



**Analisis Pembumian Penyalur Petir pada Sistem
Pembangkit Tegangan Menengah Pada Proyek
PT. Lancang Kuning Sukses**

Tugas Akhir

**Oleh:
Denni Solona Situmorang (4232111006)**

**Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2025**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : **"Analisis Pembumian Penyalur petir Pada Sistem Pembangkit Tegangan Pada Proyek PT. Lancang Kuning Sukses"**, 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, 8 Januari 2025



Denni Solona Situmorang
NIM: 4232111006

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)
di
Politeknik Negeri Batam

Oleh:
Denni Solona Situmorang (4232111006)

Tanggal Sidang: 8, Januari 2025

Disetujui oleh :

Dosen Penguji I




Ridwan, S.ST., M.Tr.T
NIK:113113

Dosen Pembimbing



Lalu Kaiser Wisnu Kita, S.T., M.Sc.
NIK:123290

Dosen Penguji II



Ir. Fauziah Atabiq, S.T., M.Cs
NIK:110073

Lembar Pengesahan Industri

Lembar Pengesahan Industri

Tugas Akhir ini mendapatkan izin untuk disimpan dan dikelola untuk kepentingan akademik di Politeknik Negeri Batam

Disusun Oleh: Denni Solona Situmorang
Program Studi: Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan: Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam

Judul Tugas Akhir: Analisis Pembumian Penyalur Petir Pada Sistem Pembangkit Tegangan Menengah Pada Proyek PT. Lancang Kuning Sukses

Perusahaan: PT.Lancang Kuning Sukses

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

Pembimbing Industri


Lalu Kaisar Wisnu Kita, S.T., M.Sc.
NIK: 123290


Sumarsono
NIK: 1612067

HR Executive corporate



Ramziya Zikra, M.Psi, Psikolog
NIK: 22111094

Analisis Pembumian Penyalur Petir pada Sistem Pembangkit Tegangan Menengah Pada Proyek PT. Lancang Kuning Sukses

Abstrak

Sistem pembumian atau yang dikenal dengan *grounding system* merupakan salah satu bagian yang penting pada sistem tenaga listrikan. Nilai pembumian yang terukur menjadi suatu indikator pada kondisi suatu sistem pembumian. Pada sistem Pembumian batas tertinggi yang dianjurkan pada PUIL 2011 ialah $<5 \Omega$. Pada proyek PT. Lancang Kuning Sukses yaitu pemasangan pembumian penyalur petir pada suatu pembangkit Listrik tegangan menengah. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi sistem pembumian pada pembangkit listrik tegangan menengah pada proyek PT. Lancang Kuning Sukses apakah sudah sesuai memenuhi standar regulasi atau tidak. Pembumian ini bertujuan agar dapat melindungi komponen-komponen dari sambaran petir secara langsung dan dapat mengalirkan arus dari sambaran petir ke dalam tanah dengan baik. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah menggunakan pengukuran secara langsung dan perhitungan pada jumlah elektroda batang yang ditanam dan di paralelkan. Dari pengamatan yang telah dilakukan jenis tanah di area yang ditentukan ialah tanah ladang dengan nilai resistansinya sebesar $59,1 \Omega\text{m}$. Pada saat penanaman elektroda batang pembumian, didapatkan hasil pada pengukuran pertama dengan menanamkan 1 elektroda batang pada 6 titik *box chamber* dengan kedalaman 1,5 m menghasilkan nilai rata-rata resistansi sebesar $29,91\Omega$. Selanjutnya, pada saat memparalelkan keseluruhan elektroda batang pada 6 titik *box chamber* dengan total keseluruhan elektrodanya sebanyak 37 elektroda batang, dan rata-rata kedalaman elektroda pada setiap titik *box chamber* nya sedalam 12 m dengan 8 elektroda batang, didapatkan nilai pengukuran rata-ratanya sebesar $0,95\Omega$. Sementara itu, pada hasil dari perhitungan didapatkan nilai rata-rata sebesar $0,75 \Omega$. Jadi, dari kedua nilai pengukuran dan perhitungan sama-sama telah memenuhi standar PUIL 2011 tentang nilai resistansi pembumian yaitu $<5 \Omega$.

Kata kunci : Sistem pembumian, PUIL 2011, Elektroda Batang

Analysis of Lightning Conduit Earthing in Medium Voltage Generator System at PT. Lancang Kuning Sukses Project

Abstract

The earthing system, also known as the grounding system, is an important part of the electrical power system. The measured earthing value is an indicator of the condition of an earthing system. In the Earthing system, the highest limit recommended in PUIL 2011 is $<5 \Omega$. In the PT Lancang Kuning Sukses project, namely the installation of lightning distributor earthing in a medium voltage power plant. This research was conducted to identify the earthing system in the medium voltage power plant at the PT Lancang Kuning Sukses project whether it is appropriate to meet regulatory standards or not. This earthing aims to protect components from direct lightning strikes and can drain the current from lightning strikes into the ground properly. The method used in this research is to use direct measurements and calculations on the number of rod electrodes planted and paralleled. From the observations that have been made, the type of soil in the specified area is field soil with a resistance value of $59.1 \Omega\text{m}$. At the time of planting the earthing rod electrode, the results obtained in the first measurement by planting 1 rod electrode at 6 points of the box chamber with a depth of 1.5 m resulted in an average resistance value of 29.91Ω . Furthermore, when paralleling the entire rod electrode at 6 points of the box chamber with a total of 37 rod electrodes, and the average electrode depth at each point of the box chamber is 12 m deep with 8 rod electrodes, the average measurement value is 0.95Ω . Meanwhile, the results of the calculation obtained an average value of 0.75Ω . So, from both measurement and calculation values, both have met the 2011 PUIL standard regarding the earthing resistance value which is $<5 \Omega$.

Keywords: Earthing system, PUIL 2011, Rod Electrode

Kata Pengantar

Segala puji dan Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Pembumian Penyalur Petir Pada Sistem Pembangkit Tegangan Menengah Pada Proyek PT. Lancang Kuning Sukses”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk kelulusan Diploma IV dan memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi di Politeknik Negeri Batam.

Dalam Menyusun Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat di dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus yang selalu mengiringi dan memberkati setiap Langkah.
2. Kedua orang tua saya , Jamose Situmorang dan Wartani Br. Sinaga yang telah memberikan dukungan moril, doa dan semangat yang terus mengalir tanpa tiada henti.
3. Kepada abang dan adik saya yang memberikan dukungan selama perkuliahan.
4. Bapak Ir. Bambang Hendrawan, ST., MSM., CIPMP., CISCIP. selaku Direktur Politeknik Negeri Batam.
5. Bapak Irwanto Zarma Putra, S.Pd., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Batam.
6. Bapak Ir. Fauzun Atabiq, S.T., M.Cs., selaku Dosen wali akademik penulis di kelas RPE Malam.
7. Bapak Lalu Kaisar Wisnu Kita, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Bapak Ir. Prastiwo Anggoro selaku *Project director* di PT Lancang Kuning Sukses.
9. Bapak Sumarsono selaku Superitendent *Electrical* di PT. Lancang Kuning Sukses Sekaligus Pembimbing selama magang.
10. Bang M.Fachri Taslim selaku *QC Electrical* PT. Lancang Kuning Sukses.
11. Kepada seluruh karyawan PT Lancang Kuning sukses yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu pengetahuan, membimbing dan membantu penulis dalam memperoleh data penelitian
12. Teman-teman seperjuangan terkhusus Prodi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi angkatan 2021 yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan, kritik, saran, motivasi, dan semangat kepada penulis.

dan dengan rendah hati penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis maupun pembaca. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa yang akan mendatang.

Batam, 8 Januari 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Denni Solona Situmorang', written in a cursive style.

Denni Solona Situmorang

Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pengesahan Industri	iii
Abstrak	iv
<i>Abstract</i>	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii
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	2
Bab 2. Tinjauan Pustaka	3
2.1 Definisi Pembumian Penyalur Petir	3
2.2 Jenis-jenis Tanah dan Tahanan Jenis Tanah	3
2.3 Standar PUIL 2011	4
2.4 Komponen Pembumian Penyalur Petir	4
2.4.1 Elektroda batang	4
2.4.2 Tembaga BCC (<i>Bare Copper Conductor</i>)	5
2.4.3 <i>Socket Rod</i>	6
2.4.4 <i>Box Chamber</i>	6
2.4.5 <i>Air Terminal</i>	7
2.4.6 <i>Clamp Grounding Cable BCC</i>	7
2.5 Jenis-jenis Elektroda Pembumian	8
2.5.1 Elektroda Batang	8

2.5.2 Elektroda Pita	9
2.5.3 Elektroda Plat	10
2.6 Sistem Batang Pembumian	10
2.6.1 Batang Pembumian Tunggal	11
2.6.2 Batang Pembumian Pararel	11
2.6.3 Sistem multi pembumian	12
Bab 3. Metodologi Penelitian	13
3.1 <i>Flowchart</i> penelitian.....	13
3.2. Penentuan Jenis Tanah dan Tahanan Tanah	14
3.3. Area Titik Pemasangan Pembumian	14
3.4. Metode Pembumian Pararel	14
3.5 Peralatan	15
3.5.1 <i>Earth resistance tester</i>	15
3.5.2 Kabel pengukuran.....	16
3.5.3 Pasak	17
3.5.4 <i>Jack hammer</i>	17
3.5.5 Meteran.....	18
3.5.6 <i>Exothermic welding</i>	18
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	19
4.1 Hasil Pengukuran pembumian pada <i>Box Chamber</i>	19
4.2. Analisis Hasil Data Perhitungan	20
4.2.1 Analisis perhitungan nilai tahanan tanah	20
4.2.2 Analisis kedalaman elektroda pada <i>Box chamber 1</i>	21
4.2.3 Analisis kedalaman elektroda pada <i>Box chamber 2</i>	22
4.2.4 Analisis kedalaman elektroda pada <i>Box chamber 3</i>	23
4.2.5 Analisis kedalaman elektroda pada <i>Box chamber 4</i>	24
4.2.2 Analisis kedalaman elektroda pada <i>Box chamber 5</i>	25
4.2.2 Analisis kedalaman elektroda pada <i>Box chamber 6</i>	26
4.3 Analisis perbaikan pada <i>Box chamber</i>	27

Bab 5. Kesimpulan dan Saran	30
5.1. Kesimpulan	30
5.2. Saran	30
Daftar Pustaka	31
Biodata	32
Lampiran	33

Daftar Gambar

Gambar 1. Elektroda batang	4
Gambar 2. Tembaga BCC (<i>Bare copper conductor</i>)	5
Gambar 3. <i>Socket Rod</i>	6
Gambar 4. <i>Box Chamber</i>	6
Gambar 5. <i>Air Terminal</i>	7
Gambar 6. <i>Clamp Grounding Cable BCC</i>	7
Gambar 7. Elektroda batang	8
Gambar 8. Elektroda Pita	9
Gambar 9 Elektroda Plat	10
Gambar 10. Batang Pembumian Tunggal.....	11
Gambar 11. Batang Pembumian Pararel.....	11
Gambar 12. Sistem Multi Pembumian	12
Gambar 13. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	13
Gambar 14. Area titik pemasangan Pembumian.....	14
Gambar 15. <i>Earth Resistance Tester</i>	15
Gambar 16. Kabel Pengukuran.....	16
Gambar 17. Pasak.....	17
Gambar 18. <i>Jack Hammer</i>	17
Gambar 19. Meteran.....	18
Gambar 20. <i>Exothermic welding</i>	18
Gambar 21. Grafik Nilai Tahanan Tanah.....	21
Gambar 22. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada <i>Box Chamber 1</i>	22
Gambar 23. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada <i>Box Chamber 2</i>	23
Gambar 24. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada <i>Box Chamber 3</i>	24
Gambar 25. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada <i>Box Chamber 4</i>	25
Gambar 26. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada <i>Box Chamber 5</i>	26
Gambar 27. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada <i>Box Chamber 6</i>	27
Gambar 28. Grafik Hasil dari Perbaikan	28

Daftar Tabel

Table 1. Jenis Tanah dan Nilai Tahanan Tanah	3
Table 2. Peralatan.....	15
Table 3. Hasil Pengukuran Pembumian	19
Table 4. Nilai Perhitungan Tahanan Tanah.....	20
Table 5. Hasil Pengukuran Pararel.....	28

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak di garis khatulistiwa yang memiliki Tingkat hari badai petir yang sangat tinggi dengan aktifitas 100-200 hari badai petir per tahunnya. Pada industri di Indonesia banyak menggunakan peralatan elektronik yang sangat sensitif pada elektromagnetik dari petir, oleh sebab itu di perlukan pembumian penyalur petir untuk mencegah kerusakan pada komponen-komponen tersebut[1].

Pembumian pada penyalur petir sangat penting dalam sebuah gedung untuk mengalirkan arus lebih ke bumi. Secara umum tanah merupakan sebagai tempat aliran arus listrik yang berlebih, nilai resistansi yang terdapat pada tanah tersebut dapat berkurang dan menjadi konduktor yang baik pada situasi tertentu.

Penyaluran arus lebih ke dalam tanah membuat komponen-komponen tersebut dapat terhindar dari pengaruh sambaran petir. Secara umum petir merupakan suatu peristiwa pelepasan muatan listrik statis yang terjadi secara tiba-tiba di awan.

Pada salah satu proyek PT. Lancang Kuning Sukses yaitu pembuatan pembangkit Listrik tegangan menengah, sebelum pembuatan pembangkit listrik, harus terlebih dahulu pemasangan pembumian penyalur petir, pada pembuatan pembumian penyalur petir ini dibuat agar komponen yang ada di dalam pembangkit tersebut agar tetap aman dari sambaran petir. Maka dari itu di awali dengan pengukuran tahanan tanah dan resistansi tanah, pengukuran ini dilakukan di 6 titik, yaitu 2 sisi di bagian depan, 2 sisi di bagian tengah dan 2 sisi di bagian belakang.

Pada sistem pengukuran resistansi tanah menggunakan alat ukur yaitu, *earth resistance tester*. alat ini berfungsi sebagai pengukuran resistansi tanah, alat ini dapat mengukur resistansi tanah sampai 1999 Ω . pada pesyaratan umum instalasi listrik PUIL 2011. Nilai resistansi pembumian yang di tentukan ialah $<5 \Omega$. Hal ini di tentukan karena semakin kecil nilai resistansi pembumian maka kemampuan mengalirkan arus ke tanah semakin baik, dengan demikian sambaran petir tidak merusak peralatan. Jika sudah memenuhi standar resistansi maka di lakukan penanaman elektroda batang sebagai penghantar aliran arus tersebut dan di pasang tiang penyalur petir untuk menangkap sambaran petir tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah tersebut ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana variasi nilai tahanan tanah pada setiap kedalaman penanaman elektroda batang di lokasi tersebut?
2. Apa faktor-faktor yang menyebabkan adanya perbedaan antara hasil perhitungan dan pengukuran?
3. Metode apa yang perlu dilakukan untuk memperbaiki sistem pembumian agar sesuai standar PUIL 2011?

1.3. Tujuan

1. Menganalisis jenis tanah dan tahanan tanah pada setiap kedalaman elektroda batang
2. Menganalisis hasil perhitungan terhadap hasil pengukuran kedalaman elektroda batang pada proyek PT. Lancang Kuning Sukses.
3. Mendapatkan hasil nilai resistansi sesuai standar PUIL 2011 dengan metode pararel pada proyek PT. Lancang Kuning Sukses.

1.4. Manfaat

1. Dapat memahami cara kerja dari sistem pembumian penyalur petir pada proyek PT. Lancang Kuning Sukses
2. Mampu memahami standar dan regulasi dari sistem pembumian penyalur petir.

1.5. Batasan

1. Sebagai objek penelitian hanya pada titik *Box chamber* pembumian penyalur petir pada proyek PT. Lancang Kuning Sukses
2. Pengambilan data nilai resistansi dilakukan pada titik *chamber grounding* dengan menggunakan *Earth resistance tester* pada proyek PT. Lancang Kuning Sukses.

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1 Definisi Pembumian Penyalur Petir

Pembumian penyalur petir adalah sistem yang dirancang untuk melindungi bangunan dan struktur dari sambaran petir. Sistem ini bekerja dengan mengalirkan arus listrik dari sambaran petir langsung ke tanah, sehingga mencegah kerusakan pada bangunan dan peralatan yang ada di dalamnya. Komponen utama dari sistem pembumian penyalur petir meliputi konduktor petir, yang dipasang di atap bangunan untuk menangkap sambaran petir, dan Elektroda, yang ditanam di tanah untuk mengalirkan arus. Konduktor ini terhubung ke batang grounding melalui kabel yang memiliki konduktivitas tinggi.

Pentingnya sistem ini tidak hanya terletak pada perlindungan fisik, tetapi juga pada keselamatan manusia, karena sambaran petir dapat menyebabkan risiko kebakaran, kerusakan peralatan, dan bahkan cedera atau kematian. Pemasangan sistem pembumian penyalur petir harus memenuhi standar keselamatan yang berlaku, Dengan sistem yang tepat resiko kerusakan akibat sambaran petir dapat diminimalkan, menjaga keamanan dan integritas bangunan [2].

2.2 Jenis-jenis Tanah dan Tahanan Jenis Tanah

Karakteristik tanah adalah faktor penting yang perlu dipahami karena berhubungan erat dengan perencanaan dan sistem pembumian yang akan diterapkan. Sesuai dengan tujuan pembumian, yaitu mendistribusikan arus gangguan secara cepat dan merata ke dalam tanah, penelitian mengenai karakteristik tanah serta pengukuran resistansi pembumian menjadi sangat penting, karena memengaruhi besaran resistansi pembumian. pembumian jenis tanah bervariasi tergantung pada komposisi tanah dan faktor lainnya. Istilah ini merujuk pada resistansi bumi yang mencerminkan konduktivitas listrik tanah, dan didefinisikan sebagai resistansi (Ω) ohm.

Berikut ini merupakan table dari jenis tanah dan tahanan jenis tanah :

Table 1. Jenis Tanah dan Nilai Tahanan Tanah

No	Jenis Tanah	tahanan tanah
1	Tanah basah	10-30 Ω m
2	Tanah ladang	100 Ω m
3	Tanah berkerikil	100-500 Ω m
4	Pasir dan kerikil kering	1000 Ω m
5	Tanah berbatu	1000-1500 Ω m

Dalam tabel berikut, jenis tanah yang paling baik dalam melakukan pembumian penyalur petir adalah tanah basah, karena tanah basah memiliki resistansi rendah,

karena ini memungkinkan arus gangguan untuk terdistribusi dengan lebih efektif[3].

2.3 Standar PUIL 2011

Nilai pembumian yang sesuai Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 yaitu 0 sampai dengan $<5 \Omega$ pada Suatu bangunan untuk menghindari bahaya sambaran petir membutuhkan nilai resistansi pembumian $<5 \Omega$, sedangkan untuk pembumian peralatan elektronik membutuhkan nilai $<3 \Omega$, bahkan beberapa perangkat membutuhkan nilai $<1 \Omega$. Nilai 5Ω merupakan batas tertinggi resistansi pembumian yang masih bisa ditoleransi. Hal ini diatur dalam PUIL 2011. Berberapa faktor yang mempengaruhi dari nilai resistansi pembumian yaitu kedalaman elektroda, diameter elektroda, jenis tahanan tanah dan jumlah batang elektroda[4].

2.4 Komponen Pembumian Penyalur Petir

2.4.1 Elektroda batang



Gambar 1. Elektroda batang

Elektroda batang adalah elemen penting dalam sistem pembumian yang digunakan untuk menghubungkan sistem listrik atau peralatan ke tanah. Batang ini biasanya terbuat dari logam, seperti tembaga atau baja yang dilapisi tembaga, dan memiliki panjang yang bervariasi, umumnya antara 1,5 hingga 3 meter, tergantung pada aplikasi dan kondisi tanah. Berfungsi sebagai:

- Elektroda batang menyediakan jalur yang aman bagi arus listrik untuk mengalir ke tanah, terutama saat terjadi lonjakan arus, seperti akibat petir atau kegagalan isolasi.

- Menghubungkan sistem listrik ke tanah, Elektroda batang membantu menjaga potensi listrik yang stabil, yang penting untuk operasi perangkat elektronik.
- Elektroda batang melindungi pengguna dari risiko kejutan listrik dengan mengalirkan arus berlebih ke tanah, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan.

2.4.2 Tembaga BCC (*Bare Copper Conductor*)



Gambar 2. Tembaga BCC (*Bare copper conductor*)

Tembaga BCC (*Bare Copper Conductor*) adalah sejenis kabel yang terbuat dari tembaga murni tanpa lapisan isolasi. Kabel ini memiliki konduktivitas listrik yang sangat baik, membuatnya ideal untuk digunakan dalam sistem pembumian. Fungsi dari Tembaga BCC ini ialah :

- Sebagai penghantar Arus Petir: Ketika petir menyambar sistem penyalur petir, arus petir yang sangat besar akan mengalir melalui kabel BCC menuju tanah. Konduktivitas tembaga yang tinggi memungkinkan arus mengalir dengan cepat dan aman ke tanah, sehingga meminimalkan kerusakan pada peralatan listrik dan bangunan.
- Sebagai Penghantar Arus Singkat: Dalam kondisi korsleting atau hubungan singkat, arus listrik akan mengalir dengan sangat besar. Kabel BCC akan menyalurkan arus tersebut ke tanah, sehingga mencegah terjadinya kerusakan yang lebih parah pada peralatan listrik dan melindungi keselamatan manusia.

2.4.3 Socket Rod



Gambar 3. Socket Rod

Socket rod sering digunakan dalam konteks kelistrikan dan elektronika, merujuk pada komponen atau perangkat yang berfungsi untuk menyambungkan dua bagian sistem listrik atau perangkat elektronik dengan ukuran $5/8$ inch. Istilah ini dapat merujuk pada berbagai jenis konektor yang digunakan untuk menghubungkan kabel, Elektroda, atau sirkuit.

2.4.4 Box Chamber



Gambar 4. Box Chamber

Box chamber adalah ruang atau wadah tertutup yang digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem kelistrikan, konstruksi, atau lingkungan teknik lainnya. *Box chamber* sering kali dirancang untuk menampung peralatan, alat, atau sistem tertentu dan memberikan perlindungan terhadap faktor eksternal seperti cuaca, debu, dan kerusakan fisik.

2.4.5 Air Terminal



Gambar 5. Air Terminal

Air terminal adalah komponen penting dalam sistem penyalur petir dengan ukuran 14 x 500mm yang berfungsi untuk menangkap sambaran petir dan mengalirkannya ke sistem pembumian. *Air terminal* dapat berupa batang logam, kawat, atau elemen lain yang dipasang di puncak bangunan atau struktur untuk memberikan jalur yang aman bagi arus listrik yang dihasilkan oleh sambaran petir.

2.4.6 Clamp Grounding Cable BCC

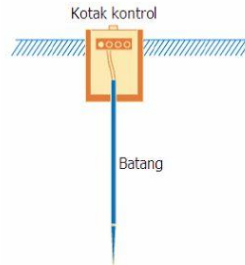


Gambar 6. Clamp Grounding Cable BCC

Clamp Grounding Cable BCC digunakan dalam sistem pembumian yang terbuat dari tembaga yang digunakan untuk memastikan koneksi yang aman dan efisien antara kabel BCC dengan Elektroda batang yang di tanam, fungsinya ialah agar memastikan arus sambaran petir dapat di alirkan dengan baik ke tanah.

2.5 Jenis-jenis Elektroda Pembumian

2.5.1 Elektroda Batang



Gambar 7. Elektroda batang
(sumber : <https://images.app.goo.gl/EwBXJYDG2fz2z2kmi7>)

Elektroda batang merupakan elektroda yang terbuat dari tembaga, logam atau baja. Elektroda ini merupakan yang pertama kali digunakan, elektroda ini sering digunakan pada rumah-rumah maupun di gedung-gedung. Cara pemasangan elektroda batang ini ialah dengan menancapkannya ke dalam tanah dengan kedalaman 1-2 meter, pemasangan ini cukup terbilang mudah karena tidak memerlukan tempat yang luas dalam pemasangannya[5].

Berikut ini merupakan rumus tahanan pentanahan pada elektroda batang:

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

Keterangan:

R = Tahanan pembumian elektroda batang (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)

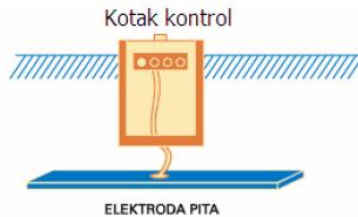
L = Panjang batang yang tertanam (m)

d = Diameter elektroda pembumian (m)

Untuk memperkecil resistansi pembumian maka digunakan persamaan hubung paralel dengan jarak antara elektroda tersebut

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots \frac{1}{R_N}$$

2.5.2 Elektroda Pita



Gambar 8. Elektroda Pita
(sumber : <https://images.app.goo.gl/5dndCeAh78mCVTyF7>)

Elektroda pita merupakan elektroda yang berbentuk pita atau penampang bulat. pada umumnya elektroda ini ditanam secara dangkal. namun pemasangan ini sangat sulit pada lapisan tanah yang berbatu. Dalam pemasangan elektroda ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara pertama menanam batang hantaran secara vertikal dan horizontal[5].

Berikut ini merupakan rumus menentukan besarnya resistansi pembumian dengan elektroda pita:

$$R = \frac{\rho}{\pi L} \left(\ln \frac{2L}{d} \right)$$

Keterangan:

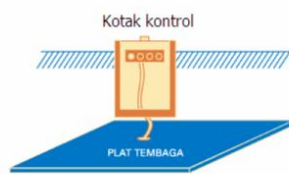
R = Tahanan pentanahan elektroda pita (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)

L = Panjang elektroda pelat (m)

d = kedalaman plat tertanam dari permukaan tanah (m)

2.5.3 Elektroda Plat



Gambar 9 Elektroda Plat
(sumber : <https://images.app.goo.gl/S8W4YfvAyHzPvXLx6>)

Elektroda plat merupakan elektroda yang dari bahan plat konduktif baik berlubang maupun tidak bisa juga dengan kawat kasa. Secara umum elektroda ini tertanam cukup dalam ditanah. Jenis elektrodan ini bisa diguakan untuk mendapatkan resistan pembumian yang kecil dan sulit diperoleh dengan menggunakan jenis-jenis elektroda yang lain[5]

Berikut ini merupakan rumus tahanan pentanahan pada elektroda plat:

$$R = \frac{\rho}{4,1L} \left(1 + 1,84 \frac{b}{t}\right)$$

Keterangan:

R = Tahanan pentanahan pelat (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)

L = Panjang elektrtoda pelat (m)

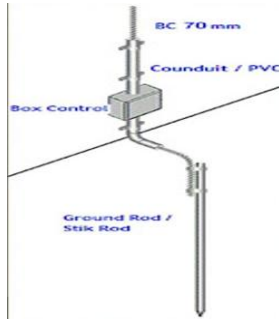
b = Lebar pelat (m)

T = Kedalaman pelat tertanam dari permukaan tanah (m)

2.6 Sistem Batang Pembumian

Sistem pembumian penyalur petir merupakan suatu instalasi yang berguna untuk melepaskan arus sambaran petir ke dalam bumi, tanpa menyebabkan tegangan lebih yang berbahaya bagi manusia maupun peralatan tersebut. standart kelayakan pembumian menurut standar PUIL 2011 ialah $< 5 \Omega$. Adapun 3 sistem dalam pembumian penyalur petir yaitu :

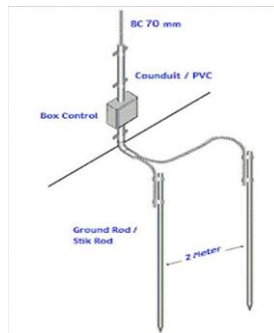
2.6.1 Batang Pembumian Tunggal



Gambar 10. Batang Pembumian Tunggal
(sumber : <https://images.app.goo.gl/eLQKaVYpCYc8cmdc6>)

Pada sistem batang pembumian tunggal hanya terdiri dari satu buah titik elektroda batang dengan kedalaman tertentu. Pada sistem ini dilakukan untuk daerah yang mempunyai tanah yang konduktif, biasanya dapat digunakan pada tanah yang mudah di dapatkan resistansinya $<5 \Omega$ hanya dengan satu buah batang Elektroda batang[6].

2.6.2 Batang Pembumian Paralel

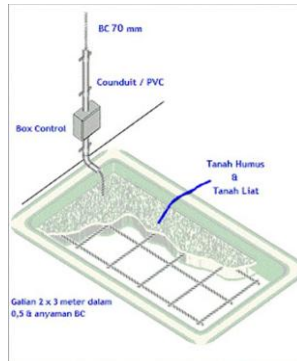


Gambar 11. Batang Pembumian Paralel
(sumber : <https://images.app.goo.gl/7r1Pe7Ns9YsRZowA6>)

Jlka Pada resistansi pembumian belum mendapatkan hasil yang baik (tahanan resistansi $>5 \Omega$), maka perlu ditambahkan Elektroda batang kedalam tanah yang jarak antar batang minimal dua kali panjang elektroda yang tertanam dan

dihubungkan dengan kabel BCC. Penambahan Elektroda batang dapat juga ditanam mendatar dengan kedalaman tertentu, bisa mengelilingi bangunan membentuk cincin. Teknik ini bisa diterapkan secara bersamaan dengan acuan tahanan resistansi $<5 \Omega$ setelah pengukuran dengan *earth resistance tester*[7].

2.6.3 Sistem multi pbumian

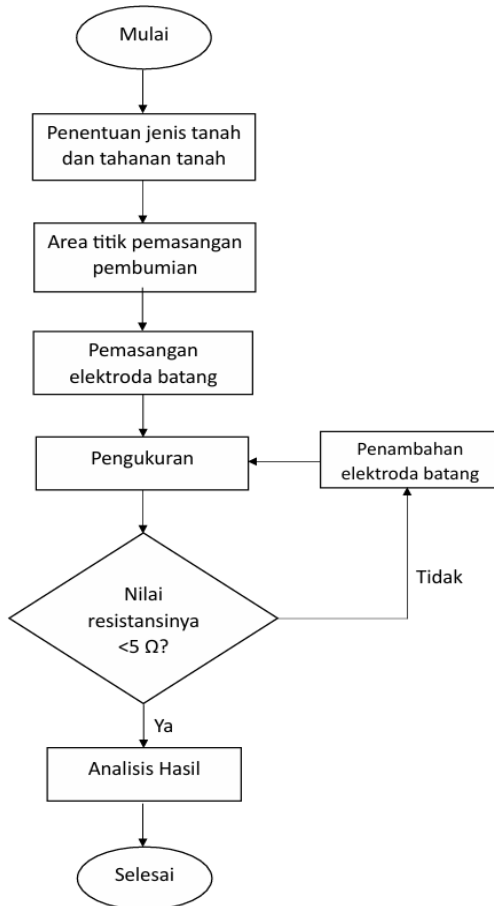


Gambar 12. Sistem Multi Pbumian
(Sumber : <https://images.app.goo.gl/MEpVWdVRWSvhFcaR7>)

Penggunaan 2 cara sebelumnya yaitu batang pbumian tunggal dan batang pbumian paralel akan sulit dan besar kemungkinan gagal untuk mendapat resistansi yang kecil. Pada cara ketiga ini, teknis yang digunakan adalah dengan mengganti tanah sebelumnya menggunakan tanah yang mempunyai sifat menyimpan air atau tanah yang kandungan mineral garam dapat menghantar listrik dengan baik. *Ground Rod* ditancapkan pada daerah titik logam dan di kisaran kabel penghubung antar *ground rod* lainnya. Tanah humus, tanah dari kotoran ternak, dan tanah liat sawah cukup memenuhi standar hantar tanah yang baik .

Bab 3. Metodologi Penelitian

3.1 Flowchart penelitian



Gambar 13. Flowchart Penelitian

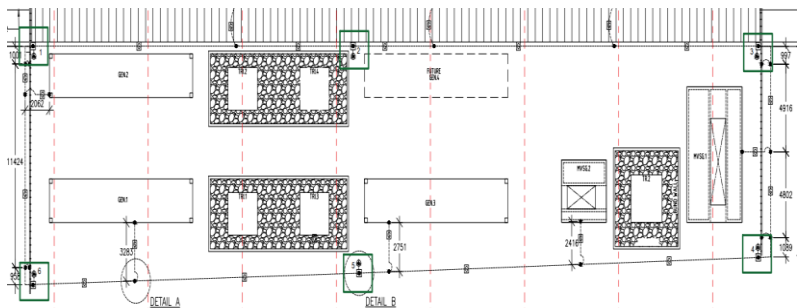
Flowchart penelitian pada gambar bertujuan untuk menunjukkan Langkah-langkah dalam menjawab permasalahan dalam penelitian, yaitu :

3.2. Penentuan Jenis Tanah dan Tahanan Tanah

Penentuan jenis tanah merupakan tahapan yang penting dalam sistem pembumian, karena sifat tanah mempengaruhi resistansi tanah dan efektivitas sistem pembumian. resistansi jenis tanah merupakan nilai yang menggambarkan konduktivitas listrik bumi dan berfungsi untuk menentukan seberapa baik arus dapat mengalir ke dalam tanah. Pada area untuk penginstalan pembumian penyalur petir pada proyek PT. Lancang Kuning Sukses , merupakan tanah ladang yang nilai tahanan tanahnya diasumsikan sebesar $100 \Omega\text{m}$.

3.3. Area Titik Pemasangan Pembumian

Dalam sistem pembumian, penentuan titik instalasi pembumian sangatlah perlu, Hal ini karena posisi penginstalan yang tepat dapat berfungsi secara optimal dan dapat melindungi area tersebut dari sambaran petir secara langsung. Berikut ini merupakan gambar dari penentuan titik penginstalan pada Elektroda batang:



Gambar 14. Area titik pemasangan Pembumian

3.4. Metode Pembumian Pararel

Metode pembumian paralel adalah teknik yang digunakan untuk menurunkan nilai tahanan tanah pada sistem pembumian. Prinsip kerjanya mirip dengan rangkaian listrik paralel, di mana semakin banyak komponen yang dihubungkan secara paralel, maka hambatan total rangkaian akan semakin kecil.

Dalam penelitian ini menggunakan metode paralel yaitu beberapa elektroda pentanahan dihubungkan secara paralel untuk menciptakan jalur aliran arus yang lebih banyak agar mengurangi hambatan total sistem pembumian, sehingga arus listrik dari sambaran petir dapat mengalir lebih mudah ke tanah saat terjadi sambaran petir.

3.5 Peralatan

Alat dan bahan penelitian yg digunakan dalam proses pemasangan pembumian penyalur petir dan pengambilan data dari resistansi pembumian:

Table 2. Peralatan

No	Nama Alat	Jumlah	Satuan
1	Earth resistance tester	1	Unit
2	Kabel pengukuran	3	Meter
3	Pasak	2	Unit
4	<i>Jack hammer</i>	1	Unit
5	Meteran	1	Unit
6	<i>Exothermic welding</i>	1	Unit

3.5.1 *Earth resistance tester*



Gambar 15. *Earth Resistance Tester*

Earth Resistance Tester adalah alat ukur yang dirancang khusus untuk mengukur resistansi pembumian. Alat ini sangat penting dalam sistem kelistrikan dan penyalur petir untuk memastikan nilai dari sistem pembumian sesuai dengan standar.

3.5.2 Kabel pengukuran



Gambar 16. Kabel Pengukuran

Terdapat 3 jenis kabel pengukuran yang digunakan, yaitu :

- Kabel pengukuran hijau pada *earth resistance tester* umumnya digunakan untuk menghubungkan alat ukur dengan titik pembumian yang akan diukur. Fungsi utama kabel hijau ini adalah sebagai penghubung antara alat ukur dengan sistem pembumian
- Kabel pengukuran kuning pada *earth resistance tester* memiliki peran dalam proses pengukuran resistansi bumi. Secara umum, kabel kuning ini berfungsi sebagai penghubung antara alat ukur dengan pasak yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak 5 meter dari kabel pengukuran hijau.
- Kabel pengukuran merah pada *earth resistance tester* memiliki peran dalam proses pengukuran resistansi bumi. Secara umum, kabel merah ini berfungsi sebagai penghubung antara alat ukur dengan pasak yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak 10 meter dari kabel pengukuran hijau.

3.5.3 Pasak



Gambar 17. Pasak

Pasak memiliki peran yang sangat penting dalam proses pengukuran resistansi pembedaan. Pada umumnya pasak terbuat dari logam, pasak ini berfungsi sebagai elektroda bantu dalam pengukuran resistansi pembedaan, cara penggunaannya ialah dengan menancapkannya ke dalam tanah dengan jarak tertentu dan di hubungkan dengan kabel penghubung untuk mendapatkan hasil pengukuran.

3.5.4 Jack hammer



Gambar 18. Jack Hammer

Jack Hammer digunakan untuk menancapkan Elektroda batang Fungsi utama *jack hammer* adalah untuk menancapkan Elektroda batang ke dalam tanah , Alat ini bekerja dengan cara memberikan hentakan yang sangat kuat sehingga mampu mendorong Elektroda batang sampai ke dalam tanah

3.5.5 Meteran



Gambar 19. Meteran

Meteran adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur suatu jarak, pada instalasi pembedaan alat ini digunakan untuk mengukur jarak antar pembedaan yang satu dengan yang lain.

3.5.6 Exothermic welding



Gambar 20. Exothermic welding

Pengelasan eksotermik, juga dikenal sebagai *exothermic welding* merupakan metode untuk menyambungkan dua bahan konduktif secara permanen dengan memanfaatkan reaksi kimia bersuhu tinggi. Reaksi ini melibatkan reduksi logam oksida (biasanya tembaga oksida) oleh serbuk aluminium, menghasilkan logam cair dan sambungan yang kuat serta tahan lama.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengukuran pembumian pada *Box Chamber*

Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk daftar tabel dan grafik yang dijelaskan dan dibahas agar pembaca lebih mudah mengikuti uraian Pada tabel dibawah yaitu hasil penelitian dari nilai pembumiaan penyalur petir menggunakan alat ukur *Earth Resistance Tester*.

Table 3. Hasil Pengukuran Pembumian

<i>ITEM DESCRIPTION</i>	<i>VALUE</i>
<i>Box chamber 1</i>	30.80 Ω
<i>Box chamber 2</i>	28.60 Ω
<i>Box chamber 3</i>	25.40 Ω
<i>Box chamber 4</i>	35.60 Ω
<i>Box chamber 5</i>	30.60 Ω
<i>Box chamber 6</i>	33,45 Ω
Rata-Rata	29.91 Ω

Tabel diatas menunjukkan nilai pengukuran resistansi pembumian pada Proyek PT. Lancang Kuning Sukses, dengan kedalaman 1,5m, hasil dari pengukuran nilai rata-rata pembumian sebesar 29.91 Ω ,dari nilai rata-rata tersebut belum sesuai dengan pesyaratan PUIL 2011 dikarenakan nilainya $>5 \Omega$.

Di Karenakan belum mendapat nilai resistansi pembumian yang sesuai standar PUIL 2011 pada *box chamber*. Maka dilakukan analisis pembumian dengan melakukan analisis kedalaman elektroda. Setelah itu melakukan analisis menggunakan perhitungan paralel untuk mengetahui nilai pembumian sesuai standar.

4.2. Analisis Hasil Data Perhitungan

4.2.1 Analisis perhitungan nilai tahanan tanah

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

Keterangan :

R = Nilai resistansi

L = Kedalaman elektroda

π = pi

ln = Logaritman natural

A = Diamter Elektroda

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

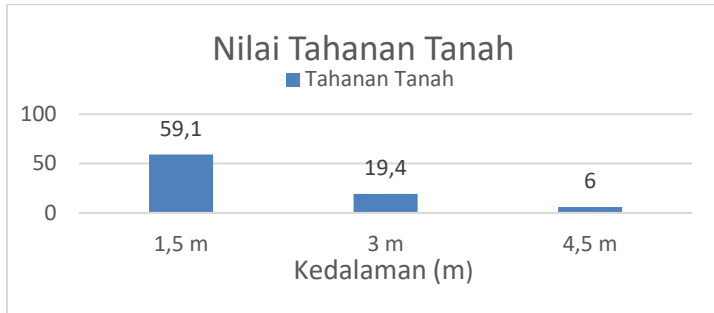
$$\rho = \frac{30,8.2.3,14.1,5}{(\ln 4.1,5 / 0,0158 - 1)}$$

$$\rho = \frac{290,1}{4,9}$$

$$\rho = 59,1 \Omega\text{m}$$

Table 4. Nilai Perhitungan Tahanan Tanah

No	Kedalaman (m)	Resistansi (Ω)	Nilai tahanan tanah (ρ)
1	1,5 m	30.8	59,1 Ωm
2	3 m	20.3	19,4 Ωm
3	4,5 m	14,3	6,0 Ωm



Gambar 21. Grafik Nilai Tahanan Tanah

Dari hasil perhitungan dengan rumus diatas dapat dilihat pada tabel dengan kedalaman 1,5 m nilai tahanan tanah didapatkan sebesar 59,1 Ωm. Sedangkan saat kedalaman elektroda 4,5 m nilai tahanan jenis tanah sebesar 19,4 Ωm. Dengan demikian disetiap kedalaman tanah memiliki nilai tahanan yang berbeda-beda, dan jenis tanah di area tersebut adalah tanah jenis ladang.

4.2.2 Analisis kedalaman elektroda pada *Box chamber 1*

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

Keterangan :

ρ = Nilai tahanan tanah

π = pi

L = Kedalaman elektroda

\ln = Logaritman natural

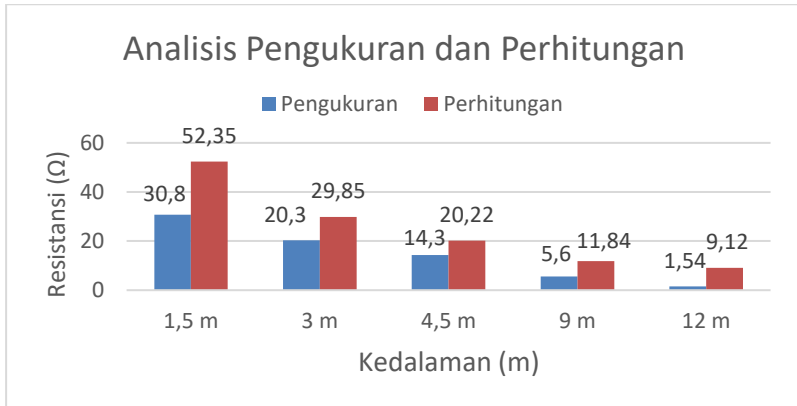
A = Diamter Elektroda

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

$$R = \frac{100}{2.3,14.1,5} \left(\ln \frac{4.1,5}{0,0158} - 1 \right)$$

$$R = 10,6 . (5,93950481 - 1)$$

$$R = 52,35 \Omega$$



Gambar 22. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada Box Chamber 1

Dari hasil perhitungan sistem pembumian pada *Box chamber 1* dengan menggunakan rumus elektroda. Pada perhitungan nilai tahanan jenis tanah yaitu 100 Ωm. Sehingga nilai perhitungan dan pengukuran mendapatkan hasil berbeda. Seperti pada kedalaman 1,5 meter nilai pengukuran didapat sebesar 30,8Ω dan perhitungan didapatkan 52,35 Ω dengan selisih nilai 21,5 Ω. Sedangkan pada kedalam 12 m selisih nilai pembumian yang didapatkan sebesar 8,11 Ω, pada *Box chamber 1* menggunakan 8 elektroda batang yang ditanam ke dalam tanah diperoleh hasil pengukuran dan perhitungan mengalami perbedaan dikarenakan pada perhitungan menggunakan asumsi kondisi tanah, struktur tanah hingga kelembapan tanah sedangkan saat pengukuran menggunakan kondisi dilokasi penelitian yang sebenarnya dimana disetiap lapisan tanah dilokasi memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

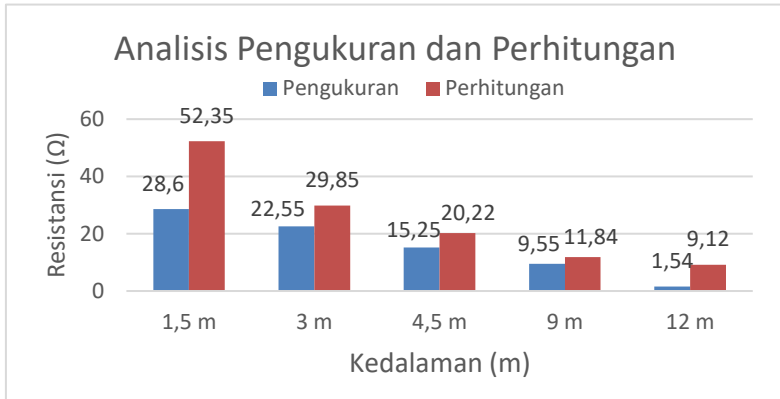
4.2.3 Analisis kedalaman elektroda pada *Box chamber 2*

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

$$R = \frac{100}{2,3,14 \cdot 1,5} \left(\ln \frac{4,1,5}{0,0158} - 1 \right)$$

$$R = 10,6 \cdot (5,93950481 - 1)$$

$$R = 52,35 \Omega$$



Gambar 23. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada Box Chamber 2

Dari hasil perhitungan sistem pembumian pada *Box chamber 2* dengan menggunakan rumus elektroda. Pada perhitungan nilai tahanan jenis tanah yaitu 100 Ωm. Sehingga nilai perhitungan dan pengukuran mendapatkan hasil berbeda. Seperti pada kedalaman 1,5 meter nilai pengukuran didapat sebesar 28,60Ω dan perhitungan didapatkan 52,35Ω dengan selisih nilai 19,2Ω. Sedangkan pada kedalaman 12 meter selisih nilai pembumian yang didapatkan sebesar 8,11Ω, pada *Box chamber 2* menggunakan 8 elektroda batang yang ditanam ke dalam tanah diperoleh hasil pengukuran dan perhitungan mengalami perbedaan dikarenakan pada perhitungan menggunakan asumsi kondisi tanah, struktur tanah hingga kelembapan tanah sedangkan saat pengukuran menggunakan kondisi dilokasi penelitian yang sebenarnya dimana disetiap lapisan tanah dilokasi memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

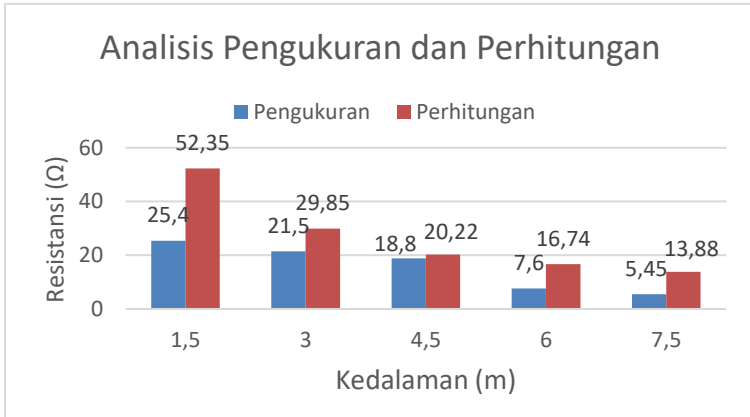
4.2.4 Analisis kedalaman elektroda pada Box chamber 3

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

$$R = \frac{100}{2.3.14.7,5} \left(\ln \frac{4.7,5}{0,0158} - 1 \right)$$

$$R = 2,12 . (7,54894272 - 1)$$

$$R = 13,88 \Omega$$



Gambar 24. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada Box Chamber 3

Dari hasil perhitungan sistem pembumian pada *Box chamber 3* dengan menggunakan rumus elektroda. Pada perhitungan nilai tahanan jenis tanah yaitu $100 \Omega\text{m}$. Sehingga nilai perhitungan dan pengukuran mendapatkan hasil berbeda. Seperti pada kedalaman 7,5m dengan menggunakan 5 elektroda batang, nilai resistansi pembumian pada *Box chamber 3* masih di atas 5Ω . Hal itu terjadi karena terdapat lapisan bebatuan, sehingga tidak dapat menanam Elektroda batang lebih dalam lagi, oleh karena itu harus di lakukan perbaikan dengan mempararelkan elektroda.

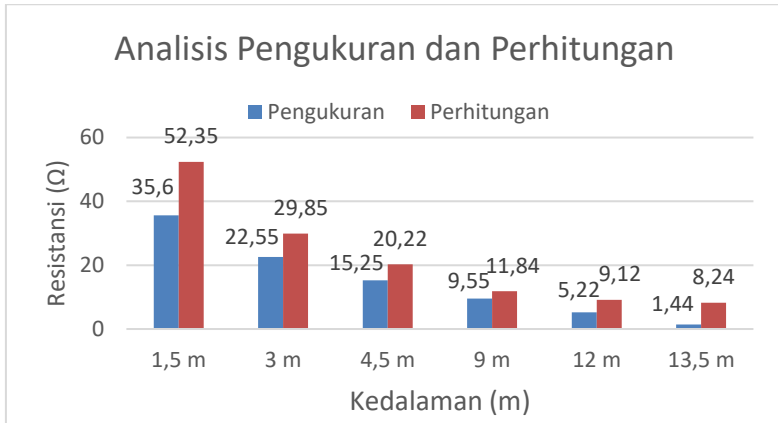
4.2.5 Analisis kedalaman elektroda pada *Box chamber 4*

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

$$R = \frac{100}{2.3,14.13,5} \left(\ln \frac{4.13,5}{0,0158} - 1 \right)$$

$$R = 1,17 \cdot (8,13672939 - 1)$$

$$R = 8,24 \Omega$$



Gambar 25. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada *Box Chamber 4*

Dari hasil perhitungan sistem pembumian pada *Box chamber 4* dengan menggunakan rumus elektroda. Pada perhitungan nilai tahanan jenis tanah yaitu 100 Ωm. Sehingga nilai perhitungan dan pengukuran mendapatkan hasil berbeda. Seperti pada kedalaman 1,5 meter nilai pengukuran didapat sebesar 35,60 Ω dan perhitungan didapatkan 52,35 Ω dengan selisih nilai 14,75 Ω. Sedangkan pada kedalaman 13,5 meter selisih nilai pembumian yang didapatkan sebesar 8,02 Ω, pada *Box chamber 4* menggunakan 8 elektroda batang yang ditanam ke dalam tanah diperoleh hasil pengukuran dan perhitungan mengalami perbedaan dikarenakan pada perhitungan menggunakan asumsi kondisi tanah, struktur tanah hingga kelembapan tanah sedangkan saat pengukuran menggunakan kondisi dilokasi penelitian yang sebenarnya dimana disetiap lapisan tanah dilokasi memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

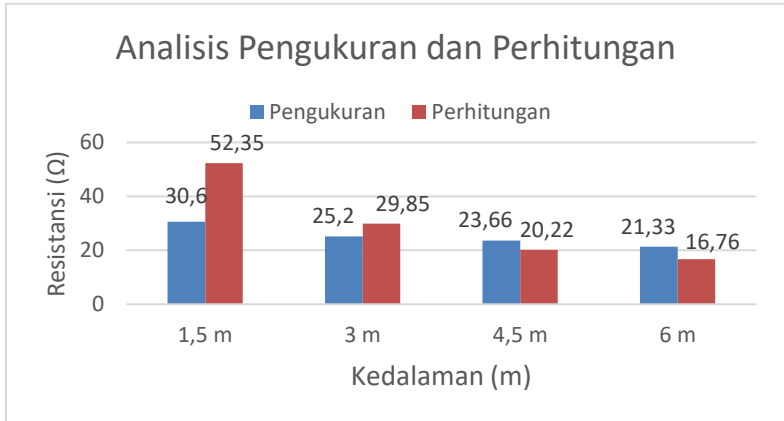
4.2.2 Analisis kedalaman elektroda pada *Box chamber 5*

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

$$R = \frac{100}{2.3,14.6} \left(\ln \frac{4.6}{0,0158} - 1 \right)$$

$$R = 2,65 \cdot (7,32579917 - 1)$$

$$R = 16,76 \Omega$$



Gambar 26. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada Box Chamber 5

Dari hasil perhitungan sistem pembumian pada *Box chamber 5* dengan menggunakan rumus elektroda. Pada perhitungan nilai tahanan jenis tanah yaitu $100 \Omega\text{m}$. Sehingga nilai perhitungan dan pengukuran mendapatkan hasil berbeda. Seperti pada kedalaman 6 m dengan menggunakan 4 elektroda batang, nilai resistansi pembumian pada *Box chamber 5* masih di atas 5Ω . Hal itu terjadi karena terdapat lapisan bebatuan, sehingga tidak dapat menanam elektroda batang lebih dalam lagi, oleh karena itu harus di lakukan perbaikan dengan mempararelkan elektroda.

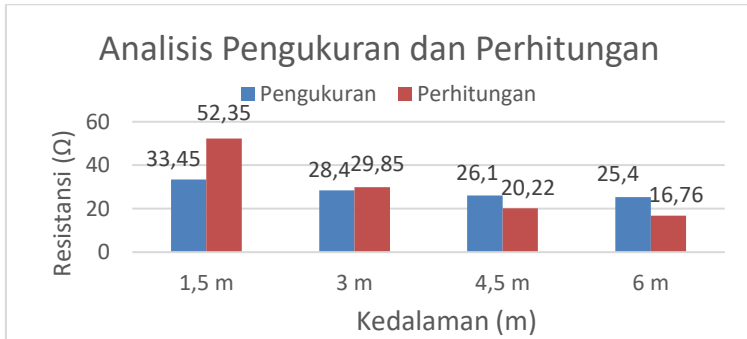
4.2.2 Analisis kedalaman elektroda pada *Box chamber 6*

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

$$R = \frac{100}{2,3,14,6} \left(\ln \frac{4,6}{0,0158} - 1 \right)$$

$$R = 2,65 \cdot (7,32579917 - 1)$$

$$R = 16,76 \Omega$$



Gambar 27. Grafik Pengukuran dan Perhitungan pada Box Chamber 6

Dari hasil perhitungan sistem pembumian pada *Box chamber* 6 dengan menggunakan rumus elektroda. Pada perhitungan nilai tahanan jenis tanah yaitu 100 Ωm. Sehingga nilai perhitungan dan pengukuran mendapatkan hasil berbeda. Seperti pada kedalaman 6m dengan menanamkan 4 elektroda batang, nilai resistansi pembumian pada *Box chamber* 5 masih di atas 5Ω. Hal itu terjadi karena terdapat lapisan bebatuan, sehingga tidak dapat menanam elektroda batang lebih dalam lagi, oleh karena itu harus di lakukan perbaikan dengan memparalelkan elektroda.

4.3 Analisis perbaikan pada *Box chamber*

Dari hasil pengukuran dan perhitungan *Box chamber* pada area pembangkit Pada Proyek PT. Lancang Kuning Sukses, nilai pembumian yang didapatkan tidak memenuhi standar dan dilakukan perbaikan pada elektroda tersebut dengan melakukan penambahan kedalaman elektroda. Dari hasil pengukuran setelah dilakukan penambahan kedalaman elektroda, masih terdapat beberapa titik *Box chamber* yang nilai resistansinya belum memenuhi standar sehingga perlu melakukan penurunan resistansi dengan memperalelkan elektroda. Dengan menggunakan Perhitungan berikut :

$$\frac{1}{Rt} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} \dots \frac{1}{Rn}$$

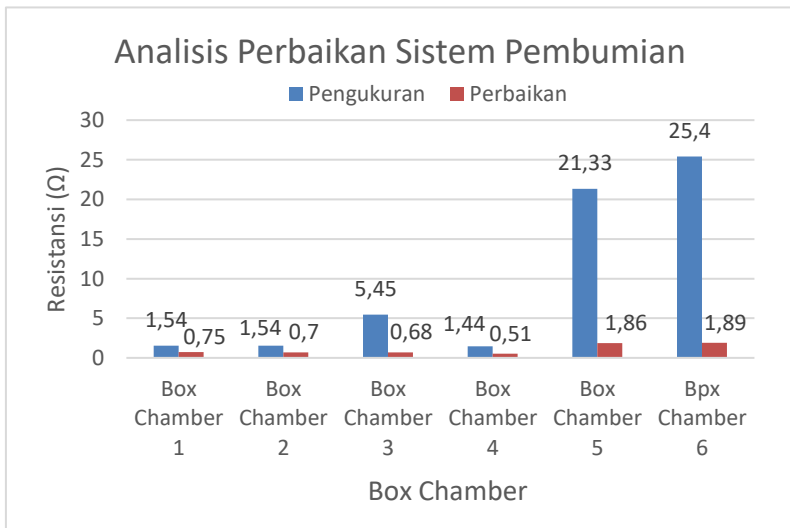
$$\frac{1}{Rt} = \frac{1}{1,54} + \frac{1}{1,54} + \frac{1}{5,45} + \frac{1}{1,44} + \frac{1}{21,33} + \frac{1}{25,40}$$

$$\frac{1}{Rt} = 0,185 + 0,185 + 0,183 + 0,694 + 0,046 + 0,039 = 1,332$$

$$\frac{1}{Rt} = \frac{1}{1,332} = 0,75 \Omega$$

Table 5. Hasil Pengukuran Pararel

No	Box Chamber	Pengukuran (Ω)	Perbaikan (Ω)
1	Box Chamber 1	1.54 Ω	0.75 Ω
2	Box Chamber 2	1.54 Ω	0.70 Ω
3	Box Chamber 3	5.45 Ω	0.68 Ω
4	Box Chamber 4	1.44 Ω	0.51 Ω
5	Box Chamber 5	21.33 Ω	1.86 Ω
6	Box Chamber 6	25.40 Ω	1.89 Ω
Nilai Rata-rata		9.45 Ω	0.95 Ω



Gambar 28. Grafik Hasil dari Perbaikan

Dari tabel diatas setelah dilakukan perhitungan dan pengukuran perbaikan secara paralel pada *Box chamber* di proyek PT. Lancang Kuning Sukses, nilai resistansi yang dihasilkan dari pengukuran mengalami penurunan, dapat dilihat

pada table di atas, pada saat mempararelkan keseluruhan elektroda batang didapatkan nilai pengukuran rata-rata sebesar 0.95Ω . Sementara itu, pada hasil dari perhitungan didapatkan nilai rata-rata sebesar 0.75Ω . Jadi, dari kedua nilai pengukuran dan perhitungan sama-sama telah memenuhi standar PUIL 2011 dimana nilai resistansinya $<5\Omega$.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada saat melakukan perhitungan nilai tahanan jenis tanah, terdapat perbedaan pada setiap kedalaman, dimana pada kedalaman 1,5 m nilai tahanan tersebut sebesar 59,1 Ω m dan di kedalaman 4,5 m nilai tahanan tanah nya sebesar 35,5 Ω m, hal itu menandakan semakin kecil nilai tahanan tanah maka semakin baik sistem pembumian
2. Pada area pembangkit pada proyek PT. Lancang Kuning Sukses, diperoleh hasil dari perhitungan resistansi yang berbeda-beda pada setiap kedalaman. Perbedaan tersebut di sebabkan oleh lapisan tanah, struktur tanah dan kandungan mineral yang terdapat di Lokasi tersebut berbeda-beda pada setiap unsur lapisannya
3. Salah satu perbaikan yang dapat dilakukan untuk sistem pembumian pada proyek PT. Lancang Kuning Sukses dapat dilakukan dengan memperalelkan elektroda seperti pada *Box chamber* 3,5 dan 6, dimana nilai resistansi yang awalnya 5.45 Ω , 21.33 Ω dan 25.40 Ω . setelah dilakukan paralel pada elektroda menjadi 0.68 Ω , 1.86 Ω dan 1.89 Ω . dimana hasil tersebut sudah memenuhi standar dari PUIL 2011 yaitu <5 Ω .
4. Dalam proses pemasangan pembumian terdapat 6 *Box Chamber*, yang dimana menggunakan keseluruhan jumlah elektroda sebanyak 37 batang. Pada *Box Chamber* 1 terdapat 8 elektroda batang, pada *Box Chamber* 2 terdapat 8 elektroda batang, pada *Box Chamber* 3 terdapat 5 elektroda batang, pada *Box Chamber* 4 sebanyak 8 elektroda batang, pada *Box Chamber* 5 sebanyak 4 elektroda batang dan pada *Box Chamber* 6 sebanyak 4 elektroda batang.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis menyarankan kepada peneliti selanjutnya pada *Box chamber* yang belum juga memenuhi standart PUIL 2011 yaitu <5 Ω , maka bisa melakukan penambahan khusus seperti penambahan zat bentonit pada *Box chamber*.

Daftar Pustaka

- [1] G. Suprijono, "Sistem Proteksi Petir Dan Sistem Grounding Pada Instalasi Vital Di PT. TELKOM Tegal," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 50–53, 2015.
- [2] B. Saragih, J. M. Siburian, and J. L. Purba, "Sistem Penangkal Petir Pada Gedung Kemang Gallery Medan," *J. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 1, pp. 44–61, 2020.
- [3] B. A. B. li, "Bab ii sistem pembedaan 2.1.," pp. 10–53, 2011.
- [4] Persyaratan Umum Instalasi Listrik, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)," *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133, 2011.
- [5] B. A. B. li and L. Teori, "Tahanan Jenis Tanah Tahanan," pp. 5–30, 2015.
- [6] H. H. Sinaga, G. Ketaren, and A. Sunardi, "Respons Impuls Pada Elektroda Pentanahan Batang Tunggal Untuk Menentukan Nilai Impedansi Pentanahan," *Electrician*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2008.
- [7] I. Gita Kumara, R. Noor Prasetyono, and R. Adzin Mudiantoro, "Pengaruh Pemasangan Ground Root berbasis Rangkaian Paralel Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan Jaringan Distribusi 20 KV," *J. Electron. Electr. Power Appl.*, 2022.

Biodata



Nama : Denni Solona Situmorang
TTL : Batam, 10 November 2001
Agama : Kristen
Alamat : Kav. Sagulung Baru Blok D No.30
Email : dennisitumorang10@gmail.com
Riwayat Pendidikan SMA/SMK : SMK Negeri 5 Batam
SMP : SMP Negeri 36 Batam

Lampiran

Lampiran 1. Tabel hasil pengukuran dan perhitungan *Box Chamber 1*

$\rho(\pi - m)$	Pengukuran	Perhitungan	Kedalaman
100 Ω m	30.8 Ω	52,35 Ω	1.5 m
100 Ω m	20.3 Ω	29,85 Ω	3 m
100 Ω m	14.3 Ω	20,22 Ω	4.5
100 Ω m	5.60 Ω	11,84 Ω	9m
100 Ω m	1.54 Ω	9,12 Ω	12m

Lampiran 2. Tabel hasil pengukuran dan perhitungan *Box Chamber 2*

$\rho(\pi - m)$	Pengukuran	Perhitungan	Kedalaman
100 Ω m	28.60 Ω	52,35 Ω	1.5 m
100 Ω m	22.55 Ω	29,85 Ω	3 m
100 Ω m	15.25 Ω	20,22 Ω	4.5
100 Ω m	9.55 Ω	11,84 Ω	9m
100 Ω m	1.54 Ω	9,12 Ω	12m

Lampiran 3. Tabel hasil pengukuran dan perhitungan *Box Chamber 3*

$\rho(\pi - m)$	Pengukuran	Perhitungan	kedalaman
100 Ω m	25.40 Ω	52,35 Ω	1.5 m
100 Ω m	21.50 Ω	29,85 Ω	3 m
100 Ω m	18.8 Ω	20,22 Ω	4.5
100 Ω m	7.60 Ω	16,74 Ω	6 m
100 Ω m	5.45 Ω	13,88 Ω	7.5m

Lampiran 4. Tabel hasil pengukuran dan perhitungan *Box Chamber 4*

$\rho(\pi - m)$	Pengukuran	perhitungan	kedalaman
100 Ω m	35.60 Ω	52,35 Ω	1.5 m
100 Ω m	22.55 Ω	29,85 Ω	3 m
100 Ω m	15.25 Ω	20,22 Ω	4.5
100 Ω m	9.55 Ω	11,84 Ω	9m
100 Ω m	5.22 Ω	9,12 Ω	12m
100 Ω m	1.44 Ω	8,24 Ω	13.5m









Lampiran 5. Tabel hasil pengukuran dan perhitungan *Box Chamber 5*

$\rho(\pi - m)$	Pengukuran	Perhitungan	kedalaman
100 Ω m	30.6 Ω	52,35 Ω	1.5 m
100 Ω m	25.20 Ω	29,85 Ω	3 m
100 Ω m	23.66 Ω	20,22 Ω	4.5
100 Ω m	21.33 Ω	16,76 Ω	6 m

Lampiran 6. Tabel hasil pengukuran dan perhitungan *Box Chamber 6*

$\rho(\pi - m)$	Pengukuran	Perhitungan	kedalaman
100 Ω m	33.45 Ω	52,35 Ω	1.5 m
100 Ω m	28.40 Ω	29,85 Ω	3 m
100 Ω m	26.10 Ω	20,22 Ω	4.5
100 Ω m	25.40 Ω	16,76 Ω	6 m

Lampiran 7. Gambar hasil pengukuran dan perbaikan pada Box Chamber

Box Chamber	Pengukuran	Perbaikan
1		
2		
3		
4		

5	 <p>A close-up photograph of a KYORITSU digital earth tester. The LCD display shows the number 21.33. The device is black with a blue border and features a red button labeled 'PRESS TO TEST' and a green button labeled 'LOCK'. A rotary switch is set to the 'EARTH VOLTAGE OFF' position. The KYORITSU logo and 'DIGITAL EARTH TESTER' are printed on the top right.</p>	 <p>A close-up photograph of a KYORITSU digital earth tester. The LCD display shows the number 1.86. The device is black with a blue border and features a red button labeled 'PRESS TO TEST' and a green button labeled 'LOCK'. A rotary switch is set to the 'EARTH VOLTAGE OFF' position. The KYORITSU logo and 'DIGITAL EARTH TESTER' are printed on the top right.</p>
6	 <p>A close-up photograph of a KYORITSU digital earth tester. The LCD display shows the number 25.40. The device is black with a blue border and features a red button labeled 'PRESS TO TEST' and a green button labeled 'LOCK'. A rotary switch is set to the 'EARTH VOLTAGE OFF' position. The KYORITSU logo and 'DIGITAL EARTH TESTER' are printed on the top right.</p>	 <p>A close-up photograph of a KYORITSU digital earth tester. The LCD display shows the number 1.89. The device is black with a blue border and features a red button labeled 'PRESS TO TEST' and a green button labeled 'LOCK'. A rotary switch is set to the 'EARTH VOLTAGE OFF' position. The KYORITSU logo and 'DIGITAL EARTH TESTER' are printed on the top right.</p>