



Analisis Tahanan Pentanahan Pada Gedung Serba Guna di Batu Aji

Tugas Akhir

**Oleh:
Fathur Akmal Solihin (4232011011)**

**Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2024**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : “analisis tahanan pentanahan pada gedung serba guna di batu aji ” adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 24 juli 2024



Fathur Akmal Solihinin
NIM: 4232011011

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana terapan teknik(S.Tr.T.)

Disusun oleh:
Fathur Akmal Solihin (4232011011)

Tanggal Seminar: 9 juli 2024

Disetujui oleh :

Penguji I



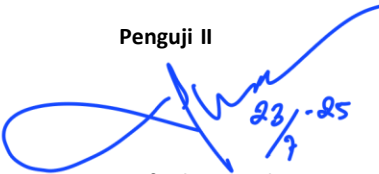
Yusiran S.Si, M.T
NIK:123294

Pembimbing



Handri Toar, S.ST., M.Tr.T
NIP: 113114

Penguji II



Arif Febriansyah Juwito, S.T., M.E
NIP:114127

Lembar Pengesahan Industri

Data laporan Tugas Akhir ini bebas dari plagiasi dan mendapat izin untuk disimpan, dikelola dan dipublikasikan untuk kepentingan akademik

Disusun Oleh: Fathur Akmal Solihin (4232011011)

Program Studi: D4 Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan: Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam

Judul Tugas Akhir: analisis tahanan pentanahan pada gedung serba guna di batu aji
Perusahaan: PT Karya Sosor Pasifik

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



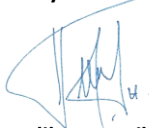
Handri Toar, S.ST.,M.Tr.T
NIK: 113114

Pembimbing Industri



Berkat des valentinus laia

Direktur
PT Karya Sosor Pasifik



Fredikson Hasibuan

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabaraktuh, saya ingin mengawali dengan ungkapan rasa syukur kepada Allah SWT atas keberhasilan dalam menyelesaikan tugas akhir berjudul "**analisis tahanan pentanahan pada gedung serba guna di batu aji.**"

Tugas akhir ini merupakan bagian dari persyaratan untuk meraih gelar sarjana terapan teknik (S.Tr.T) pada program studi D4 Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Batam. Oleh karena itu, dengan selesainya Tugas Akhir ini, saya ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan selama perjalanan penulisan tugas akhir ini:

1. Kedua orang tua saya, yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, nasihat, dan kesabaran yang luar biasa. Saya berharap dapat menjadi anak yang membanggakan bagi mereka.
2. Bapak Uuf Brajawidagda, ST., MT., Ph.D, selaku Direktur Politeknik Negeri Batam.
3. Bapak Dr.Budi Sugandi, S.T., M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam.
4. Bapak Fauzun Atabiq, S.T., M.Cs, selaku Ketua Program Studi Teknik Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi dan pembimbing dosen Tugas Akhir.
5. Bapak Muhammad Prihadi Eko Wahyudi, S.T., M.T, selaku Koordinator Magang Studi Teknik Rekayasa Pembangkit Energi di Politeknik Negeri Batam.
6. Bapak Handri Toar, S.ST.,M.Tr.T. selaku Dosen Wali yang memberikan dukungan.
7. Bapak Berkat des valentinus laia selaku pembimbing gedung aula serba guna batu aji yang telah memberikan arahan dan saran.
8. Kepada seluruh Tim Pemeliharaan di PT karya sosor pasifik yang telah berbagi ilmu dan membimbing saya selama magang.
9. Teman-teman magang yang memberikan masukan dan izin pengambilan data operasional.

Saya sadar bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Akhir kata, saya berharap laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca secara umum dan bagi saya pribadi. Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabaraktuh.

Batam, 24 Juli 2024

Fathur Akmal Solihin



Analisis Tahanan Pentanahan Pada Gedung Serba Guna di Batu Aji

Abstrak

Sistem pentanahan merupakan suatu cara untuk menyalurkan arus listrik yang terjadi akibat sambaran petir ke objek di dalam bangunan. Tujuannya, adalah untuk melindungi bangunan dari bahaya akibat sambaran petir dan memastikan bahwa peralatan listrik dan elektronika serta manusia terhubung ke elektroda yang ditanam di tanah melalui kawat atau kabel penghantar. seperti namanya, grounding adalah sambungan sistem kelistrikan, perangkat listrik, dan penutup logam ke tanah. Ia juga dikenal sebagai pentanahan, yaitu koneksi ke bumi. Tenaga sistem pentanahan sangat penting karena sebagian besar gangguan melibatkan tanah. Kemudian, memiliki peran mendasar dalam melindungi komponen-komponennya serta keselamatan bagi operator. sistem pentanahan mengacu pada batas nilai tegangan yang ditentukan ke bumi di setiap bagian sistem kelistrikan. Ini menghubungkan titik pembawa arus dari sistem kelistrikan ke tanah, yaitu netral transformator dan peralatan berputar serta saluran. Metode penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yaitu memanfaatkan data yang diperoleh untuk membuktikan atau menguji nilai besar tahanan sistem pentanahan, tegangan sentuh, arus gangguan singkat, kenaikan fasa sehat. Pengukuran pada penelitian ini dilakukan menggunakan alat ukur *Earth Tester*. Tujuan penelitian adalah untuk membuktikan atau menguji nilai besar tahanan sistem pentanahan, arus gangguan hubung singkat, kenaikan fasa sehat, dan tegangan sentuh pada gedung Serba Guna. Menurut standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020 untuk menghindari bahaya sambaran petir pada sebuah gedung dibutuhkan nilai resistansi petanahannya $< 5\Omega$. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai sistem pentanahan diantaranya jumlah batang elektroda yang ditanam, kedalaman menanam elektroda, jarak antar elektroda yang ditanam, kondisi jenis tanah dan ukuran batang elektroda. Pada pengukuran nilai tahanan grounding di Gedung serba guna di batu aji menggunakan elektroda batang dengan diameter 5/8.

Kata kunci: sistem pertanahan, elektroda tanah, keandalan dan keselamatan

Analysis of Grounding Resistance in Multi Purpose Buildings in Batu Aji

Abstract

The grounding system is a way to channel the electric current that occurs due to lightning strikes to objects in the building. The goal, however, is to protect buildings from the dangers of lightning strikes and ensure that electrical and electronic equipment as well as humans are connected to electrodes planted in the ground via wire or transmission cables. As the name suggests, grounding is the connection of electrical systems, electrical devices, and metal covers to the ground. It is also known as grounding, which is a connection to the earth. The power of the grounding system is very important because most of the disturbances involve the soil. Then, it has a fundamental role in protecting its components and safety for operators. The grounding system refers to the voltage value limit specified to the earth in each part of the electrical system. It connects the current-carrying points of the electrical system to the ground, i.e. the neutral transformer and rotating equipment and the conduit. This research method uses a quantitative method, namely utilizing the data obtained to prove or test the large value of grounding system resistance, contact voltage, short disturbance current, and healthy phase rise. The measurements in this study were carried out using the Earth Tester measuring instrument. The purpose of the study is to prove or test the large value of grounding system resistance, short-circuit fault current, healthy phase rise, and touch voltage in Multipurpose buildings. According to the 2020 General Requirements for Electrical Installation (PUIL) standard, to avoid the danger of lightning strikes in a building, a ground resistance value of $< 5\Omega$ is required. Several factors that affect the value of the grounding system include the number of electrode rods planted, the depth of planting electrodes, the distance between the electrodes planted, the condition of the soil type and the size of the electrode rods. In the measurement of grounding resistance value in a multipurpose building in Batu aji using a rod electrode with a diameter 5/8.

Keywords: ground system, ground electrode, reliability and safety

Daftar Isi

Sampul	
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	
Lembar Pengesahan	i
Lembar Pengesahan Industri	ii
Kata Pengantar	iii
Abstrak	iv
<i>Abstract</i>	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	ix
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan	3
Bab 2. Tinjauan Pustaka	4
2.1. grounding	4
2.2. Pentanahan	5
2.3. Jenis-Jenis Pentanahan	5
Bab 3. Metodologi Penelitian	7
3.1. tahapan penelitian	8
3.1.1. Studi Literatur	8
3.1.2. Observasi Lapangan	8
3.2. Tempat Penelitian	8
3.3. Alat Penelitian	9
3.4. langkah langkah pelaksanaan penelitian	9
3.5. Pengumpulan Data	10
3.5.1. Data Primer	10
3.5.2. Data Sekunder	10
3.5.3. Metode pengambilan data grounding	12
Bab 4. Pembahasan	13
4.1. Hasil Penelitian	13
4.1.1. pengukuran tahanan pentanahan di panel	13

4.1.2. pengukuran tahanan pentanahan dengan memvariasikan kedalaman elektroda.....	14
4.1.3. analisa perhitungan nilai tahanan pentanahan	15
4.1.4. perbandinagn nilai tahanan pentanahan di gedung serbaguna di batu aji	16
4.1.5. perhitungan besar tahanan pentanahan gedung serbaguna batu aji	18
4.1.6. perhitungan arus gangguan hubung singkat gedung serba guna	20
4.1.7. perhitungan tegangan phasa sehat	21
Bab 5. Kesimpulan dan saran	22
5.1. Kesimpulan	22
5.2 saran	22
Daftar Pustaka	23
Lampiran.....	24

Daftar Gambar

Gambar 1 diagram alir Sistem Tahanan Pentanahan	7
Gambar 2 tempat lokasi penelitian.....	8
Gambar 3 denah penangkal petir tampak samping	11
Gambar 4 rangkaian pada Earth Tester	12
Gambar 5 Pengambilan data pada Earth Tester.	12
Gambar 6 Pengukuran tahanan pentanahan	13
Gambar 7 nilai perhitungan pentanahan	18

Daftar Tabel

Tabel 1 alat penelitian	9
Tabel 2 hasil pengukuran tahanan pentanahan pada panel.....	13
Tabel 3 hasil pengukuran tahanan grounding	14
Tabel 4 Hasil Perhitungan grounding.....	15
Tabel 5 nilai tahanan jenis tanah.....	17
Tabel 6 hasil hitungan tahanan pentanahan.....	17
Tabel 7 hasil pengukuran gedung serbaguna	18

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan populasi yang pesat di Batam, termasuk Batu Aji, telah mendorong peningkatan kebutuhan akan fasilitas umum, seperti gedung serba guna. Gedung serba guna tersebut tidak hanya berfungsi sebagai pusat kegiatan komersial dan masyarakat, tetapi juga sebagai lokasi untuk pertemuan, acara, dan kegiatan sosial lainnya yang memerlukan pasokan listrik yang stabil dan memadai.

Keamanan dan kehandalan adalah suatu hal yang wajib dibutuhkan dalam melakukan rancangan bangun sistem tahanan pentanahan pada suatu bangunan guna melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir. Hal yang perlu diperhatikan dalam kehandalan beroperasinya sistem kelistrikan dan keamanan adalah Sistem Pentanahan. Sistem Pentanahan merupakan sistem keamanan terhadap peralatan-peralatan yang menggunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik terutama akibat sambaran petir.

Sistem pentanahan dipasang pada sebuah objek yang terdapat pada sistem kelistrikan. Sistem pentanahan terdiri dari dua cara pemasangan, yaitu sistem pentanahan yang dipasang pada bagian atas bangunan dan dipasang dengan cara ditanam dalam tanah dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku dengan menggunakan elektroda pentanahan yang terbuat dari bahan tembaga. Sistem pentanahan yang dipaasng pada bagian atas gedung disebut dengan penangkal atau penangkap petir yang terhubung dengan kawat/konduktor listrik ke elektroda yang ditanam dalam tanah. Faktor penyebab gangguan pada sistem listrik disebabkan oleh gangguan seperti petir. Sedangkan penyebab lainnya adalah gangguan internal misalnya kerusakan pada kawat atau kabel penghantar, kerusakan pada isolator, gangguan hubung singkat dan faktor manusia (*human error*).

Kelayakan sistem Pentanahan dapat dilihat dari resistansi yang terukur. Nilai pentanahan yang sesuai Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020 $< 5\Omega$. Suatu bangunan untuk menghindari bahaya sambaran petir membutuhkan nilai resistansi grounding $< 5\Omega$. Nilai 5Ω merupakan batas tertinggi resistansi yang terdapat di dalam PUIL 2020.

Semakin rendah nilai tahanan pentanahan maka kemampuan untuk mengalirkan arus lebih ke dalam tanah semakin tinggi sehingga arus gangguan tersebut tidak membahayakan bagi manusia dan juga merusak peralatan tenaga listrik. Nilai tahanan pentanahan sangat dipengaruhi oleh kedalaman elektroda

yang ditanam, jumlah elektroda, jarak antar elektroda, ukuran konduktor dan jenis tanah dimana elektroda tersebut ditanam.

1.1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Analisa Sistem Tahanan Pentanahan Pada Gedung Serba Guna di Batu Aji dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Menganalisa Sistem Tahanan Pentanahan pada gedung serba guna di Batu aji apakah sesuai acuan berdasarkan PUIL 2020?
2. Mengoreksi apa potensi resiko yang mungkin timbul jika sistem tahanan pentanahan tidak optimal atau tidak memenuhi standar PUIL 2020?

1.2. Tujuan

Tujuan dari rumusan masalah dalam dalam Analisa Sistem Tahanan Pentanahan Pada Gedung Serba Guna di Batu Aji adalah untuk mencapai beberapa hal berikut:

1. Menilai apakah sistem tahanan pentanahan pada gedung serba guna di Batu Aji sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam PUIL 2020.
2. Tujuan Mengoreksi potensi risiko yang mungking timbul jika sistem tahanan pentanahan tidak optimal atau tidak memenuhi standar PUIL 2020 adalah untuk memastikan keselamatan manusia dari sengatan listrik petir, menjaga keandalan sistem bahwa sistem listrik berfungsi dengan baik tanpa gangguan yang disebabkan oleh sistem tahanan pentanahan yang buruk.

1.3. Manfaat

Manfaat dari dalam Analisa Sistem Tahanan Pentanahan Pada Gedung Serba Guna diBatu Aji mencakup beberapa hal penting, antara lain:

1. Manfaat menguji Analisa Sistem tahanan pentanahan di gedung serba guna adalah untuk menjamin keamanan, mencegah kerusakan dan kecelakaan, serta memastikan kinerja optimal dan sesuai dengan standar PUIL 2020.
2. Mengoreksi dan memastikan sistem tahanan pentanahan yang optimal sesuai standar PUIL 2020 dan mengurangi risiko cedera atau kematian akibat sengatan listrik bagi pengguna gedung.

1.4. Batasan

Agar dalam pembahasan masalah skripsi ini tidak terlalu luas, maka penulis hanya membahas dalam Analisa Sistem Tahanan Pentanahan Pada Gedung Serba Guna di Batu Aji antara lain :

1. Keterbatasan dalam mengakses informasi dan hambatan dalam melakukan pengukuran di area yang aktif digunakan serta adanya kesalahan dalam pengukuran yang disebabkan oleh keterbatasan alat atau kondisi tanah.
2. Sistem tahanan pentanahan dapat dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang tidak optimal seperti hujan deras yang bisa merusak atau mengurangi efektivitas sistem tahanan pentanahan.

Dengan mempertimbangkan batasan-batasan ini, hasil analisa ini harus dilihat sebagai panduan awal yang perlu dievaluasi dan disesuaikan secara berkala sesuai dengan perkembangan kebutuhan dan kondisi aktual gedung serba guna.

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1 Grounding

Pentanahan (*grounding*) suatu bangunan adalah salah satu sistem proteksi, yaitu sistem yang menghubungkan instalasi listrik, beban-beban listrik, peralatan listrik, dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan komponen-komponen instalasi listrik, peralatan listrik dan manusia dari bahaya tegangan/arus berlebih yang disebabkan oleh adanya sambaran petir. Saat terjadi konsleting, listrik langsung dihantarkan ke bumi atau tanah oleh sistem pembumian *grounding system* sehingga dapat mencegah kerusakan peralatan listrik akibat adanya tegangan berlebih.

Setiap gedung yang memiliki instalasi listrik baik untuk penerangan serta labor komputer dan perangkat elektronik harus memiliki dan terkoneksi dengan sistem pembumian. Tujuan sistem pentanahan adalah untuk melindungi bangunan dari bahaya kebakaran akibat sambaran petir dan memastikan bahwa peralatan listrik dan elektronika serta manusia terhubung ke elektroda yang ditanam di tanah melalui kawat atau kabel penghantar. Menurut standar persyaratan umum instalasi listrik (PUIL) 2020 untuk menghindari bahaya sambaran petir pada sebuah gedung dibutuhkan nilai resistansi petanahannya $< 5\Omega$. Kemampuan sistem pentanahan mengalirkan arus listrik kedalam tanah dipengaruhi oleh nilai resistansi tanah, kemampuan mengalirkan arus lebih ke bumi semakin besar apabila nilai resistansi pentanahn kecil sehingga arus gangguan tersebut tidak merusak peralatan tenaga listrik dan tidak membahayakan bagi manusia. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai resistansi sistem pentanahan diantaranya jumlah batang elektroda yang ditanam, kedalaman menanam elektroda, jarak antar elektroda yang ditanam, kondisi jenis tanah dan ukuran batang elektroda. Berbagai penelitian yang berhubungan dengan sistem pentanahan telah dilakukan, misalnya penelitian tentang Analisis Sistem Tahanan Pentanahan di gedung serba guna batu aji.

Keamanan dan kehandalan adalah suatu hal yang wajib dibutuhkan dalam melakukan rancang bangun instalasi sistem tenaga listrik pada suatu bangunan guna melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir. Hal yang perlu diperhatikan dalam kehandalan beroperasinya sistem kelistrikan dan keamanan adalah Sitem Pentanahan.

Bahan konduktor untuk sistem grounding banyak digunakan material tembaga, karena bahan ini sebagai material konduktor yang sangat baik seerta ketahanan lebih terhadap korosi. Batang konduktor tembaga dengan diameter 12mm adalah spesifikasi minimum yang diperlukan sistem *grounding*. Sistem Pentanahan merupakan sistem keamanan terhadap peralatan- peralatan yang menggunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik terutama akibat sambaran petir. Sistem

Pentanahan dideskripsikan sebagai hubungan antara suatu peralatan listrik dengan bumi. Kelayakan sistem Pentanahan dapat dilihat dari resistansi yang terukur. Nilai pentanahan yang sesuai Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2020 $< 5\Omega$. Suatu bangunan untuk menghindari bahaya sambaran petir membutuhkan nilai resistansi grounding $< 5\Omega$. Nilai 5Ω merupakan batas tertinggi resistansi pembumian yang masih bisa ditoleransi. Hal ini diatur dalam PUIL 2020. Semakin rendah nilai tahanan pentanahan maka kemampuan untuk mengalirkan arus lebih ke dalam tanah semakin tinggi sehingga arus gangguan tersebut tidak membahayakan bagi manusia dan juga merusak peralatan tenaga listrik.

2.2 Pentanahan

Pentanahan merupakan salah satu faktor kunci dalam usaha pengamanan (perlindungan) instalasi listrik. Agar sistem pentanahan dapat bekerja dengan efektif, sistem pentanahan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personil dan peralatan, menggunakan rangkaian yang efektif.
2. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (surge current).
3. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk menyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
4. Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanan. Sistem pentanahan yang baik akan memberikan keandalan pada sistem tenaga listrik, disamping keamanan ang terjaga pada sistem tenaga listrik juga peralatan lain yang mendukungnya.

2.3 Jenis Jenis Pentanahan

1. Elektroda Batang Elektroda bentuk batang ini adalah elektroda berbentuk pipa atau batang profil atau logam lain yang ditanamkan tegak lurus ke dalam tanah dengan kedalaman antara 1 sampai 10 meter. Pentanahan ini paling banyak digunakan, karena mempunyai banyak keuntungan apabila dibandingkan dengan menggunakan elektroda lainnya. Adapun keuntungan tersebut adalah harga elektroda ini cukup murah dan mudah didapat, pemasangannya mudah dan tidak memerlukan tempat yang luas. Apabila ditanam sampai pada kedalaman air tanah dengan maksud supaya tahanan pentanahan menjadi rendah. Apabila tahanan dari sebuah elektroda belum cukup rendah, disekitar elektroda yang pertama dapat dipasang elektroda lain yang kemudian dihubungkan secara paralel untuk

mendapatkan tahanan pentanahan yang lebih rendah. Makin panjang elektroda batang ditanam dalam tanah, maka tahanan kontakannya terhadap tanah akan semakin kecil karena menurunnya tahanan jenis tanah dan bertambahnya luas permukaan tanah yang terkena elektroda.

2. Elektroda pita Elektroda pita adalah elektroda yang dibuat dari penghantar berbentuk pita atau berpenampang bulat atau penghantar pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Elektroda ini dapat ditanam secara dangkal pada kedalaman 0,5 sampai 1,0 meter dari permukaan tanah, dan tergantung dari kondisi dan jenis tanah. Elektroda jenis ini sering digunakan pada tempat-tempat yang mempunyai tahanan jenis tinggi, terutama pada tanah yang banyak mengandung batu-batu sejajar dengan permukaan tanah dan elektroda tersebut dihubungkan satu dengan lainnya sehingga membentuk beberapa jaringan.

3. Elektroda Plat Elektroda plat adalah elektroda dari plat logam. Pada pemasangannya elektroda ini dapat ditanam tegak lurus atau mendatar tergantung dari tujuan penggunaannya. Bila digunakan sebagai elektroda pembumian pengaman maka cara pemasangannya adalah tegak lurus dengan kedalaman kira-kira 1 meter di bawah permukaan tanah dihitung dari sisi plat sebelah atas. Bila digunakan sebagai elektroda pengatur yaitu mengatur kecuraman gradien tegangan guna menghindari tegangan langkah yang besar dan berbahaya, maka elektroda plat tersebut ditanam mendatar. Pentanahan hantaran netral dengan menggunakan elektroda pelat sudah jarang dipakai karena tidak menguntungkan, sebab harganya terlalu mahal, mudah berkarat dan juga kurang praktis, dimana waktu pengecekan harus digali lobang terlebih dahulu.

Bab 3. Metodologi Penelitian

3.1. Tahapan Penelitian

Berikut merupakan alur penelitian dari Analisa Sistem Grounding Pada Gedung Serba Guna di Batu Aji yang ditunjukkan pada Gambar .



Gambar 1. Diagram Alir Sistem Tahanan Pentanahan

Berdasarkan Diagram Alir pada Gambar 10 berikut penjelasan metodologi penelitian yang penulis gunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan bahan penelitian dan teori yang relevan mengenai penelitian yang akan dilaksanakan. Dengan tujuan untuk mencari dan mengumpulkan data-data penelitian yang relevan dengan penelitian pada Tugas Akhir ini. Mengkaji penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik grounding gedung. Standar dan Regulasi Mengidentifikasi standar dan regulasi yang berlaku, seperti SNI (Standar Nasional Indonesia) atau peraturan lainnya yang berhubungan dengan instalasi listrik.

3.1.2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan merupakan suatu teknik pengamatan dan pengumpulan data informasi yang diperlukan dengan cara melihat langsung keadaan lapangan atau objek yang diteliti. Observasi lapangan pada penelitian ini dilakukan di gedung serba guna batu aji Batam. Untuk melengkapi data-data yang diperlukan selama observasi, dilakukan juga wawancara atau tanya jawab dengan beberapa surveyor proyek dan foreman yang bekerja disana.

3.2. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dan dilaksanakan di gedung serbaguna belakang SPBU Merapi Subur, Kecamatan Batu Aji, Kota Batam, Kepulauan Riau.



Gambar 2. Tempat Lokasi Penelitian

3.3. Alat Penelitian

Instrument utama dalam penelitian kualitatif adalah peneliti sendiri, dikarenakan peneliti sebagai alat yang dapat menyesuaikan diri terhadap semua aspek keadaan dan dapat mengumpulkan aneka ragam bentuk data. Sehingga jenis-jenis alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat seperti di bawah ini :

no	Nama alat / bahan	Jumlah	satuan
1	Earth tester	1	Unit
2	Elektroda utama	1	Unit
3	Elektroda bantu	2	Unit
4	Kabel hitam	9	Meter
5	Kabel kuning	20	Meter
6	Kabel merah	20	Meter
7	Palu	1	Unit
8	Meteran	1	Unit
9	Tang buaya	1	Unit

Tabel 1. Alat penelitian

3.4. Langkah Langkah Pelaksanaan Penelitian

Langkah- langkah yang kita lakukan dalam melakukan pengukuran adalah :

1. Siapkan *Earth Tester* digital dan elektroda bantu.
2. Tancapkan 2 buah besi T dengan jarak minimal 5 meter.
3. Hubungkan kabel hijau ke kabel grounding menggunakan penjepit *Earth Tester*.
4. Sambungkan kabel kuning ke besi T pertama yang jaraknya minimal 5 meter dari kabel hijau.
5. Hubungkan kabel merah dengan besi T kedua.
6. Nyalakan *switch* pada *Earth Tester*.
7. Tentukan *range selector* misalnya 20 *ohm*.

Karena grounding yang baik itu kalau bisa di bawah 1 ohm, apabila kurang 1 ohm perlu dipertahankan, dan apabila diatas satu ohm berarti kurang bagus

dan perlu pendalam batangan tembaga yang dimasukkan kedalam tanah untuk mencapai kandungan air di bawah tanah.

3.5. Pengumpulan Data

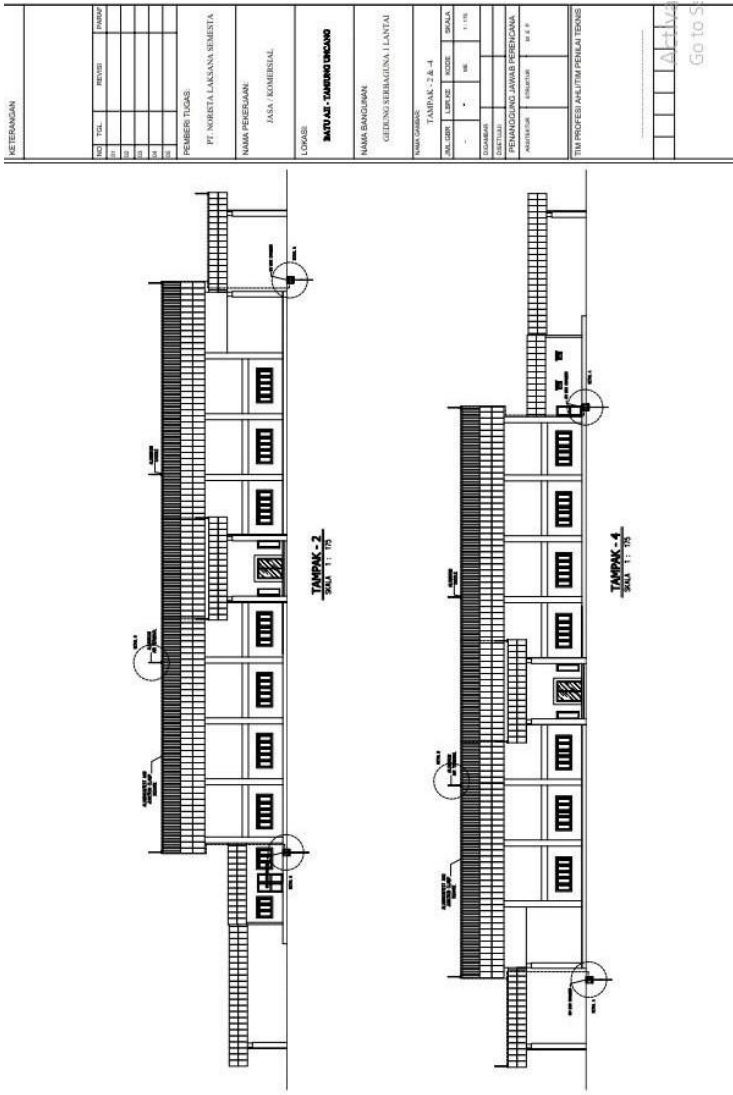
Data-data yang diperlukan pada penelitian ini berfungsi sebagai data pendukung untuk menghitung beberapa parameter yang di analisis pada penelitian Analisa Sistem Grounding Pada Gedung Serba Guna di Batu Aji.

3.5.1. Data primer

- a. Untuk perolehan data primer, proses pengumpulan datanya dilakukan dengan cara melihat langsung serta melakukan pengujian/pengukuran oleh peneliti bersama pihak yang bertanggungjawab dalam instansi tersebut.
- b. Observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mengamati dan melakukan pencatatan secara langsung terhadap unsur-unsur yang berkaitan dengan penelitian, yaitu dengan melihat dan menagamati secara langsung keadaan di lapangan agar peneliti dapat memperoleh gambaran yang bagus dan luas tentang permasalahan yang sedang di teliti.
- c. Wawancara merupakan suatu proses yang dilakukan langsung dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan atau melakukan tanya jawab atau dialog secara lisan antara peneliti dengan responden peneliti. Wawancara yang digunakan dalam penelitian ini merupakan wawancara terstruktur yaitu jenis wawancara yang disusun oleh peneliti secara terperinci.
- d. Dokumentasi merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara. Studi dokumentasi yaitu mengumpulkan dokumen dan data data yang diperlukan dalam permasalahan penelitian kemudian ditelaah secara mendalam sehingga dapat mendukung dan menambah kepercayaan dan pembuktian suatu kejadian.

3.5.2. Data sekunder

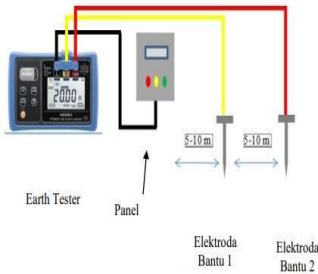
Untuk perolehan data sekunder dilakukan dengan cara membaca literatur, yaitu perolehan informasi berupa buku, jurnal ilmiah, skripsi internet, web dan lain sebagainya yang relevan untuk memperoleh informasi yang akurat mengenai objek yang sedang diteliti. di bawah ini merupakan contoh autocad gedung serbaguna di batu aji. Gambar 3



Gambar 3. Denah penangkal petir tampak samping

Dari gambar 3 menjelaskan denah penangkal petir tampak samping gedung. Terdapat 4 batang elektroda, 2 batang elektroda dikanan dan 2 elektroda dikiri. Dan masing masing kedalaman nya 0,5m

3.5.3. Metode pengambilan data grounding



Gambar 4. Rangkaian pada *Earth Tester*



Gambar 5. Proses pengambilan nilai data menggunakan *Earth Tester*

Disebut pengukuran tiga titik karena terdapat 3 terminal pada alat ukur Earth Resistance Tester. Terminal E (Earth) dihubungkan dengan elektroda elektroda pentanahan, Terminal P (Potential) ke elektroda bantu 1 dengan jarak 5-10 m dari elektroda pentanahan dan Terminal C (Current) ke elektroda bantu 2 dengan jarak 5-10 m dari elektroda bantu 1. Proses pengambilan nilai data menggunakan *Earth Tester* pada gedung serba guna terdapat pada Gambar 6.

BAB 4. Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini mendeskripsikan Analisa Sistem Grounding Pada Gedung Serba Guna di Batu Aji. Pada penelitian ini data analisa grounding pada gedung yang diambil merupakan data dari pengukuran tahanan pentanahan di panel.

4.1.1. Pengukuran tahanan pentanahan di panel

Pengukuran tahanan grounding dilakukan menggunakan metode tiga titik. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan satu buah elektroda utama dan dua buah elektroda bantu dengan panjang 30cm.

Ada tiga buah kabel penghubung yang digunakan yaitu kabel berwarna hitam sebagai penghubung ke box panel, kabel warna kuning sebagai penghubung ke elektroda bantu 1 dan kabel warna merah sebagai penghubung ke elektroda bantu 2 pada earth tester. Jarak antar elektroda adalah 5 meter dan dilakukan 5 kali percobaan pada titik yang berbeda. Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran tahanan pentanahan :



Gambar 6. Pengukuran Tahanan Pentanahan

Percobaan	Nilai
1	0,45 Ω
2	0,54 Ω
3	0,47 Ω
4	0,52 Ω
5	0,56 Ω
Rata – rata	2,092 Ω

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Gedung serba guna

Dari tabel 2 dilakukan beberapa kali percobaan pengukuran tahanan pentanahan mendapatkan hasil yang berbeda. Percobaan yang pertama mendapatkan hasil nilai 0,45Ω, percobaan kedua mendapatkan hasil nilai 0,54Ω, percobaan ketiga mendapatkan hasil nilai 0,47Ω, percobaan keempat mendapatkan hasil 0,53Ω, dan percobaan kelima mendapatkan hasil nilai 0,56 Ω. Dari lima kali percobaan mendapatkan hasil yang sesuai dengan standar PUIL yaitu < 5Ω. Akan tetapi pada hasil pengukuran terdapat hasil rata-rata yaitu 2,092Ω. Dimana pada saat pengukuran digedung kontur tanah yang berbatu kecil. Hal ini yang menyebabkan nilai hasil pengukuran tahanan grounding di gedung memiliki nilai yang berbeda. Untuk lebih mengetahui hasil nilai tahanan pentanahan, dilakukan analisis perhitungan dengan rumus persamaan, dengan jenis tanah rawa dan diameter 5/8 inci atau 0,0158 meter

4.1.2. Pengukuran Tahanan Pentanahan dengan memvariasikan kedalaman elektroda.

Pengukuran tahanan grounding dengan memvariasikan kedalaman elektroda di gedung serba guna di batu aji ditunjukkan pada tabel 3 di bawah ini :

No	Kedalaman [M]	Ketahanan [Ω]
1	0,5	27,5
2	1	16,21
3	1,5	12,32

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tahanan Grounding

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan nilai tahanan yang didapatkan belum sesuai standar diinginkan yaitu ≤ 1Ω selanjutnya dilakukan analisa dan perhitungan untuk mendapatkan nilai tahanan yang ≤ 1Ω. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus pada persamaan.

$$R = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L} \left[\ln \frac{4L}{a} - 1 \right]$$

Dimana :

R = Tahanan grounding

(Ω) ρ = Tahanan jenis tanah (Ω-M)

L = Kedalaman tanah (M)

a = Ukuran diameter elektroda (m)

4.1.3. Analisa Perhitungan Nilai Tahanan Pentanahan.

Pada pengukuran nilai tahanan grounding di Gedung serba guna batu aji menggunakan elektroda batang dengan diameter 5/8 inch atau 0,0158 m. Pada pengukuran tersebut didapatkan nilai hasil pentanahannya sebesar 27,5 ohm dengan kedalaman elektroda 0,5 meter dan pada kedalaman 1 meter didapatkan nilai pentanahan sebesar 16,21 ohm. Maka didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

No	L = kedalaman tanah	R = nilai tahanan grounding
1	1 M	16,21 Ω
2	2 M	9,36 Ω
3	4 M	5,29 Ω
4	6 M	4,37 Ω
5	8 M	2,95 Ω

Tabel 4. Hasil Perhitungan Grounding

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4, pada kedalaman 8 meter didapatkan nilai pentanahan sebesar 2,95 ohm. Nilai ini belum sesuai dengan ketentuan pada PUIL 2020 yaitu $< 1\Omega$. Penurunan tahanan pentanahan maksimal dapat diperoleh dengan memparalel elektroda batang pentanahan dengan jarak minimal antar batang melebihi dari panjang satu elektroda batang pentanahan. Nilai tahanan pentanahan paralel dapat dihitung menggunakan persamaan. jika memparalel elektroda batang sebanyak 3 buah, maka diperoleh nilai tahanan pentanahan adalah :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$

Untuk nilai 2,95 ohm, maka di peroleh :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2,95} + \frac{1}{2,95} + \frac{1}{2,95}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{3}{2,95}$$

$$R = \frac{2,95}{3} \quad R = 0,97 \Omega$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai yang sudah memenuhi ketentuan PUIL 2020 yaitu $< 5\Omega$.

4.1.4. perbandingan nilai tahanan pentanahan di gedung serba guna di batu aji

Untuk menghindari timbulnya kecelakaan atau kerugian akibat sambaran petir, maka diadakan usaha pemasangan instalasi penangkal petir pada bangunan akibat sambaran petir ini akan mengakibatkan ke langsung objek tersambar. Dengan adanya instalasi penangkal petir, maka diharapkan sambaran petir dapat dikendalikan melalui instalasi penangkal petir yang diteruskan kebumi tanpa merusak benda disekitarnya.

Tahanan pentanahan harus sekecil mungkin untuk menghindari bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh adanya arus gangguan tanah. Nilai standar mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik atau PUIL 2020 (peraturan yang sesuai dan berlaku hingga saat ini) yaitu kurang dari atau sama dengan 5 (lima) ohm. Dijelaskan bahwa nilai sebesar 5 ohm merupakan nilai maksimal atau batas tertinggi dari hasil resistan pembumian (grounding) yang masih bisa ditoleransi. Nilai yang berada pada range 0 ohm - 5 ohm adalah nilai aman dari suatu instalasi pembumian grounding. Nilai tersebut berlaku untuk seluruh sistem dan instalasi yang terdapat pembumian (grounding) di dalamnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi besar tahanan pentanahan adalah : Bentuk Elektroda.

Untuk melakukan analisis perhitungan menggunakan persamaan di atas untuk mengetahui nilai pentahanan yang sesuai standar yaitu $< 1 \Omega$.

$$R = \frac{\rho}{2\pi\pi xL} \left[\ln \frac{4L}{a} - 1 \right]$$

Dimana :

R = Tahanan grounding

(Ω) ρ = Tahanan jenis tanah (Ω -M)

L = Kedalaman tanah (M)

a = Ukuran diameter elektroda (m)

No	Jenis tanah	Tahanan jenis tanah (Ωm)
1	Tanah rawa	10-30
2	Tanah liat	100
3	Pasir basah	200
4	Kerikil basah	500
5	Pasir / kerikil kering	1000
6	Tanah berbatu	3000

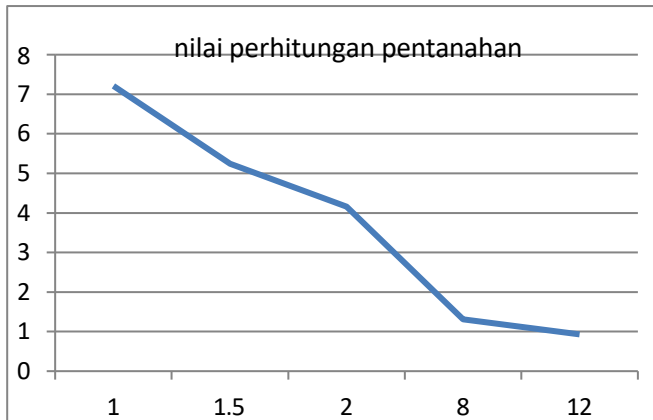
Tabel 5. Nilai tahanan jenis tanah

No	Kedalaman	Nilai R
1	1	7,21
2	1,5	5,24
3	2	4,16
4	8	1,31
5	12	0,93

Tabel 6. Hasil hitungan tahanan pentanahan

Berdasarkan hasil perhitungan sistem pentanahan untuk instalasi listrik yaitu $\leq 5 \Omega$ dibutuhkan kedalaman 2 m sedangkan untuk sistem pentanahan pada peralatan elektronik dan jaringan yaitu $\leq 1 \Omega$ dibutuhkan kedalaman 12 m.

Gambar 7 di bawah menunjukkan pengaruh kedalaman elektroda cukup besar terhadap nilai tahanan grounding disamping pengaruh tahanan jenis tanah. Maka dapat disimpulkan bahwa Semakin dalam elektroda yang ditanam maka semakin kecil pula nilai tahanan pentanahannya.



Gambar 7. Nilai perhitungan pentanahan

No	Uraian	Gedung Serbaguna
1	Beban phasa R	4,66
2	Beban phasa S	6,98
3	Beban phasa T	7,12
4	Beban netral	1,45
5	Tegangan phasa R	222
6	Tegangan phasa S	234
7	Tegangan phasa T	219
8	Pentanahan titik netral	30
9	Pentanahan peralatan	25
10	Tahanan jenis tanah	10-30

Tabel 7. Hasil pengukuran gedung serbaguna

4.1.5 Perhitungan Besar Tahanan Pentanahan Gedung Serba Guna Batu Aji

Untuk mencari nilai tahanan pentanahan netral dalam satuan per-unit (p.u) sesuai dengan rumus , dengan impedansi sebesar 12,6 % atau 0,126 :

$$I_{base} = \frac{MVA}{\sqrt{3} \times kV}$$

$$= \frac{0,315}{\sqrt{3} \times 0,38 \text{ kV}}$$

$$I_{base} = 47,92 \text{ Amper}$$

Impedansi dasar Z_{base} berdasarkan rumus:

$$Z_{base} = \frac{kV_{base}^2}{MVA_{base}}$$

$$= \frac{(0,38)^2 \text{ kV}}{315 \text{ kVA}} = 0,046 \Omega$$

a. Pentanahan peralatan pada gedung serbaguna

$$R = \frac{\rho}{g} \sqrt{\frac{\pi}{4}}$$

$$= \frac{10}{4} \sqrt{\frac{5}{4}}$$

$$= 2,795 \Omega$$

b. Pentanahan titik netral pada gedung serbaguna

$$3 R_N = \frac{3}{-j 0,461} - 0,461$$

$$= 3,035$$

$$R_N = \frac{3,035}{3} = 1,011 \text{ pu}$$

Maka

$$\begin{aligned}R_N &= R_N \text{ pu} \times Z_{base} \\ &= 1,011 \times 0,046 \\ &= 0,0465 \Omega\end{aligned}$$

4.1.6 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Gedung Serbaguna

$$\begin{aligned}I_{f1\phi(L-G)} &= \frac{3E_a}{z1 + z2 + z0 + 3R_n} \\ &= \frac{3}{j0,126 + j0,126 + j0,126 + 3(41)} \\ &= \frac{3}{\sqrt{(0,376)^2 + (123)^2}}\end{aligned}$$

analisa sistem pentanahan gedung serbaguna...

$$\begin{aligned}&= \frac{3}{\sqrt{0,1414 + 15129}} \\ &= \frac{3}{123} = 0,024 \text{ Amper}\end{aligned}$$

Maka

$$\begin{aligned}I_{f1\phi(L-G)} &= I_f \times I_{base} \\ &= 0,024 \times 47,92 \Omega\end{aligned}$$

$$I_{f1\phi(L-G)} = 1,15 \Omega$$

4.1.7 Perhitungan Tegangan Phasa Sehat

Sambungan netral diketanahkan tanpa impedansi pada Gedung Pascasarjana juga bisa berguna untuk membatasi atau mencegah naiknya tegangan phasa yang sehat, seandainya terjadi gangguan salah satu phasa, misal hubung singkat ke tanah. Besar kenaikan tegangan saluran jaringan ke netral menjadi sebesar 3 tegangan phasa andai kata tanpa adanya sambungan netral dan tanpa impedansi ke tanah. Perhitungan kenaikan tegangan pada phasa sehat di hitung menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}\Delta &= -0,38 \text{ kV} \left[\frac{K-1}{K+2} \right] \\ &= -0,38 \left[\frac{47,92-1}{47,92+2} \right] \\ &= -0,38 \left[\frac{46,92}{49,92} \right] \\ &= -0,38 (0,9399) \\ &= -0,3572 \Omega\end{aligned}$$

Besar kenaikan tegangan phasa sehat diperoleh sebesar -0,3372 kV, maka tegangan pada titik netral adalah :

$$V_B = V_C = E_{ph} + \Delta$$

$$\begin{aligned}&= \sqrt{(0,38)^2 + (-0,3572)^2 - 2(0,38)(-0,3572) \cos 80} \\ &= \sqrt{0,144 + 0,1296 + 0,2736 \times 0,174} \\ &= \sqrt{0,095} \\ V_B = V_C &= 0,308 \text{ kV ke netral} \\ V_B = V_C &= 308 \text{ Volt ke netral}\end{aligned}$$

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perhitungan sistem tahanan pentanahan pada gedung serba guna di batu aji. Dari hasil penelitian ini disimpulkan dapat disimpulkan bahwa :

Berdasarkan penelitian yang dilakukan diperoleh nilai tahanan pentanahan di Gedung Serba Guna di Batu Aji menggunakan elektroda batang dengan diameter 5/8 inch atau 0,0158 m sebesar 27,5 ohm dengan kedalaman elektroda 0,5 meter dan pada kedalaman 1 meter didapatkan nilai pentanahan sebesar 16,21 ohm. Rekomendasi pemasangan sistem grounding dengan metode multirod dapat digunakan pada Gedung Serba Guna di Batu Aji, yaitu memparalel tiga buah elektroda pada kedalaman 8 meter diperoleh nilai tahanan pentanahan 0,97 ohm.

Adapun analisis ini berguna untuk melindungi Subjek sekitar khususnya wilayah sekitar bangunan serba guna Di Batu Aji, karena sejumlah kecil arus yang beredar melalui tubuh dapat menyebabkan kerusakan besar atau kematian.

Peralatan pentanahan menghubungkan semua bagian logam yang tidak mengalirkan arus dari sistem perkabelan atau peralatan ke tanah. Contohnya termasuk kabinet peralatan servis, rangka trafo dan motor, saluran dan kotak logam, pelindung logam dari kabel berpelindung, tiang, menara, dan banyak lagi.

Peralatan pentanahan membatasi tegangan antara bagian-bagian yang tidak mengalirkan arus dan antara bagian-bagian ini dan bumi ke nilai yang aman, sehingga meningkatkan perlindungan. Ini juga memungkinkan penyelesaian kesalahan dengan cepat. Selain itu, untuk melindungi manusia dan hewan di sekitarnya, pembangkit listrik dan gardu induk dibangun di atas landasan. Praktik ini meminimalkan potensi sengatan/konsleting listrik.

5.2 Saran

Saran Dalam pembahasan ini ialah dengan perhitungan tahanan pentanahan yang baik pun tidak menutupi akan resiko musibah yang akan terjadi dikemudian hari ,musibah kegagalan bangunan tidak hanya bersumber dari kelistrikkannya saja tapi juga yang lainnya,dengan ini dalam halnya melaksanakan pekerjaan diharapkan perlu memperhatikan masalah safety atau alat pelindung diri, ketika bekerja juga harus dalam konsentrasi yang baik agar tidak menjadi kecelakaan kerja, mengingat peralatan yang ada disekitar tempat pemasangan dan pengukuran pembumian yang telah dilakukan sangat berbahaya dan sebagian besar berada dalam kondisi dalam pengeerjaan proyek yang sedang berlangsung.

Daftar Pustaka

- 1] Austin, D. (2021, september 27). Grounding: Understanding the Essentials for Building the Foundation of a Structure's Electrical System. p. 2.
- [2] Bambang Anggoro, N. I. (2007). The Physical Treatment Soil Characteristics for Grounding Systems on Madiun and Surabaya Region. *ITB*.
- [3] Bangun Krishna, T. H. (2022). PERBAIKAN SISTEM PENTANAHAN PADA GEDUNG LISTRIK POLITEKNIK NEGERI SEMARANG . *UGM*, 9.
- [4] Benny Oktrialdi, P. H. (2022). SISTEM PENTANAHAN BERDASARKAN PERBEDAAN LAPISAN UNTUK DIAPLIKASIKAN PADA GARDU INDUK . *Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UMSU*, 9.
- [5] Comparative Analysis of Earthing Resistance on Rod and Plate electrodes for improvement of earthing resistance values . (2022). *university of prima indonesia* , 41-49.
- [6] elektro, t. (2016). SISTEM PENTANAHAN /GROUNDING -PENGUKURAN TAHANAN. *UMC*, 16.
- [7] hardi, s. (2022). Design grounding grid resistance of substation for two soil. *universitas sumatera utara* , 11.
- [8] I Wayan Jondra, I. N. (2021). The Feasibility of Electrical Safety Grounding Tool for Medium voltage distribution . *politeknik negeri bali* , 7.
- [9] Ir. Jamaaluddin, M. (2017). PETUNJUK PRAKTIS PERANCANGAN PENTANAHAN SISTEM TENAGA LISTRIK . *umsida* (p. 22). sidoarjo: umsida.ac.id.
- [10] Ni Made Karmkiathi, P. M. (2023). The grounding resistance improvement of the distribution substation using multiple rods and wood charcoal as soil treatment. *politeknik negeri bali*, 33-41.

Lampiran



Gambar 1 . Wawancara



Gambar 2. Lokasi penelitian



Gambar 3. Observasi



Gambar 4. Pendataan



Gambar 5. Wawancara



Gambar 6. Laptop media penelitian



Gambar 7. Earth Tester



Gambar 8. Kabel merah, kuning, hijau



Gambar 9. Meteran



Gambar 10. Tang Buaya