

**PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN PADA BANGUNAN  
ATM DENGAN PEMANFAAT *NaCl* SEBAGAI *SOIL*  
*TREATMENT***

**OLEH**

**TRI NEVIYANTO SALINDEHO**

**T21 15 019**

**USULAN PENELITIAN**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO**

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN PADA BANGUNAN ATM**  
**DENGAN PEMANFAATAN *NaCl* SEBAGAI *SOIL TREATMENT***

**OLEH**

**TRI NEVIYANTO SALINDEHO**

**T2115019**


**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana  
Program Studi Teknik Elektro di Fakultas Teknik. Skripsi ini telah disetujui oleh  
tim pembimbing pada tanggal seperti dibawah ini

Gorontalo, 30 April 2022

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Amelva Indah Pratiwi, ST., MT.  
NIDN: 0907028701

  
Steven Humena, ST., MT.  
NIDN: 0907118903

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN PADA BANGUNAN ATM**  
**DENGAN PEMANFAAT  $\text{NaCl}$  SEBAGAI SOIL TREATMENT**

**OLEH**

**TRI NEVIYANTO SALINDEHO**

**T2115019**

Di periksa Oleh Panitia Ujian Strata Satu (S1)

Universitas Ichsan Gorontalo


1. Amelya Indah Pratiwi, ST, MT
2. Steven Humena, ST, MT
3. Frengki Eka Putra Surusa, ST, MT
4. Moammar Zamrudin, ST, MT
5. Ir. Stephan A. Hulukati, ST, MT, M.Kom



Gorontalo, 30 April 2022

Mengetahui:

  
Dekan Fakultas Teknik  
Amin Siola, ST, MT  
NIDN. 0922027502

Ketua Program Studi Teknik Elektro  
  
Frengki Eka Putra Surusa, ST, MT  
NIDN. 0906018504

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Tri Neviyanto Salindeho

Nim : T2115019

Kelas : Reguler Pagi

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya (skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah di publikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah disebutkan Nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya-bersedia menerima sangsi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Tri Neviyanto Salindeho

Nim : T2115019

Kelas : Reguler Pagi

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa

1. Karya tulis saya (skripsi) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah di publikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah disebutkan Nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya-bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo.

April 2022  
  
Tri Neviyanto Salindeho

## **ABSTRACT**

### **DESIGNING A GROUNDING SYSTEM IN ATM BUILDINGS WITH THE USE OF NaCl AS SOIL TREATMENT.**

*As an internal protection system, a grounding system is needed to secure equipment. Damage caused by an un grounded system can interfere with the performance of a tool. For this reason, an ATM building must be landed, but in the design of a land in the ATM building, the manager determines a prisoner value that is designed with a value below  $1\Omega$ . The value of prisoners who tend to be small is not easy to obtain, considering that the determining factor in the small value of prisoners is not small. Characteristics of the soil, type of electrodes, as well as the determination of the method of planting. From the results of this study to obtain a resistance value that is in accordance with the standards, it is necessary to modify the depth, electrodes and carry out soil treatment. By making depth modifications in the planting of electrodes and modifications of the electrodes used are of the galvanized steel pipe type. From the results of the initial test produced  $1.04\Omega$  with a depth position of 7 meters. Considering that the resulting value still does not meet the standards, soil treatment is carried out by utilizing 1kg of NaCl. After sprinkling NaCl on the planted part then re-measured, and the obtained resistance value of  $0.89\Omega$ .*

**Keywords:** Equipment grounding system



## ABSTRAK

TRI NEVIYANTO SALINDEHO. T2115019. PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN PADA BANGUNAN ATM DENGAN PEMANFAATAN NaCl SEBAGAI SOIL TREATMENT.

Sebagai sistem proteksi intern, sistem pentanahan sangatlah dibutuhkan untuk mengamankan peralatan. Kerusakan yang diakibatkan dari sistem yang tidak ditanahkan dapat mengganggu kinerja dari suatu alat. Untuk itu suatu bangunan ATM harus ditanahkan, namun dalam perancangan suatu pentanahan pada bangunan ATM pihak pengelola menentukan suatu nilai tahanan yang dirancang dengan nilainya dibawah  $1\Omega$ . Nilai tahanan yang cenderung kecil tidak mudah diperoleh, mengingat faktor penentu dalam kecilnya nilai tahanan tidak sedikit. Karakteristik tanah, jenis elektroda, serta penentuan metode penanaman. Dari hasil penelitian ini untuk memperoleh nilai tahanan yang sesuai standar, diperlukannya modifikasi kedalaman, elektroda dan melakukan soil treatment. Dengan melakukan modifikasi kedalaman dalam penanaman elektroda dan modifikasi elektroda yang digunakan berjenis pipa baja Galvanis. Dari hasil pengujian awal yang dihasilkan  $1.04\Omega$  dengan posisi kedalaman 7 meter. Mengingat nilai yang dihasilkan masih belum memenuhi standar, maka dilakukannya *Soil Treatment* dengan memanfaatkan *NaCl* Sebanyak 1 kg. Setelah menaburkan *NaCl* pada bagian yang ditanam kemudian melakukan pengukuran kembali, dan nilai tahanan yang diperoleh  $0.89\Omega$ .



**Kata Kunci:** Sistem pentanahan peralatan

## **KATA PENGANTAR**

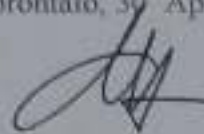
Puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Proposal ini dapat terselesaikan dengan lancar dan tepat waktu. Adapun penyesuaian proposal ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo. Penulis menyadari begitu banyak hambatan dan tantangan yang ditemui namun melalui bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak maka penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi/tugas akhir ini sebagaimana yang diharapkan. Untuk itu perkenankanlah penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Juriko Abdussamad, M.Si selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo.
2. Bapak DR. Abdul Gaffar Latjoke, M.Si, selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Kedua Orang Tua saya yang senantiasa memberikan dorongan, motivasi dan bantuan material selama mengikuti proses perkuliahan sampai saat sekarang.
4. Bapak Frengki Eka Putra Surusa, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Ichsan Gorontalo.
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen Fakultas Teknik Universitas Ichsan Gorontalo
6. Ibu Amelya Indah Pratiwi, ST., MT, selaku Pembimbing I.
7. Bapak Steven Humena, ST., MT, selaku Pembimbing II.
8. Teman-teman yang selalu membantu dan mendukung saya.



Akan menjadi sesuatu yang sangat berarti guna menyempurnakan proposal ini bila kritik dan saran disampaikan pada penulis. Semoga Allah SWT yang membalas budi baik dan kerelaan saudara.

Penulis  
Gorontalo, 30 April 2022



Tri Neviyanto Salindeho

*ABSTRACT*

v

KATA PENGANTAR

Error! Bookmark not defined.

DAFTAR ISI

Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

xiii

BAB I

Error! Bookmark not defined.

1.1 Latar Belakang Masalah.....Error! Bookmark not defined.

1.2 Rumusan Masalah.....Error! Bookmark not defined.

1.3 Tujuan Penelitian .....Error! Bookmark not defined.

1.4 Batasan Masalah .....Error! Bookmark not defined.

1.5 Manfaat Penelitian .....Error! Bookmark not defined.

BAB II

Error! Bookmark not defined.

2.1 Penelitian Terdahulu .....Error! Bookmark not defined.

2.2 Proses Pentanahan.....Error! Bookmark not defined.

2.3 Tujuan Pemasangan Sistem Pentanahan .....Error! Bookmark not defined.

2.4 Keuntungan Pentanahan.....Error! Bookmark not defined.

2.5 Gradien tegangan pada permukaan tanah .....Error! Bookmark not defined.

2.6 Sistem Pentanahan .....Error! Bookmark not defined.

2.6.1 Jenis Pentanahan .....Error! Bookmark not defined.

2.6.2 Komponen Pentanahan .....Error! Bookmark not defined.

2.6.3 Jenis bahan dan ukuran elektroda .....Error! Bookmark not defined.

|         |   |                              |
|---------|---|------------------------------|
| 2.6.5   | Diameter Elektroda Pentanahan.....          | Error! Bookmark not defined. |
| 2.6.6   | Susunan Elekteroda Pentanahan .....         | Error! Bookmark not defined. |
| 2.7     | Konduktor Pentanahan.....                   | Error! Bookmark not defined. |
| 2.8     | Tegangan pada permukaan Gradien tanah ..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.9     | Pengujian Elektroda .....                   | Error! Bookmark not defined. |
| 2.10.1  | NaCl .....                                  | Error! Bookmark not defined. |
| BAB III |   | Error! Bookmark not defined. |
| 3.1     | Kerangka Konsep Penelitian.....             | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2     | Objek Penelitian.....                       | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3     | Tempat dan Waktu Penelitian.....            | Error! Bookmark not defined. |
| 3.4     | Alat dan Bahan.....                         | Error! Bookmark not defined. |
| 3.5     | Prosedur Penelitian .....                   | Error! Bookmark not defined. |
| 3.5.1   | Studi Literatur .....                       | Error! Bookmark not defined. |
| 3.5.2   | Pengambilan data dan observasi .....        | Error! Bookmark not defined. |
| 3.6     | Flowchart .....                             | Error! Bookmark not defined. |
| BAB IV  |   | 33                           |
| 4.1     | Gambaran Lokasi Penelitian .....            | 33                           |
| 4.2     | Pelaksanaan Penelitian.....                 | 34                           |
| 4.2.1   | Gambar desain elektroda.....                | 34                           |
| 4.2.2   | Gambar desain Bak Kontrol.....              | 35                           |

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| 4.2.3           | Pemanfaatan NaCl.....  | 37 |
| 4.2.4           | Pengukuran metode 3 titik ( <i>three point method</i> )..... | 37 |
| 4.3             | Hasil pengukuran .....                                       | 38 |
| 4.4             | Pembahasan Hasil .....                                       | 40 |
| 4.4.1           | Modifikasi elektroda dan penambahan Zat Adiptif.....         | 40 |
| BAB V           |  | 44 |
| 5.1             | Kesimpulan .....   | 44 |
| 5.2             | Saran .....  | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA  |  | 46 |
| <i>LAMPIRAN</i> |  |    |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Jalur Arus Gangguan.....                        | 10 |
| Gambar 2.2 Bahaya Tanpa Pentanahan.....                    | 10 |
| Gambar 2.3 Jenis-jenis Elektroda Batang.....               | 23 |
| Gambar 2. 4 Komponen-komponen tahanan elektroda tanah..... | 25 |
| Gambar 2.5. Variasi tahanan-tahanan tanah.....             | 38 |
| Gambar 4.1 Lokasi penelitian.....                          | 39 |
| Gambar 4.1 Desain Elektroda.....                           | 40 |
| Gambar 4.3 Bak kontrol tampak atas.....                    | 40 |
| Gambar 4.4 Bak kontrol tampak samping.....                 | 41 |
| Gambar 4.4 NaCl.....                                       | 42 |
| Gambar 4.5 Penggunaan Digital Earth Tester.....            | 44 |
| Gambar 4.6 Grafik Nilai Tahanan berdasarkan kedalaman..... | 47 |

## DAFTAR TABEL

|           |   |
|-----------|---|
| Tabel 2.1 | Nilai rata-rata dari resistansi pembumian untuk electroda bumi...21 |
| Tabel 2.2 | Tahanan jenis beberapa jenis tanah.....26,27                        |
| Tabel 2.3 | Temperatur Terhadap Resistivitas Tanah.....28,29                    |
| Tabel 2.4 | Nilai rata-rata dari resistansi pembumian untuk elektroda bumi...44 |
| Tabel 4.1 | Hasil pengukuran dengan modifikasi kedalaman.....45                 |
| Tabel 4.2 | Hasil pengukuran ditaburi NaCl.....48                               |
| Tabel 4.3 | Selisih penurunan nilai tahanan.....48,49                           |
| Tabel 4.4 | Selisih ditiap penambahan kedalaman.....49                          |
| Tabel 4.5 | Selisih ditiap penambahan kedalaman.....49                          |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Berbagai perspektif terhadap munculnya teknologi modern. Pandangan dominan melihat teknologi modern sebagai cahaya terang yang akan membebaskan manusia dari jerat kelangkaan dan kemiskinan. Indonesia menjadi Negara yang paling optimis akan pentingnya industrialisasi yang nantinya mengantarkan Indonesia menjadi Negara dengan teknologi maju terpenting di dunia. Teknologi sebagai kekuatan produktif modern dengan kemakmuran yang dihasilkannya jauh melampaui prestasi peradaban-peradaban yang pernah ada sebelumnya. Sibernetika dan teknologi informasi telah memberikan perubahan mendasar dalam lingkup sosial. Tak terkecuali mengenai terobosan teknologi di bidang perbankan.

PT. Swadharma Sarana Informatika merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa pengelolaan Uang Rupiah, Mencakup distribusi, pemrosesan, penyimpanan Uang Rupiah serta pengisian, pengambilan dana/atau pemantauan kecukupan Uang Rupiah pada Automated Teller Machine (ATM), Cash Deposit Machine (CDM), dan Cash Recycling machine (CRM).[1]

Dengan pengelolaan yang mencakup beroperasinya suatu mesin ATM maka pentingnya memperhatikan perencanaan suatu bangunan tempat ATM berada. Memiliki instalasi yang layak sesuai dengan standar

yang dikeluarkan oleh otoritas tersebut. Layaknya suatu sistem instalasi salah satu yang terpenting dengan memiliki sistem pentanahan, mengingat besarnya peran dari sistem pentanahan guna meminimalisir dan bahkan sampai pada perlindungan atas efek yang dihasilkan dari rusaknya tegangan listrik, seperti kebocoran arus listrik, induksi tegangan, listrik statis. Dalam satu bangunan ATM terdapat alat elektronik yang sangat rentan terjadi kerusakan bila mana terjadi rusak tegangan listrik. ATM yang didalamnya terdiri bahan micromagnetik memiliki sifat yang mudah rusak ketika arus yang masuk melebihi ambang batas kemampuan suatu mesin ATM, contoh yang bisa terjadi apabila besarnya tegangan yang masuk pada mesin ATM seperti bocornya arus sampai pada bodi mesin ATM, rusaknya tampilan pada ATM, serta ATM hampir setiap bulan-sering terjadi masalah seperti gagalnya mengeluarkan uang, bukti transaksi tidak ada dan kartu ATM sering tertelan.

Dalam menjalankan tugasnya PT. SSI memiliki standar dalam perencanaan sebuah bangunan ATM, ini untuk memenuhi kelayakan dan menghindari kerusakan pada mesin ATM. Standar ini berupa spesifikasi pemasangan pentanahan khusus untuk perangkat ATM : 1). Hantaran pentanahan sistem pentanahan dibuat atau ditancapkan sedemikian rupa sehingga sistem pentanahan memiliki tahanan tanah kurang dari 1 (satu) ohm ( $R < 1 \text{ ohm}$ ). 2). Pengukuran Voltage listrik antara kutub ground kutub netral dari PLN/Genset adalah kurang dari 1(satu) Volt ( $V_n < 1 \text{ Volt}$ ).



Ada kerancuan antara Pentanahan yang baik dan nilai tahanan yang seharusnya. Idealnya satu pentanahan besar tahananannya nol ohm. Tidak ada satu standard mengenai ambang batas nilai tahanan pentanahan yang harus diikuti oleh semua badan. Tetapi badan NFPA dan IEEE telah merekomendasikan nilai tahanan pentanahan lebih kecil atau sama dengan 5 ohm.[2] Hal yang perlu diperhatikan dalam kehandalan beroperasinya mesin ATM dan keamanan pada manusia maka diperlukannya adalah sebuah sistem pentanahan pada tenaga listrik.

PUIL 2000 menyebutkan bahwa pada instalasi listrik ada dua jenis resiko utama yaitu: a. Arus kejut listrik , b. Suhu berlebihan yang sangat mungkin mengakibatkan kebakaran, luka bakar atau efek cedera listrik.[3]

Melihat standar yang diambil PT. SSI begitu kecil nilai tahananannya maka dibutuhkan perlakuan khusus dalam perencanaan Sistem Petanahan untuk itu penulis mengambil judul ***PERANCANGAN SISTEM PENTANAHAN PADA BANGUNAN ATM DENGAN PEMANFAAT NaCL SEBAGAI SOIL TREATMENT***

## **1.1 Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang diatas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan mengenai perancangan sistem pentanahan bangunan ATM dengan melakukan soil treatment yang dikelola oleh PT. SSI Gorontalo:

1. Bagaimana merancang sistem pentanahan di bangunan ATM yang dikelola oleh PT. SSI Gorontalo dengan nilainya kurang dari 1 ohm

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan kegiatan penelitian ini adalah:

1. Merancang sistem pentanahan dengan nilai tahanan kurang dari 1 ohm
2. Mengetahui factor penentu dalam upaya mengecilkan nilai tahanan
3. Pemilihan metode penanaman elektroda yang baik pada kondisi tertentu
4. Bagaimana penggunaan treatment yang digunakan pada sistem pentanahan

## **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini membahas tentang merancang sistem pentanahan dengan nilai kurang dari 1 ohm serta melakukan soil treatment terhadap tanah. Namun untuk mencapai tujuan penelitian maka pembahasannya :

- 1 Pengukuran memakai metode 3 titik dengan menggunakan alat ukur earth tester, satu batang elektroda dan dua batang bantu
2. Penggunaan garam guna melakukan soil treatment untuk mencapai standar
3. Nilai tahanan kurang dari 1 ohm yang menjadi standar dalam perancangan sistem pentanahan sesuai dengan permintaan pengelola.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari kegiatan penilaian tugas akhir ini, yakni:

1. Penelitian dapat memberikan informasi tambahan tentang hasil pengukuran kepada pihak PT. SSI

2. Penelitian ini di harapkan dapat memberikan tambahan informasi kondisi tanah pentanahan ATM yang dikelola.
3. Penelitian ini di harapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi peneliti khususnya dalam hal pentanahan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Pada poin penelitian terdahulu penulis mendapat kerumitan dalam penyusunan sebab kurangnya dan bahkan tidak ditemukannya referensi yang membahas mengenai perancangan sistem pentanahan pada bangunan ATM, namun penulis mencoba mengimprovisasi dari contoh penelitian yang ada. Seperti pentanahan yang dibuat untuk menjaga peralatan yang ada dalam bangunan serta penggunaan soil treatment dalam upaya mencapai standar dari nilai tahanan yang telah ditentukan. Adapun penelitian terdahulu yang penulis maksud adalah sebagai berikut:

Menurut *jurnal karya Alvinno Nathaza Prasetyo<sup>1</sup>, Sapto Nisworo<sup>2</sup>, Agung Trihasto<sup>3</sup>* mengenai perencanaan sistem pentanahan alat-alat medis. sistem yang tidak ditanahkan banyak peralatan radiologi mengalami kerusakan yang di sebabkan oleh arus tegangan lebih. Tujuannya pembedaan secara langsung adalah mengurangi kerusakan peralatan medis, menghindari adanya tegangan sentuh, dan tegangan langkah. Metode yang digunakan adalah pengukuran secara langsung, menentukan jumlah elektroda menggunakan Matlab, dan merancang pentanahan menggunakan AutoCAD. dari Pada sistem pembedaan peralatan radiologi dirumah sakit adalah jenis elektroda rod yang terbuat dari besi dan dilapisi tembaga, dengan panjang elektroda 3m dan berdiameter 1,2cm. Untuk letak pembedaan lebih baik.[4]

Menurut *jurnal yang ditulis Thamrin Siahaan<sup>1)</sup>, Sedrianus Laia<sup>2)</sup>* sistem yang tidak dibumikan banyak motor-motor listrik dalam instalasi industri mengalami kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh tegangan lebih yang timbul karena terjadinya busur listrik. Untuk mencegah terjadinya tegangan lebih tersebut maka generator atau sistem tenaga listrik ditanahkan. Biasanya dilakukan pentanahan secara langsung yang sangat efektif untuk membatasi tegangan fasa ke tanah maksimum, juga beban-beban yang terpasang diantara fasa dan netral tetap dapat dilayani tanpa menimbulkan bahaya tegangan antara netral dengan tanah pada saat mengalami gangguan tanah.[5]

Menurut *jurnal Jamaaluddin<sup>1)</sup>; Sumarno<sup>2)</sup>* Dilakukan penentuan titik dimana elektrode pentanahan akan ditanam. Dalam melakukan penanaman elektroda bisa diupayakan pada titik yang mudah untuk menanam / tidak terbentur dengan batu atau kerikil. Jika masih membentur dengan kerikil yang keras atau batu, maka bisa dipindahkan ke titik sampingnya. Untuk memudahkan penanaman elektroda bisa dibantu dengan mempergunakan penyiraman air pada titik tersebut. Setelahnya dilakukan pengukuran tahanan pentanahan dengan mempergunakan Digital Earth Resistance Tester 4105 A. dalam berbagai macam kedalaman pentanahan. Elektrode pentanahan dalam penelitian ini mempergunakan tembaga pejal (Copper Rod) dengan diameter 5/8 inchi = 15.89 mm sepanjang 4 m. Copper rod ini ditanam ke dalam tanah mulai kedalaman 1 m dan ditambah 0.5 m pengukuran. Jikalau pada penanaman elektroda

pentanahan sampai habis (4 m) masih belum didapatkan hasil pentanahan yang diinginkan ( $<1 \text{ Ohm}$ ), maka dapat dilakukan menanam elektroda pentanahan pada samping elektroda pentanahan yang sudah tertanam (di paralel), sehingga akan di dapatkan nilai pentanahan yang lebih kecil dari pada sebelumnya. Pada tiap-tiap kedalaman dilakukan pengukuran tahanan pentanahannya dengan mempergunakan alat *Digital Earth Resistance Tester*. [6]

Dalam perancangan sebuah sistem pentanahan untuk memiliki nilai tahanan yang memenuhi standar tidak hanya bergantung pada kedalaman maupun besarnya penghantar, nilai resistivitas dari tanah merupakan faktor yang sangat penting untuk diperhatikan menurut jurnal ***M. T. Alawiy and O. Melfazen*** Pengaruh resistivitas ( $\rho$ ) terhadap resistansi pembumian sangat dipengaruhi konsentrasi kadar garam yaitu bila konsentrasi kadar garam tinggi akan menghasilkan resistivitas kecil sehingga resistansi pembumiannya juga kecil, disamping itu pada resistivitas yang sama bila jarak elektroda bantu makin jauh dari elektroda pembumian maka resistansinya akan naik dan sebaliknya makin dekat elektroda bantu dengan elektroda pembumian maka resistansinya makin kecil. [7]

***Juniardi, Tri Gianto, Rudy Arsyad, M Iqbal*** Agar setelah perlakuan dengan menambahkan zat aditif pada tanah untuk menurunkan nilai resistansi pentanahan dapat tetap pada kondisi optimal/ideal maka diperlukan perawatan rutin untuk mempertahankan kondisi optimal kinerja

sistam pentanahan dilakukan rutin setiap 1 tahun/ 6 bulan untuk memantau kondisi fisik saluran transmisi berikut sistam pentanahannya. Kerusakan sistem pentanahan diakibatkan oleh kendurnya sambungan atau korosi pada bagian elektroda. Perbaikan dilakukan dengan mengencangkan-kembali baut-baut sambungan dan membersihkan bagian elektroda yang korosi atau apabila diperlukan dapat berikan soil treatment lanjutan, sebab tahanan jenis tanah yang rendah menunjukkan larutan garam dan air yang tinggi tanah dengan daya hantar tinggi maka akan tinggi pula daya korosinya. Kemampuan zat aditif untuk menurunkan resistansi pentanahan sangat tergantung pada waktu dan kandungan air, karena zat aditif perlu waktu untuk dapat diserap oleh tanah disekitar elektroda pentanahan. Untuk mempercepat zat aditif diserap oleh tanah dan memaksimalkan kemampuannya mengkondisikan tanah untuk terus lembab perlu kondisi hujan ataupun ditambahkan air sebelum digunakan untuk sistem pentanahan.[8]

## **2.2 Sistem Pentanahan**

Sistem adalah perangkat yang secara teratur Saling terhubung sehingga membentuk suatu totalitas, sementara pentanahan atau biasa kita kenal pbumian adalah sistem instalasi listrik yang disambungkan ke tanah (bumi) sehingga ini mengamankan peralatan dan komponen instalasi dari bahaya tegangan arus abnormal. Oleh karena itu sistem pentanahan menjadi sangat penting dalam suatu instalasi listrik. Dikenal beberapa

jenis sistem pentanahan antara lain pembumian fungsional, parallel dan proteksi. Secara umum tujuan sistem pentanahan adalah :

1. Menjamin keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan langkah;
2. Menjamin kerja peralatan listrik/elektronik;
3. Mencegah kerusakan peralatan listrik;
4. Menstabilkan tegangan dan memperkecil kemungkinan terjadinya flashover ketika terjadi transient;

#### **2.2.1 Jenis Pentanahan**

Sistem petananahan dapat dibedakan menjadi 3 bagian :

1. *Pentanahan Sistem*
2. *Pentanahan Peralatan*
3. *Pentanahan Penangkal Petir*

##### **1. Pentanahan Sistem**

Pentanahan sistem merupakan pentanahan bagian dari sistem jaringan listrik yang dihubungkan ke tanah (Bumi). Titik netral dari sistem tersebut sengaja dihubungkan ke tanah melalui impedansi atau secara langsung. Adapun tujuan dari Pentanahan Sistem adalah sebagai berikut:

1. Menghindari loncatan elektron pada suatu konduktor dengan pertentangan langsung yang saling bersentuhan sehingga menghasilkan busur api;
2. Menaikan Reabilitasi pelayanan dalam penyaluran tenaga listrik



3. Mengurangi tegangan lebih tersient yang disebabkan penyalan bunga api berulang
4. Mempermudah dalam penentuan sistem proteksi sertamenentukan lokasi gangguan

## **2. Pentanahan Peralatan**

Dalam keadaan normal peralatan listrik sebagai konduktor secara baik menghantarkan listrik. Jadi ketika terjadi gangguan hubung singkat atau terjadinya kegagalan isolasi, maka bagian peralatan dihubungkan dengan sistem pentanahan. Sistem ini berfungsi sebagai penerima impedansi yang real untuk mengaliri arus hubung singkat ke tanah dengan cepat. Pentanahan peralatan umumnya menggunakan dua macam sistem pentanahan yaitu :

*a. Pentanahan Rod*

*b. Pentanahan Grid*

### **a. Pentanahan Rod**

Elektroda pentanahan yang ditanamkan secara tegak lurus dipermukaan tanah. Ini berfungsi untuk mengurangi serta memperkecil tahanan. Agar suatu tahanan bisa diperkecil kiranya memperbanyak jumlah batang elektroda yang ditanam. Ketika terjadi arus gangguan ke tanah ini akan berakibat naiknya perubahan dipermukaan tanah. Besar tegangan maksimum akan sebanding dengan tahanan pentanahan. Nilai tahanan tanah akan lebih kecil jika penanaman batang elektroda

dengan metode paralel diperbanyak, ini juga akan berdampak pada pendistribusian cenderung merata. Elektroda yang ditanam harus pada posisi tegak lurus sehingga menyerupai bujur sangkar atau persegi panjang, sedangkan untuk penghantar antara batang dengan batang lainnya terletak diatas permukaan tanah. Jarak penghantar yang pendek dan jumlahnya banyak maka semakin kecil sifat penghantar pada masing-masing penghantar.

#### **b. Pentanahan Grid**

Elektroda pentanahan yang ditanamkan secara sejajar dipermukaan tanah. Batang yang saling terhubung dengan jumlah yang banyak maka akan berbentuk seperti plat. Inilah bentuk maksimum atau yang mampu memiliki nilai tahanan paling kecil tetapi metode ini terbilang cukup mahal. Ini berfungsi mengaliri arus yang salah kedalam tanah. Pada pemosisian batang agar kiranya tidak terlalu berdekatan mengingat keterbatasan volume tanah dalam menerima arus listrik.

Pada *Pentanahan Grid*, elektroda yang ditanam harus sejajar pada kedalaman beberapa puluh centimetre dipermukaan tanah. Untuk memperkecil nilai tahanan batang yang ditanam melebar, metode ini lebih mudah dibandingkan dengan mencoba lebih meperdalam pentanahan yang ditanam.

### **3. Pentanahan Petir**

Pentanahan ini digunakan untuk menghindari kecelakaan yang diakibatkan dari sambaran petir, objek ini dipasang pada bangunan yang nantinya sambaran petir dapat dikendalikan melalui instalasi penangkal petir ini yang nantinya akan diteruskan kedalam tanah (bumi) tanpa merusak benda yang ada disekitarnya.

#### **2.2.2 Komponen Pentanahan**

Komponen pentanahan terbagi menjadi 2 bagian:

- 1. Hantaran Pengubung*
- 2. Elektroda Pentanahan*

##### **1. Hantaran Penghubung**

Hantaran penghubung merupakan saluran penghantar (konduktor) yang nantinya menghubungkan titik kontak pada kerangka peralatan listrik ke elektroda pentanahan. Arus gangguan nantinya akan melalui hantaran penghubung menuju elektroda pentanahan. Hantaran penghubung terbuat dari almunium dan tembaga. Terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam penyambungan hantaran penghubung dengan elektroda pentanahan yaitu:

1. Sambungan hantaran penghubung ini dengan elektroda harus kuat secara mekanis dan menjamin hubung listrik dengan baik, misalnya dengan menggunakan

penyambungan las, klem atau baut kunci. yang mudah dilepas.

2. Klem pada elektroda harus menggunakan baut dengan diameter 10 mm
3. Elektroda pentanahan tersebut juga harus dilindungi dari korosi sehingga daya tahan untuk sistem pentanahan bisa lama dan terjamin

## **2. Elektroda Pentanahan**

Elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanamkan kedalam tanah yang punya kontak langsung dengan bumi. Elektroda yang ditanam sedemikian rupa berupa elektroda batang konduktor, pitalogam, pipa besi. Untuk memenuhi nilai tahanan yang kecil harus memenuhi beberapa syarat, yakni:

1. Nilai Tahanan yang dihasilkan harus lebih kecil dari nilai yang rekomendasikan.
2. Elektroda yang dipakai mampu mengaliri arus hubung singkat yang besar. Memiliki sifat kimia yang baik sehingga mampu menghindari gejala korosi.
3. Memiliki sifat mekanis

Adapun beberapa jenis elektroda yang ditanam beberapa cm kedalam permukaan tanah:

1. Elektroda Batang
2. Elektroda Plat

### 3. Elektroda Pita

#### 1. Elektroda Batang

Terbuat dari batang besi atau batang logam yang ditanamkan kedalam tanah seperti *Stain Less Steel* dan Galvanis Zedsteel, hindari penggunaan bahan yang mudah korosi. Dengan memasukan elektroda kedalam tanah pada posisi tegak lurus dengan menyesuaikan panjang terhadap resistensi pentanahan dengan perbandingan jarak duakali lebih panjang dari ukuran elektroda.[9] Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung tahanan batang pentanahan yakni:

$$R = (\rho / 2 \pi L) \ln (2L/d) \quad (1)$$

Dengan :

$R$  = Tahanan kaki menara (*ohm*)

$\rho$  = Tahanan jenis tanah (*ohm.m*)

$L$  = Panjang dari batang pentanahan (*meter*)

$d$  = Diameter batang pentanahan (*meter*)

Berikut ini gambar elektroda batang:



(Gambar 2..2.2 Jenis-jenis Elektroda Batang)

Sumber: <http://digilib.polban.ac.id/>

Untuk menghitung nilai tahanan, dengan menggunakan pentanahan rangkaian paralel, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

- 1) Dua batang elektroda pentanahan yang dipasang paralel

$$\frac{\text{Tahanan 2 pasak paralel}}{\text{Tahanan pasak tunggal}} = \frac{1+x}{2} \dots \dots \dots$$

$L/$

$$\text{Dimana } x = \left[ \frac{\ln \left( 48 \frac{x_l}{a} - 1 \right) a}{a} \right] \dots \dots \dots$$

- 2) Tiga batang elektroda pentanahan yang dipasang paralel

$$\frac{\text{Tahanan 3 pasak paralel}}{\text{Tahanan pasak tunggal}} = 1 + 2X^3 \dots \dots \dots$$

- 3) Batang paralel jamak yang tersusun dalam segi empat kosong atau segi empat kosong terisi. Apabila jumlah pasak n, maka

$$\frac{\text{Tahanan } n \text{ pasak paralel}}{\text{Tahanan pasak tunggal}} = \frac{1 + kX}{n} \dots \dots \dots$$

## 2. Elektroda Pita

Elektroda yang terbuat dari penghantar yang bentuknya seperti pita yang ditanam secara dangkal. Semakin dalam elektroda ini ditanam dan memperoleh kondisi tanah yang punya kadar air lebih besar maka nilai pentanahan yang akan diperoleh semakin kecil, tak hanya itu ini juga menyebabkan tahanan cenderung stabil serta lebih aman terhadap kerusakan yang bisa saja terjadi.[9]

## 3. Elektroda Plat

Elektroda yang terbuat dari logam yang berbentuk plat kemudian pemasangannya bisa ditanam pada posisi tegak lurus atau mendatar, posisi pemasangan tergantung pada pemanfaatannya. Posisi tegak lurus dengan kedalaman 1 meter kedalam tanah digunakan sebagai elektroda pentanahan sementara pada posisi curam digunakan untuk menghindari tegangan langka yang besar dan berbahaya.[9]

### 2.2.3 Jenis bahan dan ukuran elektroda

Pemasangan yang nantinya ditanam kedalam tanah maka elektroda yang dipakai harus terbuat dari bahan-bahan yang memiliki konduktivitas baik serta tahan terhadap kerusakan yang dihasilkan dari sifat tanah, seperti korosi. Perlu adanya penyesuaian ukuran dalam keefektifan kontak dengan tanah.

Berikut merupakan tabel sebagai acuan dalam penentuan perbaikan nilai tahanan pada tanah dengan memperhatikan jenis tanah serta ukuran elektroda.

Tabel 2.2.3 Menunjukkan nilai rata-rata dari resistansi pembumian untuk elektrode bumi.

| Jenis elektroda    | Pita atau hantaran pilin |    |    |     | Batang atau pipa |    |    |    | Pelat vertical 1 m di bawah permukaan tanah dlm m <sup>2</sup> |     |
|--------------------|--------------------------|----|----|-----|------------------|----|----|----|--|-----|
|                    | Panjang (m)              |    |    |     | Panjang (m)      |    |    |    |  |     |
|                    | 10                       | 25 | 50 | 100 | 1                | 2  | 3  | 4  | 0,5x1  | 1x1 |
| Tahanan pentanahan | 20                       | 10 | 5  | 3   | 70               | 40 | 30 | 20 | 35   | 25  |

(Sumber : <http://eprints.polsri.ac.id/>)

Mengingat kecilnya nilai tahanan yang ditentukan kecil kemungkinan jika penggunaan satu elektroda, maka bisa menggunakan lebih banyak jumlah elektroda dengan berbagai



bentuk penanamannya di dalam tanah. Semakin dalam sebuah elektroda ditanam sangat efektif juga, atau bisasa saja ditanam secara dangkal tergantung nilai yang ingin dicapai serta jenis tanah sangat menentukan.

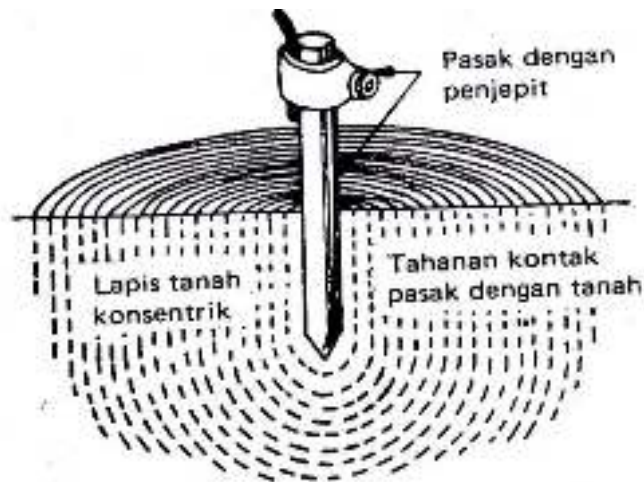
#### **2.2.4 Sifat-sifat elektroda tanah**

Hambatan arus melewati sistem elektroda tanah mempunyai tiga komponen, yaitu :

- a. Tahanan pasaknya sendiri dan sambungan-sambungannya.
- b. Tahanan kontak antara pasak dengan tanah sekitar.
- c. Tahanan tanah di sekelilingnya.

Pasak-pasak tanah, batang-batang logam, struktur dan peralatan lain biasa digunakan untuk elektroda tanah. Elektroda-elektroda ini umumnya besar dan penampangnya sedemikian, sehingga tahananannya dapat diabaikan terhadap tahanan keseluruhan system pentanahan.

Pasak dengan tahanan seragam yang ditanam ke tanah akan menghantarkan arus ke semua jurusan. Marilah kita tinjau suatu elektroda yang ditanam di tanah yang terdiri atas lapisan-lapisan tanah dengan kekebalan yang sama (gambar 2.2.4).



**Gambar 2.2.4 Komponen-komponen tahanan elektroda tanah**

Sumber : <http://repository.um-palembang.ac.id>

Lapisan tanah terdekat dengan pasak dengan sendirinya memiliki permukaan paling sempit, sehingga memberikan tahanan terbesar. Lapisan berikutnya karena lebih luas, memberikan tahanan yang lebih kecil. Dari ke 3 komponen “tahanan” tahanan tanah merupakan besaran yang paling kritis dan saling sulit dihitung ataupun diatasi.[10]

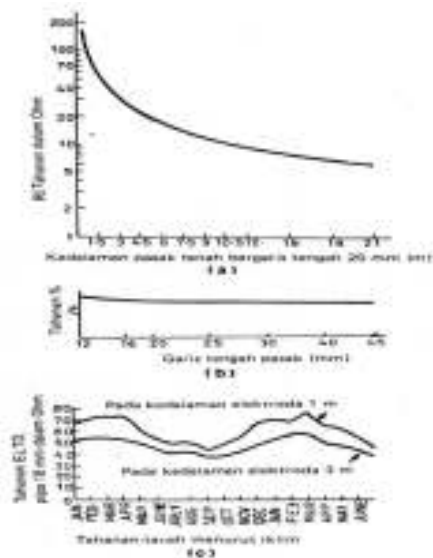
#### **a. Pengaruh ukuran pasak terhadap tahanan**

Apabila pasak ditanam lebih dalam ke tanah maka tahanan akan berkurang. Secara umum dapat dikatakan, dua kali lipat lebih dalam tahanan berkurang 40% (gambar 1.4a). Namun, bertambahnya diameter pasak secara material tidak akan mengurangi tahanan. Dua kali lipat diameternya misalnya, hanya mengurangi besarnya tahanan kurang dari 10%.

#### **b. Pengaruh tahanan tanah terhadap tahanan elektroda**

Rumus Dwight menunjukkan, bahwa tahanan elektroda pentanahan ke tanah tidak hanya tergantung pada kedalaman dan luas permukaan elektroda, tetapi juga pada tahanan tanah. Tahanan tanah merupakan faktor kunci yang menentukan tahanan elektroda dan pada kedalaman berapa pasak harus ditanam agar diperoleh tahanan yang rendah.

Tahanan tanah sangat bervariasi di berbagai tempat dan berubah menurut iklim. Tahanan tanah ini terutama ditentukan oleh kandungan elektrolit didalamnya, kandungan air, mineral-mineral dan garam-garam. Tanah tinggi mempunyai tahanan tinggi, tetapi tanah basah memiliki tahanan tinggi apabila tidak mengandung garam yang dapat larut. Karena tahanan tanah berkaitan langsung dengan kandungan air dan suhu, maka dapat saja diasumsikan bahwa tahanan pentanahan suatu system akan berubah sesuai perubahan tiap tahunnya. Variasi-variasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.4



Gambar 2.13. Variasi tahanan-tahanan tanah :

- (a) Terhadap kedalaman;
- (b) Terhadap garis tengah pasir;
- (c) Terhadap iklim.

(Sumber: <http://eprints.polsri.ac.id/>)

## 2.2.5 Karakteristik tanah

### 1. Nilai Jenis Resistansi Tanah

Tabel. 2. Tahanan jenis beberapa jenis tanah[3] Diambil dari (3.18.3.1. PUIL, 2000)

| Jenis Tanah                            | Tahanan Jenis ( $\Omega.m$ ) |
|--|------------------------------|
| Tanah Rawa                             | 30                           |
| Tanah Liat dan Ladang                  | 100                          |
| Pasir Basah                            | 200                          |
| Tanah berbatu                          | 500                          |
| Kerikil Basah Pasir dan Kerikil Kering | 1000                         |
| Nilai                                  | 3000                         |

Nilai tahanan pentanahan untuk beberapa jenis tanah berbeda. Hal ini dikarenakan karena struktur tanah yang berlainan antara satu jenis tanah dengan jenis tanah yang lain. Tanah

lempung mempunyai nilai tahanan pentanahan yang rendah, ini disebabkan oleh komposisinya yang mempunyai bentuk partikel halus sehingga mudah untuk menyerap air atau mineral – mineral lain dan kemudian menyimpannya. Sifat inilah yang menyebabkan tanah lempung memiliki nilai tahanan jenis rendah bila dibandingkan dengan jenis tanah lainnya seperti tanah pasir dan tanah berbatu. Secara lebih jelas dapat dilihat dari tabel. 2. Penelitian.

Maka elektroda selalu harus ditanam sedalam mungkin dalam tanah, sehingga dalam musim kering selalu terletak dalam lapisan tanah yang basah dan beberapa faktor :

1. Lapisan tanah (berlapis-lapis dengan tahanan jenis berlainan atau sama).
2. Kelembaban tanah.
3. Temperatur

Tabel 2.2 : Temperatur Terhadap Resistivitas Tanah[11]

| No | Temperatur °c | Resistivitas (ohm,cm) |
|----|---------------|-----------------------|
| 1  | -5            | 70.000                |
| 2  | 0             | 30.000                |
| 3  | 0             | 10.000                |
| 4  | 10            | 8.000                 |
| 5  | 20            | 7.000                 |
| 6  | 30            | 6.000                 |
| 7  | 40            | 5.000                 |
| 8  | 50            | 4.000                 |

(Sumber : IEEE STD 142-19)

## 2. Resistensi Pembedaan

Elektroda bumi pentanahan pada jenis dan keadaan tanah serta pada ukuran dan susunan elektroda.

Tabel 2.3 :nilai rata-rata dari resistansi pembedaan untuk elektroda bumi.

| Jenis Elektroda      | Panjang pita atau penghantar pilin  | Panjang batang atau pipa   | Pelat vertikal dengan sisi atas + 1 m dalam tanah |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|
| Resistansi pembedaan | 10 m 25 m 5 m<br>100 m<br>20 10 5 3 | 1m 2m 3m 5m<br>70 40 30 20 | 0,5 x 1m<br>1x1m<br>35 25                         |

Sumber: PUIL 1987

## 2.3 Soil Treatment

Perlakuan khusus pada suatu tanah yang menjadi objek penelitian merupakan sebuah aktivitas yang wajar, sehingga bukanlah sesuatu yang kurang tepat atau bahkan yang menjanggal, apalagi melihat aktivitas treatment ini digunakan untuk keperluan sebuah penelitian atau bahkan pekerjaan sekaligus. Dibidang keilmuan elektro terdapat banyak sekali penelitian yang mengkombinasikan dengan soil treatment mengingat ada banyak pekerjaan dibidang elektro berkaitan langsung dengan aktivitas didalam tanah, contohnya pembuatan sistem pentanahan dan sistem penangkal petir yang notabenenya beberapa alat nantinya berada didalam tanah. Tanah yang jenisnya beragam serta menyesuaikan dengan bentuk topografi memiliki tingkatan dalam jumlah resistivitas, sehingga kondisi tanah berada diketinggian berbeda dengan tanah yang cenderung rendah dan landai dalam jenis tahanan tanahnya. Untuk itu diperlukan perlakuan khusus pada tanah untuk menghindari permasalahan tersebut lebih khususnya masalah resistivitas yang ideal.

### 2.3.1 NaCl

Dikenal juga dengan garam atau halit, adalah senyawa kimia dengan rumus molekul NaCl, mewakili perbandingan 1:1 ion natrium dan klorida. Dengan massa masing-masing molar 22,99 dan 39,34 g/mol, 100 g NaCl mengandung 39,34 g Na dan 60,66 g Cl. Selain pemanfaatnyan sebagai bahan penyedap rasa garam atau NaCl sebagai bahan baku sintesis

kimia lebih lanjut. Aplikasi utama kedua natrium klorida adalah untuk menghilangkan lapisan jalan pada cuaca sub-beku.

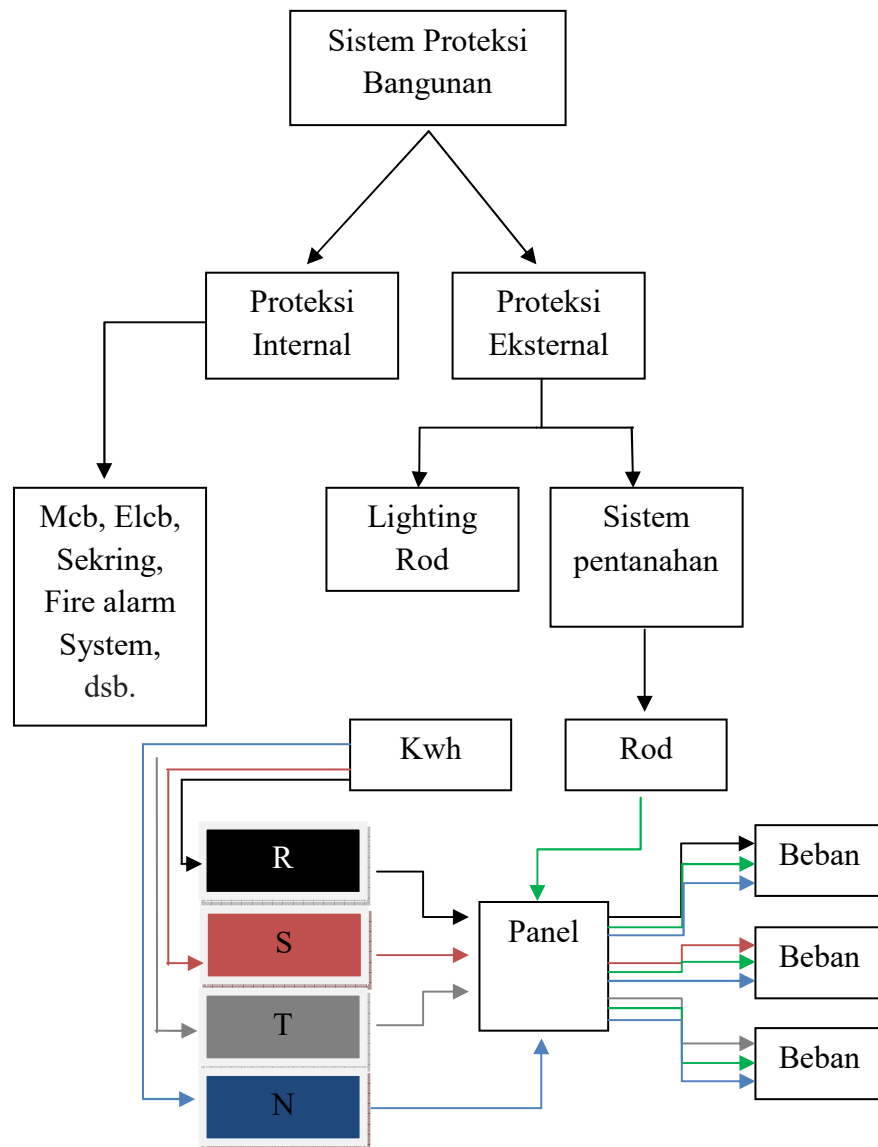


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

Sistem pentanahan merupakan bagian dari sebuah sistem proteksi pada jaringan tenaga listrik. Dalam upaya mencegah dan mengatasi kerusakan yang diakibatkan dari aktivitas penyaluran. Untuk itu penulis mencoba menyusun kerangka konsep penelitian pada sistem pentanahan.



### **3.2 Objek Penelitian**

Penelitian ini melakukan perancangan sistem pentanahan pada jaringan instalasi listrik bangunan ATM yang dikelola oleh PT. SSI Gorontalo dengan menghasilkan nilai tahanan kurang dari 1 ohm.

### **3.3 Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat penelitian ini dilaksanakan di ATM Bank Mega Syariah Jl. Ahmad Yani depan Masjid agung Baiturahim, Kota Gorontalo dari bulan April sampai bulan Mei.

### **3.4 Alat dan Bahan**

Peralatan dan Bahan yang digunakan adalah:

- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| 1. Earth Tester      | 6. Pipa Galvanis 6x2inch   |
| 2. Avo Meter         | 7. Kabel BC ukuran 50x35mm |
| 3. Gerinda           | 8. Palu                    |
| 4. Bor               | 9. Betel                   |
| 5. Garam 1kg         | 10. Tang                   |
| 6. Linggis           | 11. Klem Kabel             |
| 7. Pipa Conduit 20mm | 12. Pipa PVC 6x4 Inch      |

Alat dan bahan yang digunakan membuat elektroda batang terdiri dari:

1. Kawat BC 35mm
2. Pipa Galvanis 6 x 2inch
3. Gerinda
4. Betel
5. Linggis

### **3.5 Prosedur Penelitian**

Dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir, penulis melakukan prosedur penelitian dan langkah-langkah yang terstruktur sehingga hasil laporan tersusun secara sistematis. Adapun langkah-langkah yang menjadi acuan penulis adalah sebagai berikut.

#### **1. Studi literatur**

Dalam tahapan ini penulis mencoba mempelajari penelitian sebelumnya, guna mendapatkan referensi dalam metode yang digunakan dalam perancangan sistem pentanahan. Dengan membaca jurnal, artikel, buku yang ada kaitannya dengan permasalahan yang disusun penulis.

#### **2. Pengambilan data dan observasi lokasi**

Penulis melakukan observasi seputar lokasi yang nantinya menjadi tempat penelitian. Ini dilakukan agar menjadi bahan pertimbangan dalam penggunaan bahan seperti melihat kondisi tanah, dan pengambilan data ukuran pentanahan , dan tegangan netral pada trafo saluran yang mengarah ke tempat penelitian.

### **3.6 Teknik pengumpulan data**

Untuk melengkapi data serta melakukan analisis dalam penelitian penulis melakukan sebagaimana cara agar memperolehnya. Adapun teknik pengumpulan data yang dimaksud adalah sebagai berikut.

#### **1. Wawancara**

Kegiatan ini dilakukan kepada pihak pengelola guna memperoleh informasi yang nantinya menjadi bahan utama dalam penyusunan penelitian.

## 2. Observasi

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan serta mengenali kondisi tempat penelitian berada sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan penelitian.

### 3.7 Hasil Observasi dan wawancara

Pada tahapan awal melakukan studi literatur sebelum dilakukannya penelitian, mengumpulkan referensi berupa buku pedoman, jurnal yang sebelumnya telah melakukan penelitian serupa sebagai faktor pendukung dalam penyusunan sebuah laporan.

Langkah selanjutnya yakni mengambil data. Sebagai kebutuhan dalam penyusunan laporan maka data yang dimaksud adalah sebagai berikut:

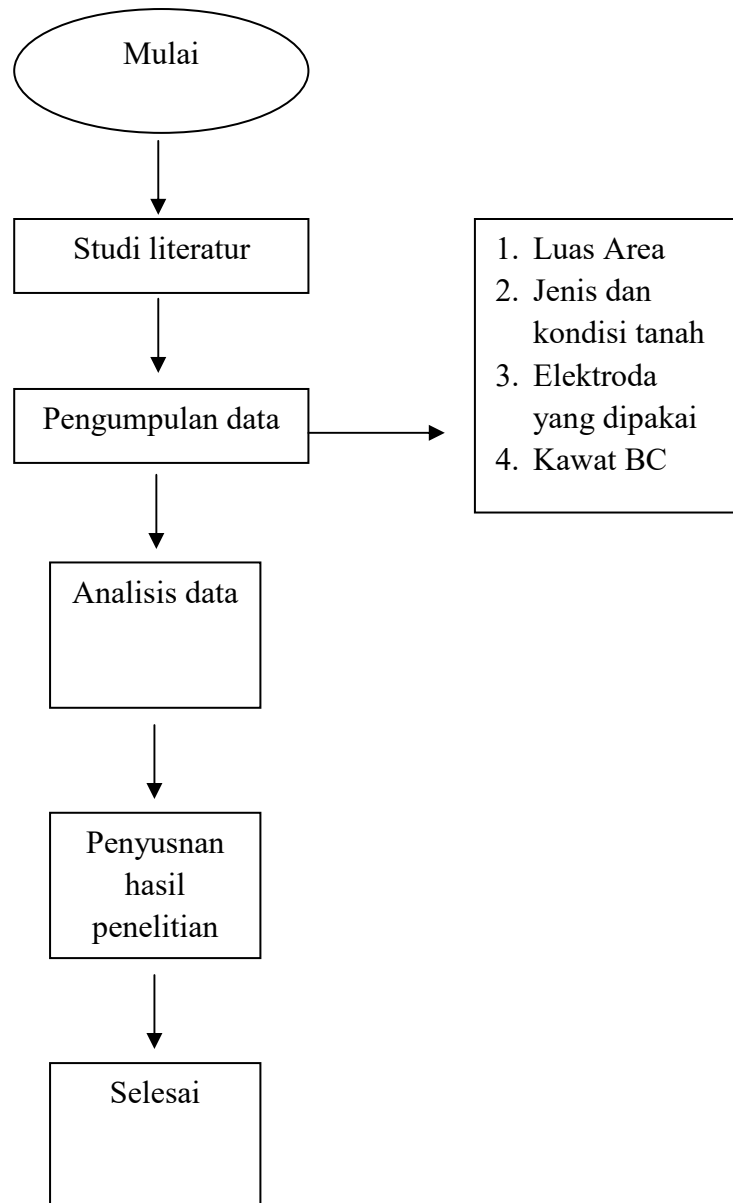
1. Lokasi yang menjadi tempat penelitian memiliki luas area yang kecil. Dengan ukuran  $15\text{m}^2$ . Posisi yang berdekatan dengan bahu jalan, serta halaman yang telah dibeton.
2. Lokasi yang berada tepat dipusat perbelanjaan kota Gorontalo sehingga memiliki kecenderungan jenis tanah yang basah berbatu, sehingga memiliki nilai resistivitas  $\pm 200\text{-}500\text{ ohm}$ .

3. Pemasangan pentanahan yang tidak tergabung dengan beban pada bangunan bank.
4. Hasil survey dilokasi penelitian terdapat sistem pentanahan pada bangunan utama yang memiliki nilai tahanan 5,7 ohm.
5. Dalam satu bangunan ATM memiliki beban yang terdiri dari Pendingin ruangan (AC), Kamera CCTV, dan mesin ATM. Dengan- besarnya daya yang dipakai pada bangunan ATM ini menjadi pertimbangan penggunaan ukuran kabel BC mengingat semakin besar kawat penghantar-yang dipakai semakin baik juga dalam proses menghantarkan arus balik pada beban.
6. Sistem pentanahan sebelumnya, tidak memakai batang elektroda untuk menghantarkan arus ke tanah melainkan hanya memakai kawat bc dengan kedalaman 5 meter.

Dari data yang dihasilkan saat melakukan observasi penulis mencoba merampungkan kebutuhan dalam perancangan.

1. Sistem pentanahan yang dirancang khususnya pada batang elektroda dilakukan modifikasi. Ini dilakukan atas pertimbangan dari lokasi dan kondisi tempat penelitian guna memiliki nilai tahanan kurang dari 1 ohm.
2. Penambahan Kedalaman elektroda yang ditanam.
3. Setelah melakukan modifikasi dan penambahan kedalaman batang elektroda yang ditanam dan apabila nilai tahanan yang dihasilkan lebih dari 1 ohm maka dilakukan pemanfaatan garam (NaCl).

### 3.7 Flowchart



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Gambaran Lokasi Penelitian**

Berdasarkan objek penelitian yang tertera di Bab III, ATM yang dikelola oleh PT. Swadharma Sarana Informatika. ATM ini dapat beroperasi jika standar yang ditetapkan oleh pihak pengelola bisa terpenuhi. Untuk itu maksud dari penelitian ini agar kiranya dapat merancang sebuah sistem pentanahan yang memiliki nilai tahanan kurang dari 1 ohm. ATM yang berlokasi di Jl. Ahmad Yani, depan Masjid Agung Baiturahim. Bangunan ATM ini menyatu dengan bangunan utama Bank Mega Syariah. Untuk titik pemasangan elektroda pentanahan berada disamping bangunan ATM dengan jarak antara titik-bangunan 4 meter.



***Gambar 4.1 Lokasi penelitian***

## 4.2 Pelaksanaan Penelitian

### 4.2.1 Gambar desain elektroda



*Gambar 4.1 Desain Elektroda*

Penulis coba menjelaskan bagaimana memodifikasi elektroda yang nantinya akan digunakan pada sistem pentanahan bangunan atm. Dalam memodifikasi penggunaan pipa galvanis mengacu pada gambar desain diatas adalah sebagai berikut.:

1. Pipa galvanis ukuran 6 x 1.5 inc dibuat lubang pada sisi samping dengan jumlah 3 buah. Lubang untuk ujung atas berjumlah 1 dan 1.5 lubang lainnya dibagian bawah. Ini berfungsi sebagai tempat masuk dan keluar kawat BC. Pada bagian ujung pipa kawat bc dibuat melingkari batang galvanis sampai pada bagian lubang terakhir dan ujung kawat bc dimasukan kedalam.
2. Pipa yang nantinya berada di bawah dibuat runcing sehingga ini mempermudah dalam menanamkan elektroda ke tanah.

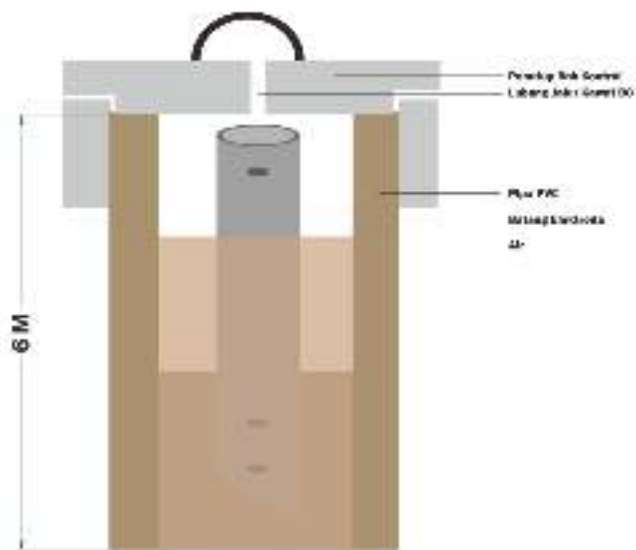


i. **Gambar desain Bak Kontrol**



***Gambar 4.3 Bak kontrol tampak atas***

Gambar diatas menunjukan bagaimana desain pembuatan bak kontrol. Dilakukan penggalian sekiranya 1.50 cm pada permukaan tanah, sebagai lokasi pengecoran bak kontrol. Pada bentuk lingkaran terdapat pipa pvc berukuran 4 inc dengan kedalaman 1 meter.



***Gambar 4.4 Bak kontrol tampak samping***

Gambar diatas menunjukan tampak samping pada bak kontrol. Pada bagian atas gambar terdapat penutup dari bak kontrol, dibagian tengah penutup terdapat lubang yang berfungsi sebagai tempat keluarnya kawat bc yang nantinya mengarah ke beban. Pada tengah bagian terdapat keterangan batang elektroda, jadi posisi elektroda berada di tengah pipa pvc.

Sistem pentanahan dengan elektroda yang dimodifikasi menggunakan pipa galvanis berukuran 6x1.5 inc yang didalamnya diisi kawat bc berukuran 35mm. Penggunaan elektroda yang dimodifikasi menemui kesulitan saat dilakukan penanaman kedalaman tanah. Dibutuhkan ekstra tenaga dalam upaya memasukan elektroda tersebut ditambah ukuran galvanis yang- berukuran 6 meter sehingga mudah bengkok saat dipukul terlalu kuat. Dalam hal ini untuk mempermudah melakukan penanaman ada baiknya- menggunakan alat pengebor sumur suntik agar dapat lebih mudah menanamkan elektroda. Selain memodifikasi elektroda, penggunaan zat adiptif pada lubang yang digunakan ini berfungsi meningkatkan sifat konduktifitas tanah sehingga pentanahan yang dibuat mampu menghasilkan nilai tahanan kurang dari 1 ohm.

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis melakukan percobaan sebelum dan sesudah ditaburi NaCl dalam mengukur nilai tahanan yang dihasilkan, ini bermanfaat sebagai pembanding apakah zat adiptif punya dampak yang signifikan untuk mendapatkan nilai tahanan sesuai standar.

#### 4.2.3 Pemanfaatan NaCl



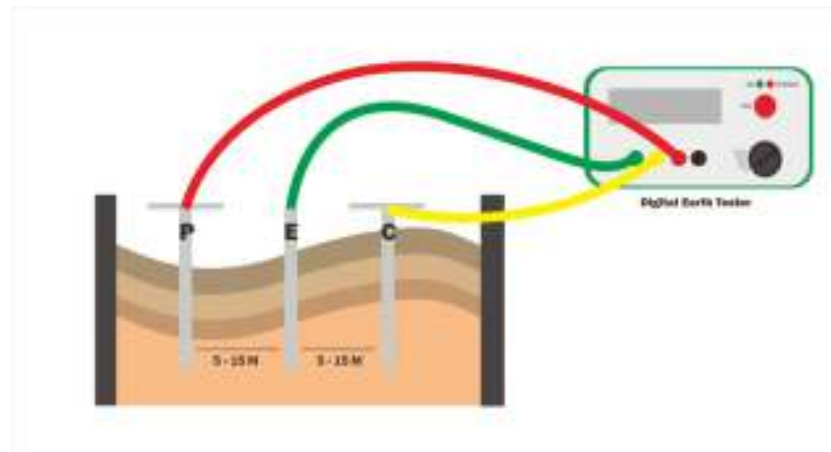
**Gambar 4.4** NaCl ([www.pinterest.com/nacl](http://www.pinterest.com/nacl))

Adalah suatu sistem pentanahan menggunakan NaCl. Penelitian dilakukan dengan cara melakukan perhitungan terhadap data resistivitas tanah yang telah diberikan perlakuan fisik berupa penambahan air, NaCl yang bertujuan untuk mencari nilai resistivitas yang rendah dari tanah tersebut. Penelitian karakteristik tanah ini dilakukan dengan penambahan air, larutan NaCl dan mengikuti beberapa langkah. Tanah dikeringkan dan dibuat sehomogen mungkin dengan menghaluskan tanah. Tanah ditreatment dengan menambah air atau garam dengan sesuai yang diinginkan. Penelitian tanah dilakukan dengan penambahan air pada tanah kering

#### 4.2.4 Pengukuran metode 3 titik (*three point method*)

Penggunaan metode pengukuran 3 titik ialah dengan menggunakan alat ukur Digital Earth Tester Dekko type KY-4105A. Dalam metode pengukuran ini satu batang elektroda yang nantinya akan ditanamkan

kedalam tanah kemudian dua batang bantu dari alat ukur, masing-masing jarak antar ketiga batang tersebut berjarak 10 meter. Berikut ini skema penggunaan Digital Earth Tester adalah sebagai berikut:



**Gambar 4.5** Penggunaan Digital Earth Tester

### 4.3 Hasil pengukuran

Mengacu pada perancangan elektroda pentanahan memperoleh nilai tahanan sebagai berikut.

**Tabel 4.1** Hasil pengukuran dengan modifikasi kedalaman

| No | Jenis Elektroda                                    | P<br>(meter) | Nilai R<br>( $\Omega$ ) |
|----|--|--------------|-------------------------|
| 1  | <b>Galvanis (6 x 1.5 inc)<br/>Kawat BC (35 mm)</b> | 3            | 2.80                    |
| 2  |  | 4            | 2                       |
| 3  |  | 5            | 1.87                    |
| 4  |  | 6            | 1.30                    |
| 5  |  | 7            | 1.04-1.05               |

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditampilkan pada Digital Earth Tester, pada percobaan pengukuran pertama dengan ukuran batang elektroda yang tertera pada tabel diatas mendapatkan nilai 2.80 ohm pada kedalaman 3 meter. Kemudian dilakukan penambahan kedalaman pada percobaan kedua yakni dengan kedalaman 4 meter dan mendapatkan -nilai 2 ohm. Percobaan selanjutnya menambah kedalaman 1 meter mendapatkan nilai 1.87 ohm. Modifikasi kedalaman masih dilakukan pada percobaan ke 4 dengan kedalaman 6 meter dan mendapatkan nilai tanah 1.30 ohm. Mengingat penurunan nilai tahanan setiap kali melakukan penambahan kedalaman maka pada percobaan ke 6 masih melakukan modifikasi kedalaman dan memperoleh nilai tahanan yang fluktuatif yakni 1.04-1.05 ohm.

Terlihat pada Tabel 4.1 hasil yang diperoleh pada 5 kali percobaan pengukuran dengan modifikasi kedalaman, hasil percobaan ke 5 hampir mendekati nilai tahanan yang sesuai standar. Namun elektroda yang dimodifikasi punya keterbatasan dalam ukuran yakni 6 meter. Pada percobaan kelima merupakan percobaan terakhir dalam memodifikasi kedalaman, sehingga penulis mencoba memanfaatkan NaCl sebagai bahan dalam melakukan soil treatment, dengan menggunakan NaCl sebanyak 1 kg dan- memperoleh nilai tahanan yang sesuai standar. Hasil pengukuran yang diperoleh dengan menambahkan NaCl bisa dilihat pada table pengukuran dibawah.

**Tabel 4.2** Hasil pengukuran ditaburi NaCl

| NO | Jenis Elektroda      | P<br>(m) | Nilai<br>R ( $\Omega$ ) | NaCl<br>(Kg) |
|----|----------------------|----------|-------------------------|--------------|
| 1  | Galvanis (6x1.5 inc) | 7        | 0.89-<br>0.90           | 1            |

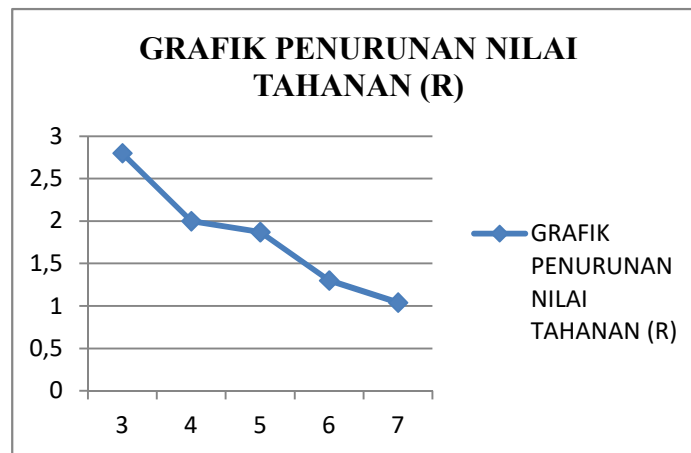
#### **4.4 Pembahasan Hasil**

##### **4.4.1 Modifikasi elektroda dan penambahan Zat Adiptif**

Sistem pentanahan dengan menggunakan elektroda yang dimodifikasi mampu menghasilkan nilai tahanan yang kecil walaupun belum mencapai standar yang diminta setidaknya hampir mendekati dibandingkan dengan elektroda yang sudah ada pada bangunan utama yang memiliki nilai tahanan jauh lebih besar.

Zat adiptif yang bersifat meningkatkan konduktivitas tanah sehingga mampu menghasilkan nilai tahanan yang sesuai standar, adapun penggunaan NaCl berjumlah 1 kg di taburi pada lubang tempat ditanamkan elektroda melalui bak kontrol.

Berdasarkan hasil penelitian dan melakukan beberapa pengukuran pada elektroda berdasarkan kedalaman dalam penanaman sehingga penulis dapat membuat grafik dalam perubahan nilai tahanan yang dihasilkan ketika kedalaman dari suatu elektroda yang- ditanam. Berikut ini merupakan grafik penurunan nilai suatu tahanan berdasarkan kedalaman.



**Gambar 4.6** Grafik Nilai Tahanan berdasarkan kedalaman

Faktor kedalaman suatu elektroda mampu menurunkan nilai tahanan, namun berdasarkan permasalahan penelitian untuk mencapai nilai tahanan kurang 1 ohm sangat sulit dikarenakan kondisi tanah yang memiliki nilai resistivitas yang cukup tinggi sehingga digunakannya zat adiktif untuk lebih menurunkan nilai tahanan. Dapat dilihat pada table pengukuran 4.2.

Penurunan nilai tahanan terjadi cukup signifikan ketika melakukan modifikasi kedalaman maupun penambahan NaCl. Adapun selisih penurunan nilai tahanan dapat dilihat pada table 4.3 dibawah ini.

Setelah melakukan modifikasi kedalaman dengan nilai awal  $2,80\Omega$  pada kedalaman 3 meter.

**Tabel 4.3** Selisih penurunan nilai tahanan antara awal-akhir percobaan pengukuran.

| No | Kedalaman<br>(Meter) | Nilai R<br>( $\Omega$ ) | Selisih nilai R<br>(%) |
|----|----------------------|-------------------------|------------------------|
| 1  | 4                    | 2                       | 28,57                  |
| 2  | 5                    | 1.87                    | 33,21                  |
| 3  | 6                    | 1.30                    | 53,57                  |
| 4  | 7                    | 1.04-1.05               | 62,85-62,5             |

Dengan melakukan modifikasi kedalaman dari elektroda dapat dilihat pada table diatas. Kedalaman 4 meter dengan nilai tahanan yang diperoleh selisih antara pengukuran awal terlampau 28,57%. Data tabel kedua memperlihatkan posisi elektroda yang ditanam pada kedalaman 5 meter terdapat selisih 33,21%. Pada posisi kedalaman 6 meter selisih antara nilai awal-akhir sebesar 53,57%. Kedalaman 7 meter terjadi selisih 62,85 – 62,5% mengingat hasil pengukuran yang fluktuatif.

Adapun selisih persentase ditiap modifikasi kedalaman setiap satu meter penambahan kedalaman yang diperoleh dapat dilihat pada table dibawah ini.



**Tabel 4.4** Selisih ditiap penambahan kedalaman.

| No | Kedalaman (Meter) | Nilai R ( $\Omega$ ) | Selisih Nilai R (%) |
|----|-------------------|----------------------|---------------------|
| 1  | 4                 | 2                    | 28,57               |
| 2  | 5                 | 1.87                 | 6,5                 |
|    | 6                 | 1.30                 | 30,48               |
| 4  | 7                 | 1.04                 | 20                  |

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh disetiap penambahan 1 meter pada kedalaman elektroda yang ditanam, kedalaman antara 3-4 meter terdapat 28.57%, 4-5 meter 6.5%, 5-6 meter 30.48%, serta pada kedalaman antara 6-7 meter terjadi penurunan nilai tahanan sebesar 20%.

Setelah melakukan beberapa pengujian namun hasil diperoleh belum memenuhi standar yang ditentukan oleh pihak pengelola maka dilakukannya penambahan NaCl sebagai bahan untuk soil treatment. Adapun persentase penurunan nilai antara nilai awal dan setelah campurkan NaCl. Dapat dilihat dari table dibawah ini:

**Tabel 4.5** Selisih ditiap penambahan kedalaman.

| Kedalaman (Meter) | Nilai R ( $\Omega$ ) | Selisih Nilai R (%) |
|-------------------|----------------------|---------------------|
| 7                 | 0,89-0,90            | 68,2                |

*Keterangan : Nilai Awal : R = 2,80  $\Omega$  Kedalaman = 3 Meter*

Tabel diatas menunjukan selisih antara nilai awal dengan nilai akhir setelah ditambahkan NaCl menunjukan 68,2%.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari penenilitan penulis dapat merumuskan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan adanya memodifikasi elektroda yang lebih sederhana dan lebih murah mampu menghasilkan nilai tahanan yang kecil.
2. Memodifikasi kedalaman dalam penanaman batang elektroda untuk mendapatkan nilai yang lebih kecil.
3. Zat adiptif berupa NaCl adalah alternatif untuk mendaptkan nilai tahanan tanah kurang dari 1 ohm

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan pengalaman yang ditemui entah dari tingkat kerumitan serta kendala saat penelitian penulis dapat merumuskan saran agar nantinya ketika ada penelitian yang serupa dengan mudah melaksanakan penelitian sehingga efisiensi dalam pelaksanaan.

1. Perlu adanya pengkajian tentang nilai resistivitas tanah sehingga penentuan material dan penggunaan jenis pentanahan lebih cepat tanpa melakukan beberapa percobaan model elektroda.
2. Perlu dilakukan modifikasi lain dalam penggunaan elektroda sehingga mampu memberikan beberapa alternative elektroda bukan

hanya pipa galvanis, mengingat ukuran pipa yang panjang sulit untuk proses penanaman

3. Perlu dilakukan inovasi dalam penggunaan zat adiktif bukan hanya NaCl
4. Mengingat NaCl yang mudah larut dengan air sehingga ada potensi zat tersebut habis, sehingga perlu adanya perawatan, dari segi pengukuran yang berkala serta penambahan kembali NaCl pada wadah batang elektroda yang ditanam melalui bak kontrol.

Hasil dari penelitian, diharapkan menjadi acuan oleh PT. Swadharma Sarana Informatika dalam merancang sistem pentanahan se sebuah bangunan ATM ketika ada penambahan populasi ATM.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] SSI, “SSI By Telkom Indonesia.” 2020.
- [2] <https://elektronika-dasar.web.id/https://elektronika-dasar.web.id/>, “Nilai Resistensi yang Baik.” .
- [3] B. S. Nasional, “Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000),” *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2000, no. Puil, pp. 1–133, 2000.
- [4] A. T. Alvinno Nathaza Prasetyo<sup>1</sup>, Sapto Nisworo<sup>2</sup>, “PERENCANAAN SISTEM PENTANAHAN ALAT-ALAT MEDIS RUMAH SAKIT :,” no. 2017, 2021.
- [5] S. L. 2) Thamrin Siahaan 1), “Studi pembumian peralatan dan sistem instalasi listrik pada gedung kantor bictpt. pelindo i (persero) belawan,” vol. VIII, no. September, pp. 96–101, 2019.
- [6] J. Sumarno<sup>2</sup>), “Perencanaan Sistem Pentanahan Tenaga Listrik Terintegrasi Pada Bangunan,” vol. 1, no. 1, 2017.
- [7] M. T. Alawiy and O. Melfazen, “Simulasi Sistem Pentanahan Dengan Memodifikasi Konsentrasi Kadar Garam,” vol. 5, no. 2006, pp. 303–314, 2020.
- [8] T. Juniardi, R. Gianto, and M. I. Arsyad, “Analisis Penggunaan Bentonit Gypsum Dan Garam Sebagai Zat Aditif Untuk Soil Treatment Pada Sistem Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang,” *Univ. Tanjungpura*, 2021.
- [9] Jamaludin, “Petunjuk praktis perancangan pentanahan sistem tenaga listrik,” pp. 1–22, 2017.
- [10] U. B. Jovie Trias Agung N<sup>1</sup>, Drs. Ir. Moch. Dhofir, MT.<sup>2</sup>, Ir. Soemarwanto,

M.T.<sup>3</sup> <sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Elektro, <sup>2,3</sup>Dosen Teknik Elektro,  
 “PERANCANGAN SISTEM PENGETANAHAN PERALATAN DI  
 GARDU INDUK PLTU IPP (INDEPENDENT POWER PRODUCER)  
 KALTIM 3,” pp. 1–6.

- [11] Y. Ginting, P. Tamba, and U. D. Agung, “SISTEM PENTANAHAN PADA JARINGAN,” vol. VIII, no. September, pp. 81–86, 2019.
- [12] L. Aditya, “Jurnal Ilmiah Elektrokrisna Vol. 6 No.1 Oktober 2017,” vol. 6, no. 1, pp. 33–41, 2017.
- [13] D. Bina, S. Kompetensi, and D. A. N. Pelatihan, “Buku informasi memasang sistem pembumian ktl.ik02.108.01,” pp. 1–33, 2015.
- [14] O. Jamaaluddin, I. Anshory, and E. Agus, “Penentuan Kedalaman Elektroda pada Tanah Pasir dan Kerikil Kering Untuk Memperoleh Nilai Tahanan Pentanahan yang Baik ( Depth Determination of Electrode at Sand and Gravel Dry for Get The Good Of Earth Resistance ),” vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2015.
- [15] D. SUSWANTO, “BUKU SISTEM PENTANAHAN JARINGAN DISTRIBUSI BAB 10-HAL.167,” pp. 167–184.
- [16] H. Yuliadi and S. Hardi, “Analisis Perbandingan Tahanan Pentanahan Pada Elektroda Batang Dan Plat Untuk Perbaikan Nilai Resistansi Pembumian,” vol. 4, no. 1, pp. 68–74, 2021.
- [17] I. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, *IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems*, vol. 1991. 1974.

- [18] 2013 Budi Sanusi Abdurachman, “Perencanaan Dan Pembuatan Sistem Pentanahan Laboratorium Tegangan Tinggi Universitas Pendidikan Indonesia |,” 2013.
- [19] W. Zarniadi and E. Ervianto, “ANALISA TEGANGAN SENTUH DAN TEGANGAN LANGKAH DI GARDU INDUK 150 KV BATU BESAR MENGGUNAKAN,” vol. 6, pp. 2–7, 2019.
- [20] E. Van Riet, “Tahanan Pentanahan ( Earth Ground Resistance ) Earth / Ground Basics,” pp. 1–38.
- [21] W. Meifieftha, “Soil Treatment Terhadap Tahanan Pentanahan dengan Abu Cangkang Sawit,” pp. 318–324, 2020.

## LAMPIRAN



Penggalian Lubang



Penanaman Elektroda

## Elektroda



## Bak Kontrol





Pengukuran



PAPER NAME

**Skripsi.docx**

AUTHOR

**TRI NEVI SALINDEHO**

WORD COUNT

**5679 Words**

CHARACTER COUNT

**35583 Characters**

PAGE COUNT

**49 Pages**

FILE SIZE

**3.1MB**

SUBMISSION DATE

**Jun 9, 2022 12:34 PM GMT+8**

REPORT DATE

**Jun 9, 2022 12:35 PM GMT+8****● 10% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 10% Internet database
- 3% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 0% Submitted Works database

**● Excluded from Similarity Report**

- Bibliographic material
- Small Matches (Less than 25 words)

## 10% Overall Similarity

Top sources found in the following databases:

- 10% Internet database
- 3% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 0% Submitted Works database

### TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

|   |                                   |     |
|---|-----------------------------------|-----|
| 1 | <b>digilibadmin.unismuh.ac.id</b> | 3%  |
|   | Internet                          |     |
| 2 | <b>eprints.polsri.ac.id</b>       | 2%  |
|   | Internet                          |     |
| 3 | <b>core.ac.uk</b>                 | 1%  |
|   | Internet                          |     |
| 4 | <b>media.neliti.com</b>           | 1%  |
|   | Internet                          |     |
| 5 | <b>jurnal.untidar.ac.id</b>       | <1% |
|   | Internet                          |     |
| 6 | <b>jurnal.untan.ac.id</b>         | <1% |
|   | Internet                          |     |
| 7 | <b>docplayer.info</b>             | <1% |
|   | Internet                          |     |

## **Riwayat Hidup Penulis**



Tri Neviyanto Salindeho

Lahir di Boroko, 10 Mei 1997

Anak Keempat dari Pasangan

Ben oni salindeho & Meikei Ahmad

## **Riwayat Pendidikan**

Telah menyelesaikan pendidikan di :

- Sekolah Dasar Negeri 04 Boroko (2003-2009)
- Sekolah Menengah Pertama Negeri 01 Kaidipang (2009-2012)
- Sekolah Menengah Kejuruan 01 Kaidipang (2012-2015)
- Menyelesaikan Studi di Perguruan Tinggi Universitas Ichsan Gorontalo, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Jenjang Studi Strata Satu (S1), Gorontalo 2022