jenis garam yang secara alamiah terkandung di dalam tanah cenderung bersifat konduktif dan menurunkan tahanan jenis tanahnya. Penambahan aditif harus diperhitungkan cermat karena beberapa aditif pada dosis tertentu cenderung bersifat korosif yang sangat dihindari

dalam sistem pentanahan. Berikut ini adalah tabel yang memuat ukuran ukuran elektroda yang umum di gunakan pada sistem pbumian. Tabel ini dapat di gunakan sebagai petunjuk tentang pemilihan jenis, bahan, dan luas penampang elektroda pbumian

**Tabel 2. 2 Luas penampang minimum elektroda pbumian**

Jenis Elektroda	Bahan		
	Baja Berlapis Seng	Baja Berlapis Tembaga	Tembaga
Elektroda Batang	Pipa baja 1 “ Profil L 65X65X7, U 6 ½ T6 X 5 x 30	Baja Ø15 mm di lapsi tembaga 25 mm	
Elektroda Pita	Pita baja di lapsi 100 mm, tebal 3 mm, hantaran pilin 59 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>	Pita tembaga 50 mm <sup>2</sup> , tebal 2 mm.hantaran pilin 35 mm
Elektroda Pelat	Pelat besi 3 mm, Luas 0,5 – 1 mm <sup>2</sup>		Pelat tembaga 2 mm, Luas 0,5 – 1 mm <sup>2</sup>

*Sumber : Andrian Wijaya ,2016*

Untuk mendapatkan tahanan pbumian yang di inginkan dan apabila tidak memenuhi standart bisa di gunkan metode paralel dengan cara menambah lebih banyak elektroda di dalam tanah. Apabila hasil pengukuran belum mencapai 5 Ω, maka elektroda batang di tambah dengan jarak antar elektroda dua kali panjang

elektroda. Untuk kedalaman pemancangan elektroda pbumian ini tergantung jenis dan sifat tanah. Ada dua kondisi yaitu ada yang efektif di tanam secara dalam untuk jenis tanah kering dan berbatu, namun ada pula secara dangkal untuk jenis tanah seperti tanah rawa dan tanah liat.

#### **2.4.2 Kabel Grounding**

Pada kabel grounding memiliki ciri khas yaitu kabel warna hijau atau kuning strip hijau. Ketentuan warna kabel grounding ini diatur dalam PUIL 2011 yaitu Konduktor pbumian harus diberi warna hijau-kuning sesuai dengan 5210.2 Warna loreng hijau-kuning hanya boleh digunakan untuk menandai konduktor pbumian, konduktor proteksi, dan konduktor yang menghubungkan ikatan ekuipotensial ke bumi. Kabel grounding merupakan kawat penghantar yang di gunakan untuk menyalurkan arus gangguan langsung ketanah pada saat terjadi nya gangguan arus bocor. Berikut ini adalah contoh warna kabel yang di gunakan untuk grounding.



**Gambar 2. 10 Kabel Grounding**  
*Sumber : Penulis, 2019*

Kabel merupakan komponen utama dari instalasi penangkal petir yang memiliki fungsi sebagai media penghantar arus petir yang menyambar air terminal penangkal petir yang berada di atas menuju sistem grounding yang telah tersedia. Sehingga arus petir dapat mengalir dan cepat ternetralkan oleh tanah yang sebagaimana diketahui sebagai media netral alam. Macan macam kabel penghantar penangkal petir pada umumnya, yaitu:

1. Kabel BC (Bare Core)

Kabel BC ialah tidak memiliki isolator . Jadi jenis kabel ini hanya terdiri dari inti kabel saja yang disebut *bare core*. Kabel BC tidak memiliki isolator pelindung, sehingga dikhawatirkan terjadi induksi sambaran petir dan loncatan arus pada material konduktor. Jadi agar aman, maka kabel BC sebaiknya dibungkus dengan pipa (PVC).



**Gambar 2. 11 Kabel BC ( Bare Copper )**  
*Sumber : Jamaluddin, 2017*

2. Kabel NYY

Kabel NYY ialah memiliki dua buah isolator. Isolator pada kabel berfungsi melindungi dari induksi dan loncatan arus antara inti kabel

dengan material lain dengan sifat konduktor penangkal petir ( penghantar ). Untuk ukuran yang sering dipergunakan dalam suatu sistem pemasangan instalasi penangkal petir yaitu ukuran penampang  $25\text{mm}^2$ .



**Gambar 2. 12 Kabel NYY**  
*Sumber : Christian, 2016*

### 3. Kabel NYA

Kabel NYA ialah memiliki satu buah isolator (hal ini bisa dilihat dari kode YA yang ada pada kabel). Isolator pada kabel berfungsi melindungi dari induksi dan loncatan arus antara inti kabel dengan material lain dengan sifat konduktor (penghantar).



**Gambar 2. 13 Kabel NYA**  
*Sumber : Christian, 2016*

#### 4. Kabel Coaxial

Kabel coaxial ialah memiliki banyak isolator, konduktor inti kabel coaxial terdapat dua buah yang masing-masing memiliki luas penampang 35 mm. Karakter kabel coaxial sama seperti kabel NYFGbY. Isolator pada kabel berfungsi melindungi dari induksi dan loncatan arus antara inti kabel dengan material lain dengan sifat konduktor (penghantar).

**Tabel 2. 3 Luas Penampang Penghantar Sistem Pembumian**

<b>Luas Penampang Penghantar Phasa Instalasi S (mm<sup>2</sup> )</b>	<b>Luas Penampang Minimum Penghantar Proteksi Yang Berkaitan Sp (mm<sup>2</sup> )</b>
<b>S ≤ 16</b>	<b>S</b>
<b>35 ≤ S ≤ 16</b>	<b>16</b>
<b>S ≥ 35</b>	<b>S/2</b>

*Sumber : Agung Mardi, 2017*

Sedangkan jenis kabel penangkal petir tergantung dari keadaan jalur instalasi yang dilewati, ada 3 (tiga) macam jalur kabel, yaitu: Out door cable installation, In/out door cable installation, In door high cable installation.

### 2.4.3 Clamp

Clamp Kabel adalah Penjepit kabel yang berbentuk setengah lingkaran berfungsi untuk merapikan sambungan kabel dengan cara menjepit nya di dalam clamp. Ukuran klem ada bermacam-macam disesuaikan dengan ukuran kabel yang terpasang.



**Gambar 2. 14 Clamp Kabel Grounding**

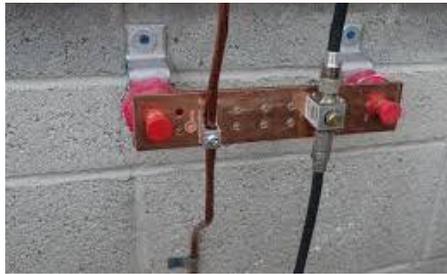
*Sumber : Penulis, 2019*

Klem Kabel BC - Clamp kabel BC atau clamp L adalah clamp pengikat kabel bc yg terbuat dari besi yg dicat seperti galvanize (electroplating). Biasanya di gunakan untuk tower, gedung, perumahan dll. Material Besi lapis Electro plating panjang 12.5 cm. Clamp kabel ini sangat membantu dalam instalasi yaitu sebagai penjepit atau pengikatkabel pada setiap percabangan kabel.

### 2.4.4 Busbar

Busbar adalah bentuk besarnya dari isi kabel (tembaga). Fungsinya tetap sama, yaitu menghantarkan listrik. Perbedaan busbar dan kabel hanya di bagian pelindungnya atau isolator. Jika busbar tanpa isolasi, sedangkan kabel ada isolasi nya. Namun, karena kabel sangat merepotkan untuk di dalam panel, maka

digunakanlah busbar. Pemakaian busbar hanya di dalam panel. Alasannya karena busbar tidak memakai isolasi, dan siapapun yang memegangnya saat ada aliran listrik, dapat menyebabkan kematian. Sedangkan untuk pemakaian di luar panel seperti outdoor, dan tempat-tempat yang bisa dilihat manusia, digunakan busbar yang memakai isolasi atau disebut kabel. Secara umum CU Busbar adalah tembaga yang digunakan sebagai penghantar dalam sebuah panel listrik (Electrical Switchboard). Pada umumnya CU Busbar berbentuk batangan sepanjang 4 meter. Seorang estimator listrik harus memperhitungkan dengan baik penggunaan CU Busbar dalam sebuah panel, karena CU Busbar memiliki peranan penting dalam sistem kerja panel listrik tersebut. Pada dasarnya penggunaan CU Busbar disesuaikan dengan ukuran Ampere masing - masing breaker dalam panel.



**Gambar 2. 15 Busbar Kabel Grounding**

*Sumber : Penulis, 2019*

#### **2.4.5 Skun Kabel**

Dalam terminasi kabel, kita sering menjumpai aksesoris kabel seperti pada gambar di atas. Gambar di atas adalah schoen kabel. Schoen kabel sering juga disebut sepatu kabel / Cable lug. Schoen kabel adalah salah satu accessories kabel

yang berfungsi untuk penyambungan kabel ke terminal atau panel dengan dibautkan pada busbar atau panel. Untuk kebutuhan penyambungan kabel jaringan listrik (Terminasi), Schoen kabel terdiri dari beberapa jenis, yaitu :

1. Kabel schoen AL (aluminium).
2. Kabel schoen CU (tembaga).
3. Kabel schoen AL-CU (bimetal).

Adapun keunggulan kabel schoen berbahan aluminium adalah sebagai berikut :

- a. Aluminium 99,5%.
- b. Mudah digunakan.
- c. Mendukung hingga 20 kV.

Ukuran kabel schoen SC beragam dari ukuran kecil 4 mm hingga ukuran 630 mm, dengan ukuran lubang baut yang berbeda-beda, sesuai dengan kebutuhan pemasangan. Pada umumnya tipe kabel skun SC tertulis sebagai kabel skun SC 35-8. Nomor yang di depan menunjukkan ukuran kabel pada terminal kabel skun tersebut. Ukuran kabel skun SC menggunakan ukuran standard kabel Eropa, yang pada umumnya sama dengan ukuran kabel listrik di Indonesia. Sebagai contoh di atas, Skun Kabel SC 35 - 8, menunjukkan skun kabel tersebut dapat digunakan untuk kabel ukuran 35mm<sup>2</sup>. Nomor yang di belakang pada kepala kabel skun SC, menunjukkan ukuran lubang baut pada kabel skun SC tersebut. Skun kabel SC 35-8, maka ukuran baut pada kepala kabel skun tersebut adalah baut M-8, yaitu diameter lubang untuk masuk baut pada skun adalah 8 mm. Kabel skun SC banyak digunakan

pada pemasangan breaker MCCB, Change Over Switch, tembaga busbar dan terminal block. Kabel skun yang baik, terbuat dari material tembaga berkualitas pilihan.



**Gambar 2. 16 Sepatu Kabel**

*Sumber : Penulis, 2019*

Dengan menggunakan kabel skun yang berkualitas, proses crimping skun cable lebih mudah dan cepat. Kabel skun yang baik, tidak mudah pecah saat di-press, dan memiliki daya hantar listrik yang baik, sehingga alat listrik yang terpasang, dapat bekerja dengan optimal

## **2.5 Earth Tester**

Earth Tester adalah alat untuk mengukur nilai resistansi dari grounding, Besarnya tahanan tanah sangat penting untuk diketahui sebelum dilakukan pentanahan dalam sistem pengaman dalam instalasi listrik Ground resistance adalah nilai tahanan yang dimiliki tanah untuk menerima loncatan listrik dari suatu perangkat atau petir, ground resistance yang baik adalah di bawah 5 Ohm. Dan salah satu alat yang dapat kita gunakan untuk mengukur nilai ground resistance ialah *earth*

*tester*, earth tester merupakan *measurement equipment* yang terdiri dari beberapa display dan socket untuk pengukuran, pada umumnya terdiri dari tiga socket terminal : E = Earth Plate P = Potential Spike C = Current Spike.

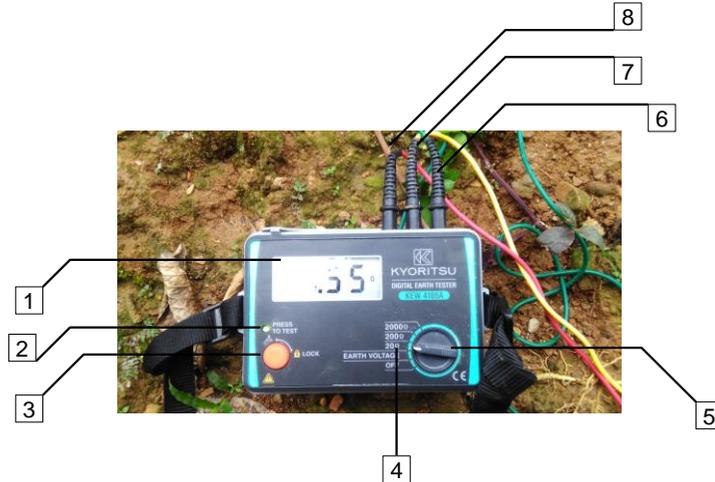


**Gambar 2. 17 Earth Tester**  
*Sumber : Penulis, 2019*

Jadi terminal E dihubungkan dengan terminal *ground* yang akan kita ukur, lalu terminal P ditanam membentuk garis lurus dari terminal earth plate (E) sejauh 5 meter dan terminal C segaris lurus dengan terminal E dan P, jaraknya 5 meter dari terminal P. Konfigurasi telah selesai, lalu tekan tombol hunting (*push on*) maka akan tertera nilai hasil pengukuran pada display itulah yang merupakan nilai tahanan ground yang ada.

### **2.5.1 Bagian Bagian Earth Tester 4105a**

Earth tester memiliki dua jenis yaitu analog dan digital. Untuk memudahkan pembacaan hasil pengukuran lebih praktis menggunakan alat ukur yang digital karena memiliki hasil pengukuran dan hasil pembacaan yang lebih akurat. Earth Tester 4105a memiliki bagian bagian dan fungsi sebagai berikut :



**Gambar 2. 18 Bagian Bagian Earth Tester 4105 a**  
*Sumber : Penulis, 2019*

1. LCD ( Display )

Pada display ini akan muncul hasil pengukuran berupa angka digital. Hasil pengukuran yang di peroleh akan tercatat nilai dan di belakang nilai akan tertera simbol  $\Omega$  ( Ohm ).

2. Lampu LED Hijau ( Lampu Indikator)

3. Lampu ini berfungsi sebagai lampu tanda . Pada saat tombol ” test “ ditekan lampu ini akan menyala yang menandakan alat ukur sedang bekerja melakukan pengukuran nilai pentanahan.

4. Tombol Test

Tombol ini berfungsi sebagai tombol yang harus di tekan pada saat akan melakukan pengukuran nilai pentanahan. Ketika tombol ini di tekan maka akan muncul angka hasil pengukuran pada display dan ketika tombol di lepas maka nilai yang tertera pada display akan jadi 0. Untuk mengunci hasil

pengukuran maka tombol di tekan lalu memutar searah jarum jam hingga 90 derajat.

5. Skala Pengukuran

Skala pengukuran yang terdapat pada alat ukur adalah 20  $\Omega$ , 200  $\Omega$ , 2000  $\Omega$ . Pada saat akan melakukan pengukuran arahkan selector switch ke nilai 20  $\Omega$  jika nilai pentanahan yang akan di ukur dibawah 20  $\Omega$ . Skala pengukuran harus lebih besar dari nilai yang akan di ukur hal ini bertujuan untuk keakuratan hasil pengukuran.

6. Selector Switch

Selector Switch ini berfungsi untuk memilih skala pengukuran yang akan di gunakan pada saat akan melakukan pengukuran nilai pentanahan.

7. Kabel Hijau

Kabel hijau ini merupakan kabel bantu yang digunakan pada saat pengukuran. Kabel ini terhujung langsung ke kabel grounding yang di ukur nilai pentanahan nya dan ujung satunya tersambung ke alat ukur.



**Gambar 2. 19 Kabel Hijau Earth Tester**  
*Sumber : Penulis, 2019*

8. Kabel Kuning

Kabel kuning ini berfungsi sebagai kabel yang terhubung ke elektroda bantu yang jarak nya 5 – 10 meter dari lokasi penanaman elektroda dan ujung kabel ini tersambung ke alat ukur.



**Gambar 2. 20 Kabel Kuning Earth Tester**

*Sumber : Penulis, 2019*

9. Kabel Merah

Kabel merah ini berfungsi sebagai kabel yang terhubung ke elektroda bantu yang jarak nya 5 – 10 meter dari titik elektroda bantu yang menggunakan kabel kuning dan ujung kabel ini tersambung ke alat ukur.



**Gambar 2. 21 Kabel Merah Earth Tester**

*Sumber : Penulis, 2019*

#### 10. Elektoda Bantu

Elektroda ini digunakan sebagai elektroda bantu pada akan dilakukan pengukuran nilai pentanahan. Elektroda bantu yang pertama di tancapkan dengan jarak 5 – 10 meter dari titik penanaman elektroda utama . Elektroda bantu yang kedua di tancapkan dengan jarak 5 – 10 meter dari titik penanaman elektroda bantu yang pertama



**Gambar 2. 22 Elektroda Bantu**

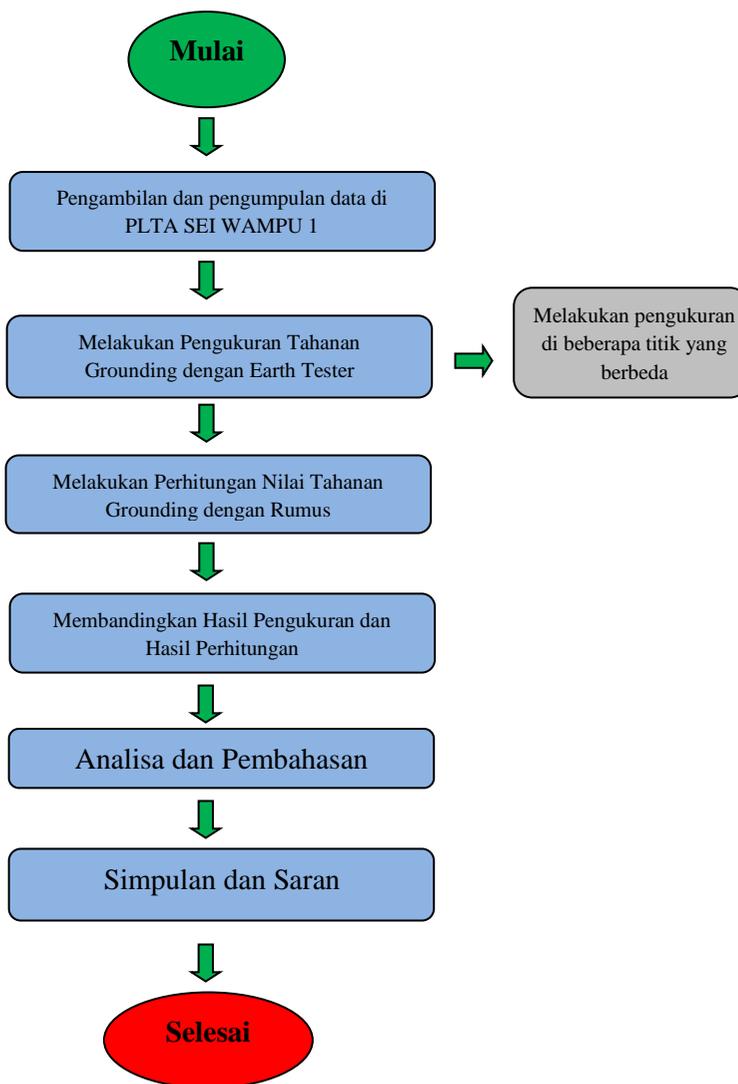
*Sumber : Penulis, 2019*

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Sebagai langkah untuk memudahkan melakukan penelitian dan pengambilan data, maka di bawah ini adalah alur untuk pengambilan data yang akan dilakukan.

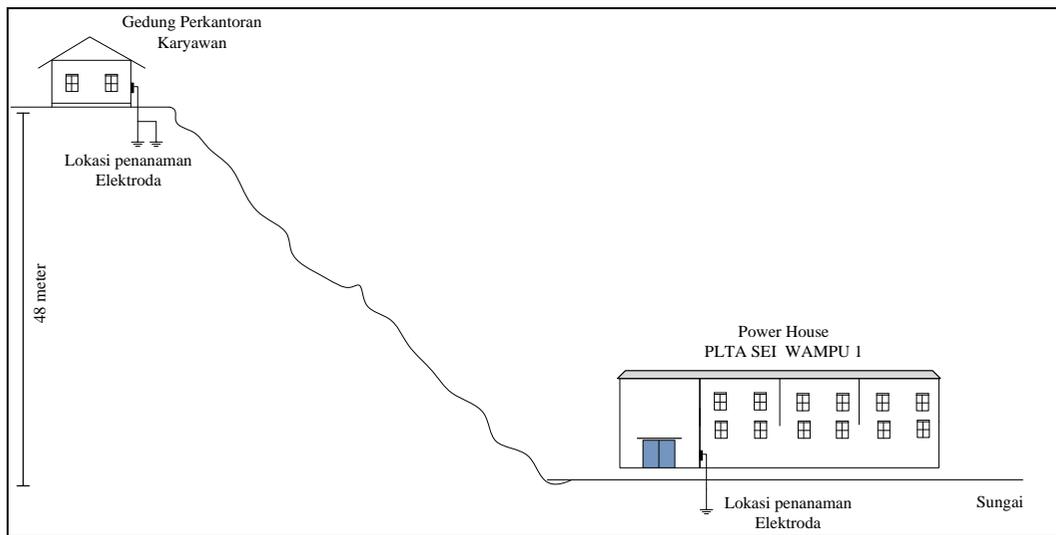


#### 3.1 Tahapan Penelitian

*Sumber : Penulis, 2019*

### 3.2 Obyek Penelitian

Pada penelitian ini obyek yang akan di teliti adalah suatu pemasangan sistem grounding pada sebuah Power House PLTA dan Gedung Perkantoran dimana memiliki cara pemasangan sistem grounding pada dua tempat yang berbeda, dengan ketinggian lokasi yang tidak sama dan menggunakan elektroda yang berbeda.



**Gambar 3. 2 Lokasi Penanaman Elektrode**

*Sumber : Dokumen Penulis, 2019*

Pada lokasi Power House elektroda pelat ditanam dengan ukuran panjang 1 meter, lebar 1 meter dan tebal pelat 10 cm ( 0.01 meter ) di tanam pada kedalaman 2 meter. Elektroda yang di tanam terdapat 5 titik yang berbeda dengan jarak antar elektroda berkisar 5 sampai 10 meter. Titik penanaman elektroda adalah tanah liat dengan tahanan jenis tanah  $100 \Omega$  ( sesuai tabel 1). Pada lokasi Gedung perkantoran

elektroda Batang ukuran panjang 4 meter dan diameter elektroda batang 5/8 inci ( 0.0158 meter ) di tanam pada kedalaman 4 meter. Elektroda yang di tanam terdapat 2 titik yang berbeda dengan jarak antar elektroda berkisar 5 meter. Titik penanaman elektroda adalah tanahan rawa dengan tahanan jenis tanah 30  $\Omega$  ( sesuai tabel 1).

### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan pengukuran pada obyek penelitian adalah :

**Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Penelitian**

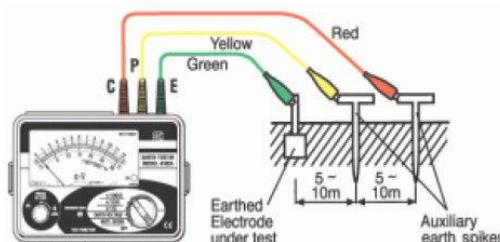
No	Nama Alat / Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
1.	Earth Tester Kyoritsu	Model 4105a	1	unit
2.	Elektroda bantu	Besi	2	unit
3.	Kabel pengukuran (merah)	1.5 mm	15	meter
4.	Kabel pengukuran (kuning)	1.5 mm	10	meter
5.	Kabel pengukuran (hijau)	1.5 mm	5	meter
6.	Palu /Martil	1kg	1	unit
7.	Meteran	25m / 82 ft	1	unit
8.	Laptop	Toshiba	1	unit
9.	Lembar hasil pengukuran	Kertas A4	15	lembar
10.	Alat Tulis	-	5	buah
11.	Kamera	Sony	1	unit

*Sumber : Penulis,2019*

### 3.4 Langkah Penelitian

Untuk mendapatkan data-data hasil pengukuran dilakukan beberapa langkah langkah berikut :

1. Mempersiapkan peralatan dan bahan.
2. Mengecek tegangan baterai dengan menghidupkan Digital Earth Tester Kyoritsu 4105a. Jika layar tampak bersih tanpa simbol baterai lemah berarti kondisi baterai dalam kondisi baik.
3. Periksa kondisi kabel grounding BC yang akan diukur. Bila kotor bersihkan dahulu permukaan kabel tersebut dengan lap bersih / kertas amplas, agar jepitan kabel probe dapat menyentuh langsung bagian permukaan tembaga yang sudah bersih dan untuk mencegah terjadinya kesalahan pembacaan pada alat ukur.
4. Earth Tester mempunyai tiga kabel diantaranya adalah kebel merah, kuning dan hijau.
5. Menentukan jarak antar elektroda bantu minimal 5 meter dan maksimal 10 meter.



**Gambar 3. 3 Cara Memasang Elektroda Bantu**

*Sumber : Achmad Budiman , 2017*

6. Hubungkan juga kabel hijau ke grounding yang sudah terpasang
7. Lakukan pengukuran grounding (tahanan pembumian) dengan memutar Selector Switch alat ukur pada posisi 200 ohm atau 2000 ohm tergantung dari kondisi tanah pada area setempat yang akan diukur.
8. Kemudian tekan tombol “ PRESS TO TEST ” pada Earth Tester untuk mengetahui resistansi grounding .pada displai alat ukur akan muncul nilai tahanan pembumian
9. Mencatat nilai tahanan yang muncul pada layar Earth Tester.
10. Mengembalikan posisi tombol “ PRESS TO TEST “ ke posisi awal.
11. Selesai, nilai resistansi grounding sudah diketahui.

### 3.5 Data Penelitian

Pada sistem grounding yang terdapat pada Power House terdapat data data berikut :

**Tabel 3. 2 Data Teknis Pada Sistem Grounding Power House**

No	Nama Alat / Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
1.	Elektroda plat tembaga	2 m x 2 m x 1cm	5	lembar
2.	Kabel	BCC 95 mm	70	meter
3.	Skun kabel	SC 95 12	6	buah
4.	Clamp Kabel	M 16	4	buah

*Sumber : Penulis,2019*

Elektroda plat yang terpasang di tanam pada kedalaman 2 meter.



**Gambar 3. 4 Elektroda dan Kabel yang digunakan**

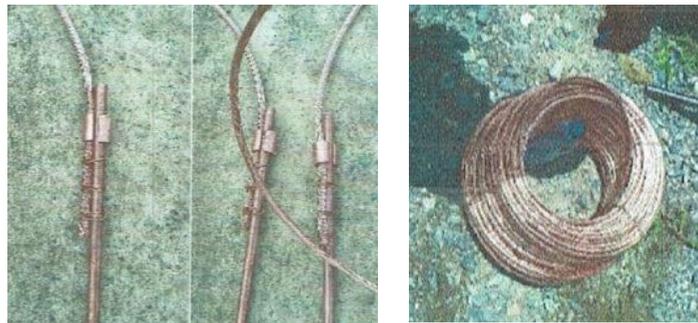
*Sumber : Penulis,2019*

**Tabel 3. 3 Data Teknis Pada Sistem Grounding Gedung Perkantoran**

No	Nama Alat / Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Satuan
1.	Elektroda Batang tembaga	Copper 5/8" @ 4m	2	batang
2.	Kabel	BCC 70 mm	60	meter
3.	Skun kabel	SC 70 12	6	buah
4.	Clamp Kabel	M 16	4	buah

*Sumber : Penulis,2019*

Elektroda pelat yang terpasang di tanam pada kedalaman 4 meter



**Gambar 3. 5 Elektroda dan Kabel yang digunakan**

*Sumber : Penulis , 2019*

### 3.5.1 Data Hasil Pengukuran Grounding pada Power House

Tabel 3. 4 Hasil Pengukuran

No	Jarak Pengukuran Dari Titik Penanaman Elektroda (meter)	Nilai Pengukuran Tahanan Grounding ( $\Omega$ )	Kedalaman Penanaman Elektroda (meter)
1.	1	2.74	2 meter
2.	2	2.74	
3.	3	2.74	

Sumber : Penulis , 2019



Gambar 3. 6 Hasil Pengukuran di Lokasi

Sumber : Penulis , 2019

### 3.5.2 Data Hasil Pengukuran Grounding pada Gedung Perkantoran

Tabel 3. 5 Hasil Pengukuran

No	Jarak Pengukuran Dari Titik Penanaman Elektroda (meter)	Nilai Pengukuran Tahanan Grounding ( $\Omega$ )	Kedalaman Penanaman Elektroda (meter)
1.	1	3.53	4 meter
2.	2	3.53	
3.	3	3.53	

Sumber : Penulis, 2019



Gambar 3. 7 Hasil Pengukuran di Lokasi

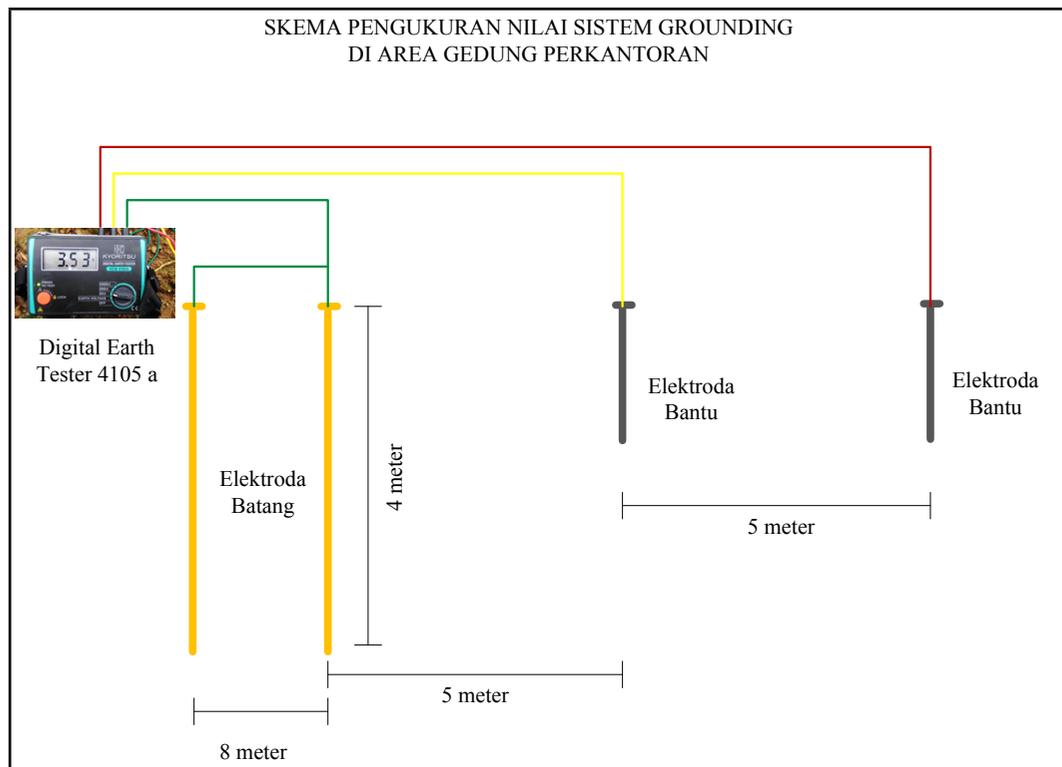
Sumber : Penulis, 2019

## BAB 4

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Pengukuran Tahanan Grounding

##### 4.1.1 Pengukuran Tahanan Grounding Menggunakan Earth Tester 4105a yang di lakukan pada gedung perkantoran.



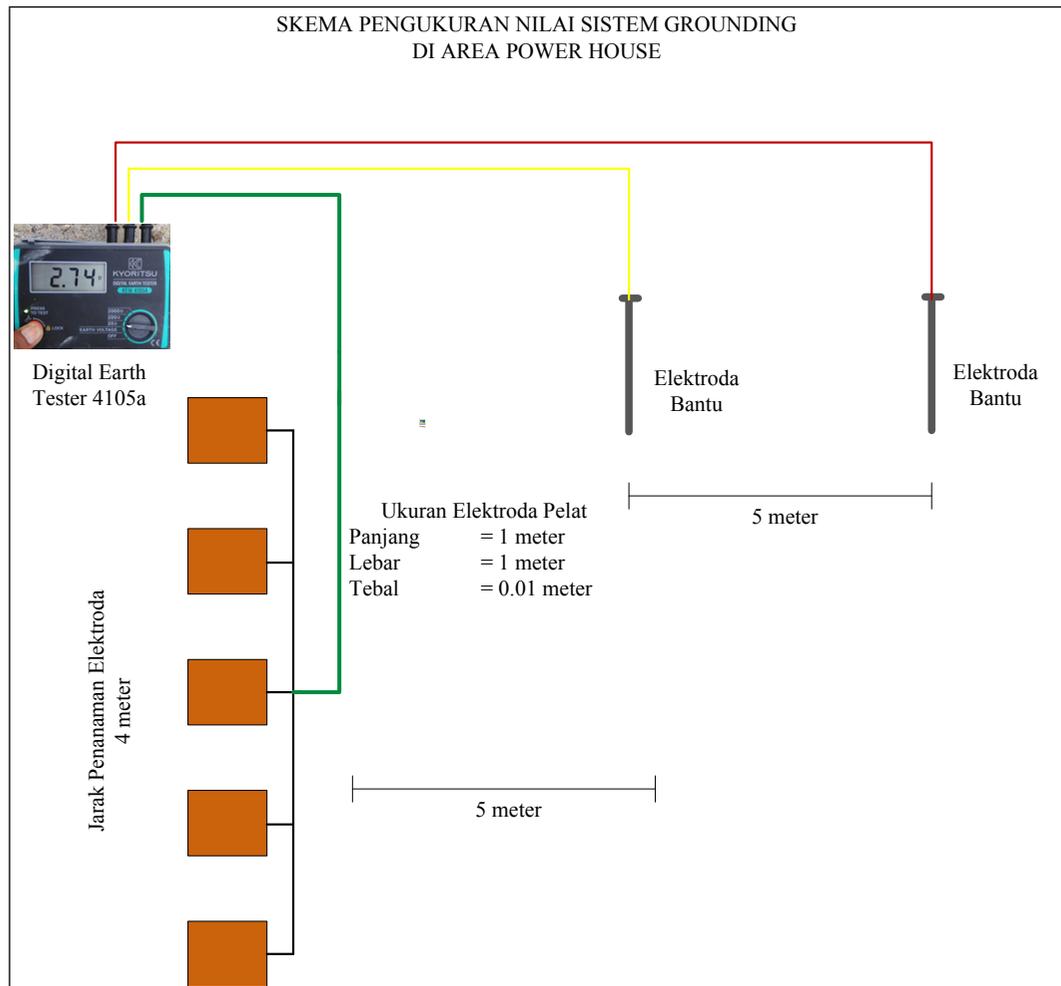
**Gambar 4. 1 Skema Pengukuran Nilai Pentanahan di Area Gedung Perkantoran**

*Sumber : Penulis, 2019*

Pengukuran yang dilakukan dengan tahapan – tahapan diatas, dengan menempatkan posisi elektroda bantu (P) pada posisi antara 0 – 5 m tepatnya pada posisi 5 m dari

elektroda pentanahan (E), dan menempatkan posisi elektroda bantu (C) pada posisi 5 – 10 m tepatnya pada posisi 10 m dari elektroda pentanahan (E) atau 5 m dari posisi elektroda bantu (P), dengan kedalaman elektroda 4 m pentanahan yang terbuat dari copper rod tersebut di dapatlah hasil pengukuran sebagaimana pada tabel 3.5.

#### 4.1.2 Pengukuran Tahanan Grounding Menggunakan Earth Tester 4105a yang di lakukan pada power house.



**Gambar 4. 2 Skema Pengukuran Nilai Pentanahan di Area Power House**  
*Sumber : Penulis, 2019*

Pengukuran yang dilakukan dengan tahapan – tahapan diatas, dengan menempatkan posisi elektroda bantu (P) pada posisi antara 0 – 5 m tepatnya pada posisi 5 m dari elektroda pentanahan (E), dan menempatkan posisi elektroda bantu (C) pada posisi 5 – 10 m tepatnya pada posisi 10 m dari elektroda pentanahan (E) atau 5 m dari posisi elektroda bantu (P), dengan kedalaman elektroda 2 m pentanahan yang terbuat dari elektroda pelat tersebut di dapatlah hasil pengukuran sebagaimana pada tabel 3.4 Pada saat di lakukan pengukuran di peroleh hasil sebesar 2,74  $\Omega$  pada tanah liat dengan tahanan jenis 30  $\Omega$  (sesuai tabel 1). Pada sistem grounding yang terpasang pada power house terdapat 5 buah elektroda pelat dengan ukuran panjang 1 meter, lebar 1 meter dan tebal pelat 10 cm.

## **4.2 Analisa Perhitungan**

### **4.2.1 Perhitungan Nilai Pentanahan di Area Power House**

Pada lokasi Power House elektroda pelat ukuran panjang 1 meter, lebar 1 meter dan tebal pelat 10 cm (0.01 meter) di tanam pada kedalaman 2 meter. Elektroda yang di tanam terdapat 5 titik yang berbeda dengan jarak antar elektroda berkisar 5 sampai 10 meter. Titik penanaman elektroda adalah tanah liat dengan tahanan jenis tanah 100  $\Omega$  ( sesuai tabel 1). Berikut adalah perhitungan nilai pentanahan di area power house.

Diketahui :

Tahanan jenis tanah ( $\rho$ ) : 100  $\Omega$

Panjang Pelat ( $L_p$ ) : 2 meter

Lebar Pelat ( Wp ) : 2 meter

Tebal Pelat ( Tp ) : 0.01 meter

Ditanya :

Nilai Pentanahan R ?

Penyelesaian :

$$R = \frac{\rho}{2\pi L_p} \left[ \ln \left( \frac{8 W_p}{0.5 W_p + T_p} \right) - 1 \right]$$

$$R = \frac{100}{2 \times 3.14 \times 2} \left[ \ln \left( \frac{8 \times 2}{0.5 \times 2 + 0.01} \right) - 1 \right]$$

$$R = \frac{100}{12,56} \left[ \ln \left( \frac{16}{1,01} \right) - 1 \right]$$

$$R = 14.03 \Omega$$

Hasil dari perhitungan Nilai tahanan pada satu buah elektroda pelat adalah sebesar 14  $\Omega$ . Ada 5 pelat elektroda yang tersusun paralel pada lokasi tersebut. Untuk memperkecil tahanan pembumian maka digunakan persamaan hubung paralel. Berikut perhitungan nilai pentanahan di area power house :

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{14,03} + \frac{1}{14,03} + \frac{1}{14,03} + \frac{1}{14,03} + \frac{1}{14,03}$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{5}{14.03}$$

$$\frac{1}{R_{\text{total}}} = \frac{14.03}{5}$$

$$R_{\text{total}} = 2.802 \Omega$$

#### 4.2.2 Perhitungan Nilai Pentanahan di Area Gedung Perkantoran Karyawan

Pada lokasi Gedung perkantoran elektroda Batang ukuran panjang 4 meter dan diameter elektroda batang 5/8 inchi ( 0.0158 meter ) di tanam pada kedalaman 4meter.Elektroda yang di tanam terdapat 2 titik yang berbeda dengan jarak antar elektroda berkisar 5 meter. Titik penanaman elektroda adalah tanah rawa dengan tahanan jenis tanah 30  $\Omega$  ( sesuai tabel 1). Berikut adalah perhitungan nilai pentanahan di area gedung perakantoran.

Diketahui :

Tahanan jenis tanah ( $\rho$ ) : 30  $\Omega$

Panjang Elektroda ( L ) : 2 meter

Diameter Elektroda : 5/8 Inchi

Jari Jari Elektroda ( A ) : 0.0158 meter

Ditanya :

Nilai Pentanahan R ?

Penyelesaian :

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

$$R = \frac{30}{2 \times 3,14 \times 4} \left( \ln \frac{4 \times 4}{0,0158} - 1 \right)$$

$$R = \frac{30}{25,12} \left( \ln \frac{16}{0,0158} - 1 \right)$$

$$R = 7.048 \Omega$$

Hasil dari perhitungan Nilai tahanan pada satu buah elektroda batang adalah sebesar 7.04  $\Omega$ . Ada 2 batang elektroda yang tersusun paralel pada lokasi tersebut.

Untuk memperkecil tahanan pembumian maka digunakan persamaan hubung paralel

Berikut perhitungan nilai pentanahan di area Gedung Perkantoran :

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{7.048} + \frac{1}{7.048}$$

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{2}{7.048}$$

$$R_{total} = \frac{7.048}{2}$$

$$R_{total} = 3.524 \Omega$$

### 4.3 Analisa Perbandingan

#### 4.3.1 Analisa Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan

Hasil Perbandingan pengukuran dan perhitungan di area Power House

**Tabel 4. 1 Hasil Nilai Pengukuran dan Perhitungan Area Power House**

No	Jenis Elektroda	Hasil Pengukuran	Hasil Perhitungan	Selisih
1	Elektroda Batang Panjang Elektroda 2 meter Lebar Elektroda 2 meter Tebal Elektroda 0.01 meter Tahanan jenis tanah 100 $\Omega$ ( Tanah liat 100 $\Omega$ )	2,74 $\Omega$	2,8 $\Omega$	2,14%

*Sumber : Penulis, 2019*

Dari data tabel 4.1 diatas tampak terjadi penurunan nilai tahanan pentanahan pada pengukuran. Hasil pengukuran di peroleh sebesar 2,74 $\Omega$ . Sedangkan dari perhitungan di peroleh 2,8  $\Omega$ . Nilai penurunan tahanan pentanahan mempunyai nilai penurunan sebesar 2,14% (0.06 $\Omega$ ). Hal ini menunjukkan bahwa nilai rata – rata penurunan tahanan pentanahan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan hampir sama.

Hasil Perbandingan pengukuran dan perhitungan di area Gedung Perkantoran

**Tabel 4. 2 Hasil Nilai Pengukuran dan Perhitungan Gedung Perkantoran**

No	Jenis Elektroda	Hasil Pengukuran	Hasil Perhitungan	Selisih
1	Elektroda Batang Panjang Elektoda 4 meter Jari jari Elektoda 0.0158 meter Tahanan jenis tanah 30 Ω ( Tanah rawa 30 Ω )	3,53Ω	3,524Ω	0.17%

*Sumber : Penulis, 2019*

Dari data tabel 4.2 diatas tampak terjadi penurunan nilai tahanan pentanahan pada perhitungan. Hasil pengukuran di peroleh sebesar 3,53 Ω. Sedangkan dari perhitungan di peroleh 3,524 Ω. Nilai penurunan tahanan pentanahan mempunyai nilai penurunan sebesar 0.17 % ( 0.006 Ω) dari hasil pengukuran. Hal ini menunjukkan bahwa nilai rata – rata penurunan tahanan pentanahan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan sama.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Dari hasil pengukuran di lokasi penelitian dan melakukan perhitungan diatas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai pengukuran R (pentanahan) elektroda batang dengan panjang 4 m ( elektroda batang di tanam paralel dengan jarak 8 meter ) di peroleh hasil perhitungan sebesar 3,524  $\Omega$  dan hasil pengukuran sebesar 3,53  $\Omega$ . Dengan nilai tahanan jenis tanah rawa 30  $\Omega$ . Nilai penurunan tahanan pentanahan mempunyai nilai sebesar 0.17 % ( 0.006  $\Omega$  ) dari hasil pengukuran.
2. Nilai pengukuran R (pentanahan) elektroda pelat dengan panjang 2 meter, lebar 2 meter, dan tebal pelat 10 cm ( 5 elektroda pelat di tanam paralel dengan jarak 4 meter ) di peroleh hasil perhitungan sebesar 2,8  $\Omega$  dan hasil pengukuran sebesar 2,74  $\Omega$ . Dengan nilai tahanan jenis tanah liat 100  $\Omega$ . Nilai penurunan tahanan pentanahan mempunyai nilai sebesar 2, 14% (0.06  $\Omega$  ) dari hasil perhitungan.
3. Untuk menurunkan nilai tahanan sistem grounding adalah dengan menggunakan banyak elektroda. Lebih dari satu elektroda yang dimasukkan ke dalam tanah dan dihubungkan secara paralel untuk mendapatkan tahanan yang lebih rendah. Jarak minimum pemasangan antar elektroda sebesar 2 (dua) kali panjangnya.

4. Hasil pengukuran di lapangan, maupun hasil perhitungan menunjukkan nilai resistansinya sudah  $< 5 \Omega$ . Hal ini sudah sesuai dengan syarat nilai tahanan pentanahan untuk bangunan bahkan jika dipasang perangkat elektronika pun tidak masalah dikarenakan tahanan pentanahannya memiliki nilai  $< 5 \Omega$ .
5. Perbedaan nilai tahanan pentanahan yang terdapat pada power house dan gedung perkantoran di sebabkan oleh perbedaan jenis tanah, perbedaan ketinggian pada lokasi penanaman elektroda dan perbedaan metode pemasangan elektroda.
6. Penghantar yang digunakan untuk pentanahan power house, yaitu kabel BCC ukuran 95 mm dipasang secara paralel seluruh bangunan di tanam dengan kedalaman 20 cm dalam tembok.

## **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diambil dari skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menjaga nilai tahanan pentanahan agar tetap konstan sebaiknya dilakukan pemeriksaan secara rutin atau berkala (setiap 3 bulan ) pada setiap sistem pentanahan pada gedung perkantoran dan power house di PLTA Sei Wampu 1, untuk mengetahui apakah nilai tahanan pentanahan masih memenuh standard atau tidak.
2. Bila satu batang elektroda yang ditanam kedalam tanah hasil tahanan pentanahannya kurang baik hal tersebut dapat diperbaiki dengan beberapa

cara memperdalam penanaman elektroda dan menambah jumlah batang elektroda yang tertanam dan dihubungkan satu sama lainnya.

3. Pada ruangan terbuka (out door) gunakan kabel grounding yang memiliki isolasi tahan terhadap perubahan suhu, cuaca, dan kondisi lingkungan sekitar. Dengan Menggunakan kabel yang memiliki isolasi maka inti kabel akan terhindar dari lumut dan karat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, Supina, Sri Wahyuni, and Eko Hariyanto. "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam." Seminar Nasional Royal (SENAR). Vol. 1. No. 1. 2018.
- Budiman, Achmad. (2017). *Analisa Perbandingan Tahanan Pembumian Peralatan Elektroda Pasak Pada Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan*. Tarakan :Universitas Borneo Tarakan.
- Fitriani, W., Rahim, R., Oktaviana, B., & Siahaan, A. P. U. (2017). Vernam Encrypted Text in End of File Hiding Steganography Technique. *Int. J. Recent Trends Eng. Res*, 3(7), 214-219.
- Hardinata, R. S. (2019). Audit Tata Kelola Teknologi Informasi menggunakan Cobit 5 (Studi Kasus: Universitas Pembangunan Panca Budi Medan). *Jurnal Teknik dan Informatika*, 6(1), 42-45.
- Herdianto, H. (2018). Perancangan Smart Home dengan Konsep Internet of Things (IoT) Berbasis Smartphone. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 6(2).
- Hendrawan, J., & Perwitasari, I. D. (2019). Aplikasi Pengenalan Pahlawan Nasional dan Pahlawan Revolusi Berbasis Android. *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)*, 3(1), 34-40
- Hardiansya, Budi Febri. (2016). *Studi Pemasangan Grounding Penangkal Petir Dengan Menggunakan Elektroda Rod atau Batang*. Padang : Politeknik Negeri Padang.
- Jamaaluddin dkk.(2015). *Penentuan Kedalaman Elektroda pada Tanah Pasir dan Kerikil Kering Untuk Memperoleh Nilai Tahanan Pentanahan yang Baik*. Sidoarjo : Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Jamaaluddin dkk.(2017). *Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan*. Sidoarjo : Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Kasim, Ishak dkk . (2016). *Analisa Penambahan Larutan Bentonit Dan Garam Untuk Memperbaiki Tahanan Pentanahan Elektroda Plat Baja Dan Batang*. Jakarta Barat : Universitas Trisakti

- Khairul, K., Haryati, S., & Yusman, Y. (2018). Aplikasi Kamus Bahasa Jawa Indonesia dengan Algoritma Raita Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 11(1), 1-6.
- Khairul, K., Ilhami Arsyah, U., Wijaya, R. F., & Utomo, R. B. (2018, September). Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Promosi Penjualan Rumah. In *Seminar Nasional Royal (SENAR) (Vol. 1, No. 1, pp.429-434)*.
- Muttaqin, Muhammad. "Analisa Pemanfaatan Sistem Informasi E-Office Pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan Dengan Menggunakan Metode Utaut." *Jurnal Teknik dan Informatika 5.1* (2018): 40-43.
- Naibaho, Nurhabibah. (2017). *Analisa Sistaem Pentanahan Elektrode Rod Dengan Biaya Energi Yang Ekonomis*. Jakarta : Universitas Krisnadwipayana UNKRIS.
- Putra, Randi Rian. "implementasi metode backpropagation Jaringan saraf tiruan dalam memprediksi pola Pengunjung terhadap transaksi." *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi) 3.1* (2019): 16-20.
- Putri, N. A. (2018). Sistem Pakar untuk Mengidentifikasi Kepribadian Siswa Menggunakan Metode Certainty Factor dalam Mendukung Pendekatan Guru. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 1(1), 78-90.
- Romadiyah. (2017). *Analisa Perbandingan Sistem Pentanahan Dengan Menggunakan Elektroda Rod, Elektroda Plat Dan Elektroda Pita PadaBts Telkomsel Undip Tembalang*. Semarang : Universitas Islam Sultan Agung
- Suartika, I Made. (2017). *Sistem Pembumian (Grounding) Dua Batang Sistem Pengaman Tenaga Listrik*. Bali : Universitas Udayana.
- Suryadi, Aris. (2017). *Perancangan Instalasi Penangkal Petir Eksternal Metoda Franklin Pada Politeknik Enjinereng Indorama*. Jawa Barat : Politeknik Enjinereng Indorama
- Suyamto dkk.(2015). *Evaluasi dan Perencanaan Grounding Untuk penangkal Petir Gedung Siklotron*. Yogyakarta : Pusat Sains dan Teknologi Akselerator, Badan Tenaga Nuklir Nasional .

- Suherman, S., & Khairul, K. (2018). Seleksi Pegawai Kontrak Menjadi Pegawai Tetap Dengan Metode Profile Matching. *IT Journal Research and Development*, 2(2), 68-77.
- Sulistianingsih, I., Suherman, S., & Pane, E. (2019). Aplikasi Peringatan Dini Cuaca Menggunakan Running Text Berbasis Android. *IT Journal Research and Development*, 3(2), 76-83.
- Tasril, V., & Putri, R. E. (2019). Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Biologi Materi Sistem Pencernaan Makanan Manusia Berbasis Macromedia Flash. *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology*, 7(1).
- Utomo, R. B. (2019). Aplikasi Pembelajaran Manasik Haji dan Umroh berbasis Multimedia dengan Metode User Centered Design (UCD). *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 3(1), 68-79.
- Wahyuni, S., Lubis, A., Batubara, S., & Siregar, I. K. (2018, September). Implementasi algoritma crc 32 dalam mengidentifikasi Keaslian file. In *Seminar Nasional Royal (SENAR) (Vol. 1, No. 1, pp. 1-6)*.
- Wijaya, Andrian. (2016). *Pengukuran Pentanahan Transformator Pada Gardu Distribusi Di Penyulang Tarakan PT. PLN(PERSERO) RAYON SUKARAMI*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Wijaya, R. F., Utomo, R. B., Niska, D. Y., & Khairul, K. (2019). Aplikasi Petani Pintar Dalam Monitoring Dan Pembelajaran Budidaya Padi Berbasis Android. *Rang Teknik Journal*, 2(1).
- Zainuri, Ahmad. (2016). *Grounding Instalasi Listrik Pasca Umur 15 Tahun Di Perumahan Taman Bukit Klepu*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.