

Planning and Design of Grounding Systems for Building C and The Library at State Vocational High School 3 in Jambi City

Ario Fitrianto^{1*}, Dasrinal Tessel¹, Abdul Manab¹

¹ Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

*Corresponding Author, Email: ariofitriantotxtl3@gmail.com

Abstract

Electricity plays a vital role in modern buildings, but it carries the risk of causing short circuits and electric shocks. The grounding system serves to protect equipment and human safety by diverting excess current to the ground. The standard for the suitability of a grounding system is met if its resistance value is $\leq 5 \Omega$. This value is the recommended limit to ensure that the system can effectively divert fault current to the ground. This study employs a quantitative descriptive approach using observation and measurement techniques. The results indicate that the designed grounding system meets the PUIL 2020 standards. Based on the analysis of grounding resistance values obtained at building C 4,35 Ω and the library 3,25 Ω , both values fall within the safe limits specified by the standards. During the planning and design of grounding systems for building c and the library at state vocational high school 3 in jambi city, a single rod grounding system was used. This system employs a single rod electrode with a diameter of 12 mm, which is buried in the ground to serve as a current discharge path. Each building is designed to use 1 single rod electrode, installed at a depth of 2 m.

Keywords: Planning, Design, Grounding System.

1. Introduction

Listrik merupakan sumber energi yang sangat penting pada era modern. Perusahaan, baik milik pemerintah maupun swasta, serta sektor industri, sangat bergantung pada listrik untuk mendukung kegiatan operasional. Tanpa ketersediaan listrik, operasional akan terganggu karena berbagai perangkat, seperti lampu, komputer, printer, pendingin udara (AC), dan peralatan komunikasi, memerlukan pasokan energi listrik [1]. Pertumbuhan kebutuhan energi listrik di berbagai sektor mengalami peningkatan yang signifikan. Meskipun distribusi listrik yang merata memberikan banyak keuntungan, penggunaannya juga mengandung risiko, antara lain bahaya sengatan listrik yang berpotensi menimbulkan cedera serius hingga kematian. Instalasi sistem tenaga listrik yang aman dan andal merupakan salah satu fondasi utama dalam pembangunan bangunan modern. Untuk meminimalkan dampak negatif akibat sambaran petir, korsleting, dan gangguan arus listrik, perancangan instalasi harus dilakukan secara cermat dengan menggunakan material berkualitas tinggi serta perangkat proteksi yang memenuhi standar [2]. Keamanan dan keandalan instalasi listrik pada bangunan merupakan aspek yang sangat penting, karena gangguan listrik dapat menimbulkan kerugian material serta mengancam keselamatan jiwa. Perancangan instalasi listrik perlu mengadopsi pendekatan holistik dengan memastikan penggunaan komponen yang sesuai standar, penerapan sistem proteksi yang efektif, pemasangan instalasi pentanahan (grounding) yang tepat, serta penerapan standar keselamatan secara ketat [3]. Sistem kelistrikan yang andal dan aman memerlukan perhatian khusus terhadap sistem pentanahan (grounding), yang berfungsi melindungi peralatan listrik dari lonjakan tegangan. Pentanahan merupakan proses menghubungkan sirkuit atau peralatan listrik ke tanah untuk membuang arus lebih secara aman. Sistem pentanahan yang dirancang dan dipasang dengan baik dapat menjamin kinerja sistem

kelistrikan secara optimal, sedangkan pentanahan yang buruk berpotensi menurunkan kualitas dan keandalan sistem tersebut [4].

Hukum ohm menjelaskan hubungan antara arus listrik (I), hambatan (R), dan beda potensial (V) pada suatu konduktor, yang menyatakan bahwa arus berbanding lurus dengan beda potensial, selama suhu dan kondisi fisik konduktor tetap. Peningkatan tegangan akan menyebabkan peningkatan arus pada rangkaian. Secara matematis, hukum ini dinyatakan dalam persamaan $V = I \times R$ dengan satuan resistansi listrik dinyatakan dalam ohm (Ω), yang merupakan besaran kunci dalam hukum ohm [5][6].

Grounding merupakan sistem yang krusial dalam instalasi listrik untuk melindungi peralatan serta menjaga keselamatan manusia dari bahaya listrik. Setiap bangunan yang memiliki instalasi listrik, khususnya untuk penerangan, laboratorium komputer, dan peralatan elektronik, perlu dilengkapi dengan sistem grounding yang dirancang secara optimal [7]. Sistem ini berfungsi sebagai pengaman terhadap sengatan listrik, khususnya yang diakibatkan oleh sambaran petir, dengan menyalurkan kelebihan arus dan tegangan ke tanah, sehingga melindungi sistem kelistrikan dan individu di sekitarnya dari potensi bahaya [8][9]. Menurut (PUIL 2020), sistem pembumian dianggap layak apabila memiliki nilai resistansi $\leq 5 \Omega$, yang memastikan arus gangguan dapat dialirkan ke tanah secara efektif. Kinerja sistem pentanahan dipengaruhi oleh nilai resistansi tanah, semakin kecil nilai resistansi, semakin baik kemampuan sistem dalam mengalirkan arus berlebih. Faktor-faktor yang memengaruhi nilai resistansi antara lain jumlah dan kedalaman elektroda, jarak antar elektroda, jenis serta kondisi tanah, dan ukuran elektroda [10].

Perencanaan merupakan proses penetapan tujuan dan langkah-langkah secara cermat untuk mencapainya, yang mencakup kegiatan yang akan dilaksanakan di masa depan dengan pengaturan sumber daya secara efisien. Proses ini melibatkan pemanfaatan sumber daya manusia, sumber daya alam, dan sumber daya lainnya untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Perencanaan yang baik memiliki beberapa tujuan utama, antara lain: 1) Memberikan perlindungan dengan memastikan bahwa tujuan dan metode tetap selaras dengan dinamika masa depan, sehingga keputusan yang diambil lebih tepat dan memiliki risiko minimal, 2) Meningkatkan produktivitas melalui perumusan rencana yang komprehensif, terarah, dan tepat sasaran [11]. Perencanaan memiliki peranan krusial sebelum melangkah ke tahap berikutnya, karena berfungsi menentukan arah pencapaian tujuan. Tanpa perencanaan yang cermat dan terstruktur, pelaksanaan pekerjaan berpotensi terganggu, tidak terarah, serta memengaruhi pencapaian hasil akhir yang diharapkan [12].

Perancangan merupakan tahap perencanaan yang menetapkan langkah-langkah yang akan dilakukan dengan memanfaatkan berbagai metode yang relevan. Proses ini mencakup penjabaran struktur utama, rincian setiap komponen, serta identifikasi berbagai kendala yang berpotensi muncul selama pelaksanaan [13]. Perancangan merujuk pada proses pendeskripsian, perencanaan, dan penyusunan elemen-elemen independen sehingga membentuk satu kesatuan fungsional yang utuh. Proses perancangan memiliki dua tujuan utama, antara lain: 1) Memenuhi kebutuhan pengguna, 2) Menyediakan gambaran yang jelas bagi pihak-pihak terkait lainnya [14].

2. Material and methods

Dalam penelitian ini digunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan teknik observasi sebagai metode pengumpulan data. Metode deskriptif dipilih karena mampu menyajikan gambaran yang jelas dan terstruktur mengenai objek atau subjek penelitian sesuai dengan kondisi aktual. Tujuan penggunaannya adalah untuk menguraikan fakta dan karakteristik objek secara sistematis serta terperinci. Sementara itu, metode kuantitatif

digunakan untuk memungkinkan pengumpulan dan pengolahan data secara numerik, sehingga diperoleh hasil penelitian yang akurat dan optimal.

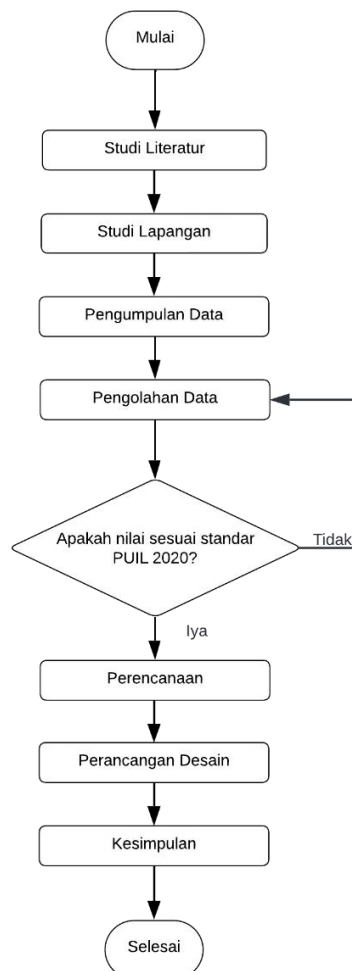
2.1 Alat dan Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian ini, diperlukan beberapa alat dan bahan yang berfungsi untuk mendukung proses pengumpulan, pengolahan, dan analisis data. Pemilihan alat dan bahan penelitian dilakukan dengan mempertimbangkan relevansi terhadap tujuan penelitian, jenis data yang dibutuhkan, serta ketepatan dan keandalan hasil yang diharapkan. Berikut adalah beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Digital Earth Tester
2. Meteran (alat ukur panjang)
3. Martil
4. Elektroda Batang Tunggal 12 mm (0,8 m)
5. Laptop

2.2 Alur Penelitian

Diagram Alur Penelitian menggambarkan langkah-langkah teratur dari tahap awal hingga akhir dalam penelitian, menetapkan tujuan dan orientasi tugas akhir. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

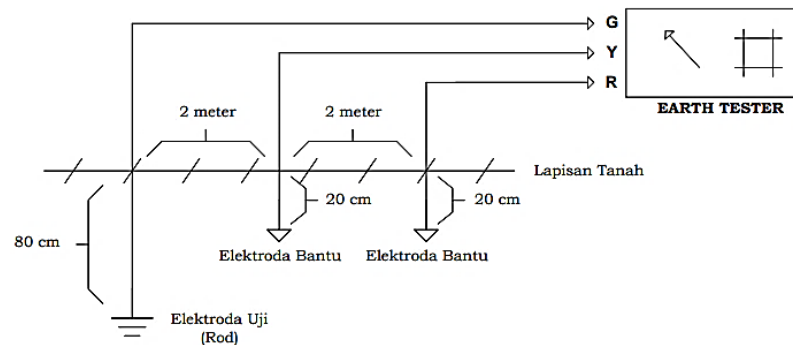


Gambar 1: Diagram Alur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk memperoleh informasi dari berbagai sumber terkait topik sistem grounding. Tahap berikutnya adalah studi lapangan guna mendukung pengumpulan data serta memahami permasalahan berdasarkan hasil studi literatur. Data yang dikumpulkan meliputi lokasi titik pengukuran, kedalaman elektroda, dan nilai resistansi pentanahan. Selanjutnya, data diolah untuk menghitung resistivitas tanah dan nilai rata-rata resistansi pentanahan. Dalam perencanaan sistem grounding, aspek yang dipertimbangkan mencakup pemilihan komponen, penentuan lokasi penanaman elektroda, dan jenis elektroda yang digunakan. Perancangan dilakukan menggunakan AutoCAD untuk gambar dua dimensi (2D) dan SketchUp untuk tiga dimensi (3D). Tahap akhir adalah perhitungan rencana anggaran biaya, yang mencakup total biaya material dan upah pekerja.

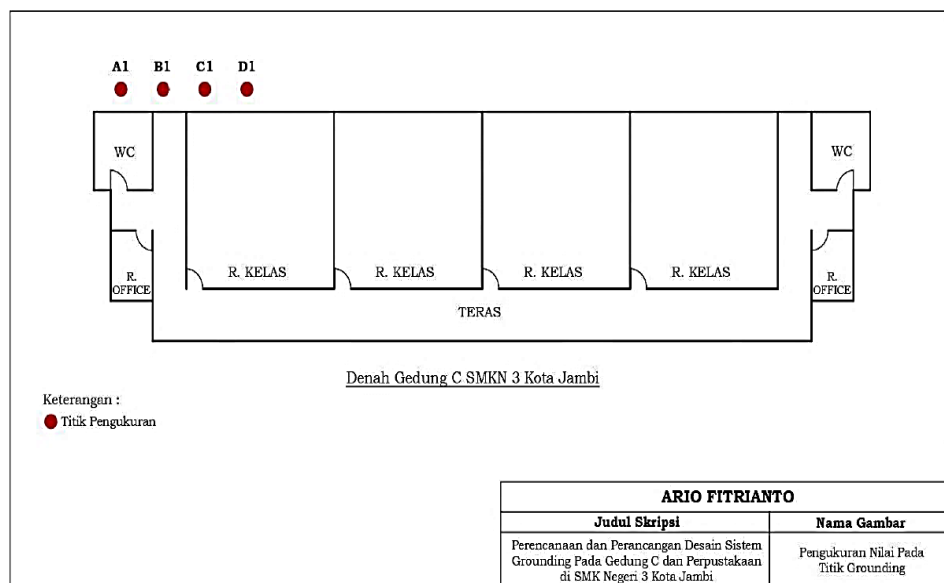
3. Results and discussion

Pengukuran nilai grounding di gedung C dan gedung perpustakaan dilakukan menggunakan alat ukur Earth Tester. Metode yang digunakan dalam pengukuran ini adalah metode tiga titik (Fall Of Potential). Untuk diagram rangkaian pengukuran nilai grounding dapat dilihat pada Gambar 2.

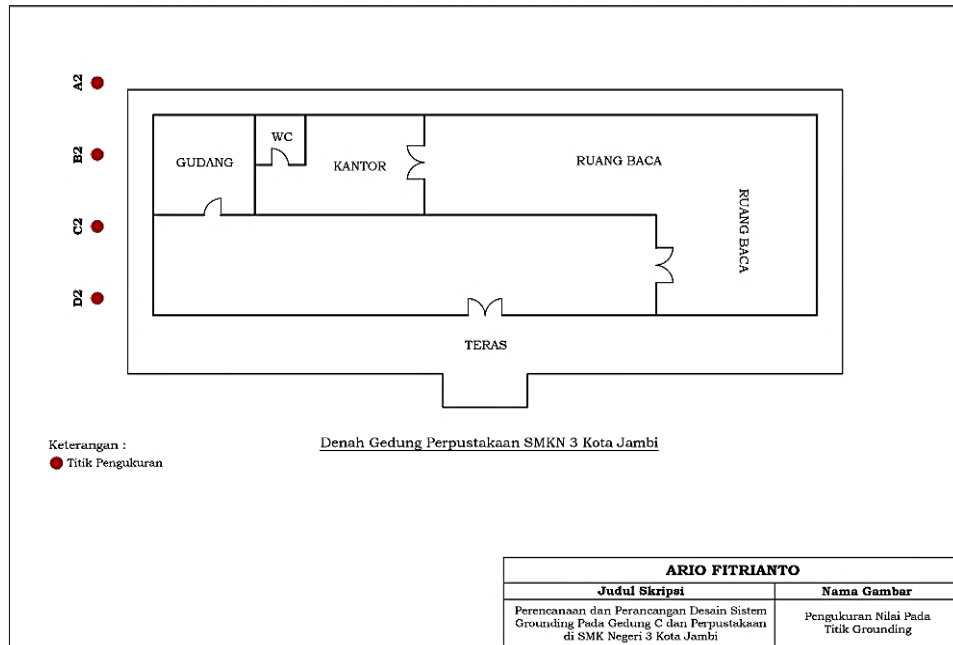


Gambar 2: Rangkaian Pengukuran Grounding

Pengukuran kemudian dilakukan di gedung C dan Perpustakaan SMK Negeri 3 Kota Jambi. Lokasi titik pengukuran serta data hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar dan tabel dibawah ini.



Gambar 3: Lokasi Titik Pengukuran Grounding Gedung C



Gambar 4: Lokasi Titik Pengukuran Grounding Perpustakaan

Tabel 1. Data Pengukuran Grounding Gedung C

No	Lokasi Titik Pengukuran	Kedalaman (m)	Resistansi Pentanahan (Ω)
1	A1	0,8	5,45 Ω
2	B1	0,8	6,27 Ω
3	C1	0,8	8,7 Ω
4	D1	0,8	15,8 Ω
Nilai rata - rata (Ω)			9,05 Ω

Tabel 2. Data Pengukuran Grounding Perpustakaan

No	Lokasi Titik Pengukuran	Kedalaman (m)	Resistansi Pentanahan (Ω)
1	A2	0,8	4,2 Ω
2	B2	0,8	6,8 Ω
3	C2	0,8	8,7 Ω
4	D2	0,8	7,4 Ω
Nilai rata - rata (Ω)			6,78 Ω

Data sistem grounding pada Gedung C dan Perpustakaan SMK Negeri 3 Kota Jambi diperoleh menggunakan elektroda batang tunggal berdiameter 12 mm dengan penanaman elektroda batang tunggal pada kedalaman 0,8 m. Nilai resistansi rata-rata yang diperoleh sebesar 9,05 Ω dan 6,78 Ω . Kondisi tanah di lokasi merupakan tanah rawa dengan lapisan atas berupa tanah liat berbatu, sehingga nilai grounding masih melebihi standar yang direkomendasikan ($\leq 5 \Omega$). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menurunkan nilai grounding tersebut. Nilai tahanan jenis tanah (ρ) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

- 1) Perhitungan tahanan jenis tanah (ρ) pada gedung C

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

$$9,05 = \frac{\rho}{2 \times 3,14 \times 0,8} \ln\left(\frac{4 \times 0,8}{0,012} - 1\right)$$

$$9,05 = \frac{\rho}{5,024} \ln\left(\frac{3,2}{0,012} - 1\right)$$

$$9,05 = \frac{\rho}{5,024} \times 4,58$$

$$\rho = \frac{45,467}{4,58}$$

$$\rho = 9,92 \, \Omega\text{m}$$

- 2) Perhitungan tahanan jenis tanah (ρ) pada perpustakaan

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

$$6,78 = \frac{\rho}{2 \times 3,14 \times 0,8} \ln\left(\frac{4 \times 0,8}{0,012} - 1\right)$$

$$6,78 = \frac{\rho}{5,024} \ln\left(\frac{3,2}{0,012} - 1\right)$$

$$6,78 = \frac{\rho}{5,024} \times 4,58$$

$$\rho = \frac{34,06}{4,58}$$

$$\rho = 7,43 \, \Omega\text{m}$$

Nilai tahanan jenis tanah (ρ) pada gedung C dan perpustakaan masing-masing sebesar 9,92 Ωm dan 7,43 Ωm , yang mengindikasikan bahwa tanah di lokasi tersebut masih mengandung banyak unsur tanah rawa. Oleh karena itu, nilai resistansi grounding perlu dihitung kembali agar memenuhi standar $\leq 5 \, \Omega$, dengan menggunakan persamaan berikut.

Perhitungan Gedung C

- 1) Kedalaman Elektroda (L) = 1 m

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

$$R = \frac{9,92}{2 \times 3,14 \times 1} \ln\left(\frac{4 \times 1}{0,012} - 1\right)$$

$$R = \frac{9,92}{6,28} \ln\left(\frac{4}{0,012} - 1\right)$$

$$R = 1,58 \times 4,81$$

$$R = 7,6 \, \Omega$$

- 2) Kedalaman Elektroda (L) = 2 m

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

$$R = \frac{9,92}{2 \times 3,14 \times 2} \ln\left(\frac{4 \times 2}{0,012} - 1\right)$$

$$R = \frac{9,92}{12,56} \ln\left(\frac{8}{0,012} - 1\right)$$

$$R = 0,79 \times 5,5$$

$$R = 4,35 \, \Omega$$

Perhitungan perpustakaan

- 1) Kedalaman Elektroda (L) = 1 m

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

$$R = \frac{7,43}{2 \times 3,14 \times 1} \ln\left(\frac{4 \times 1}{0,012} - 1\right)$$

$$R = \frac{7,43}{6,28} \ln\left(\frac{4}{0,012} - 1\right)$$

$$R = 1,18 \times 4,81$$

$$R = 5,68$$

- 2) Kedalaman Elektroda (L) = 2 m

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

$$R = \frac{7,43}{2 \times 3,14 \times 2} \ln\left(\frac{4 \times 2}{0,012} - 1\right)$$

$$R = \frac{7,43}{12,56} \ln\left(\frac{8}{0,012} - 1\right)$$

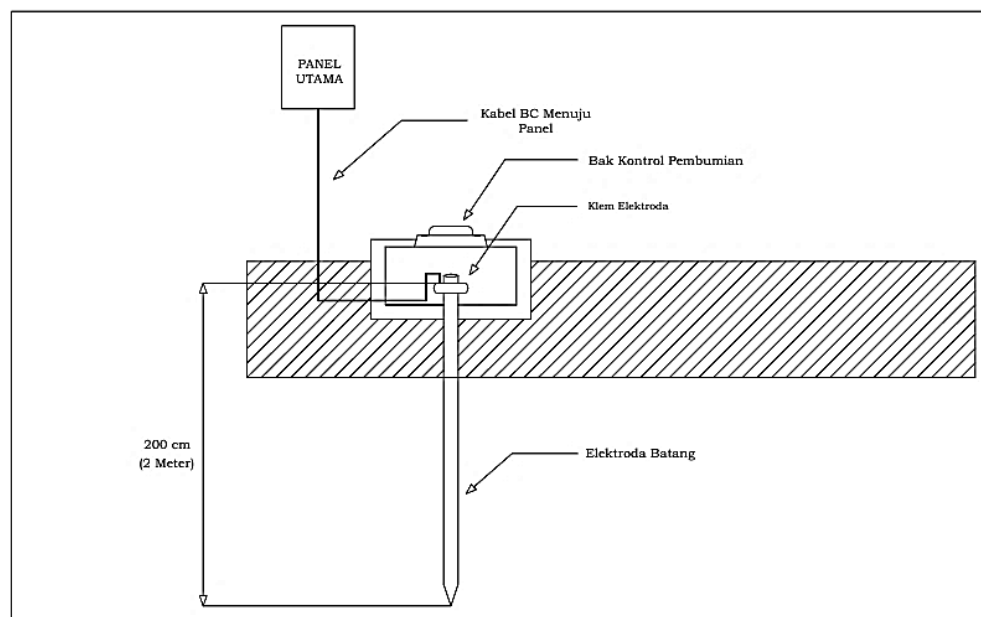
$$R = 0,59 \times 5,5$$

$$R = 3,25 \Omega$$

Berdasarkan perhitungan, untuk memenuhi standar grounding $\leq 5 \Omega$, sistem grounding di gedung C dan perpustakaan dapat dipasang di lokasi yang telah diukur. Solusi yang diusulkan adalah menggunakan elektroda batang tunggal dengan kedalaman 2 meter dan luas penampang 12 mm. Dengan spesifikasi ini, nilai resistansi yang diperoleh adalah 4,35 Ω di gedung C dan 3,25 Ω di perpustakaan.

Perancangan Desain Sistem Grounding

1) Perancangan Desain 2 Dimensi

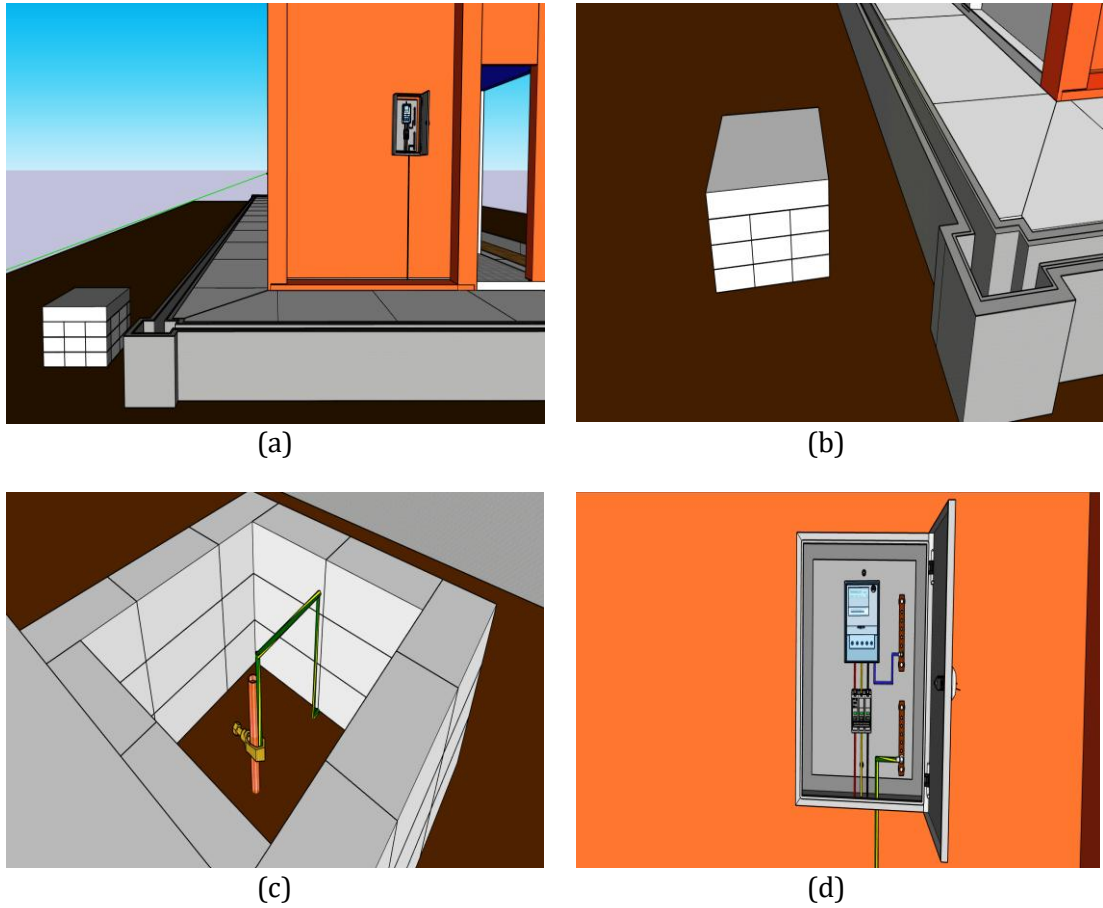


Gambar 5: Desain Rancangan Sistem Grounding 2D

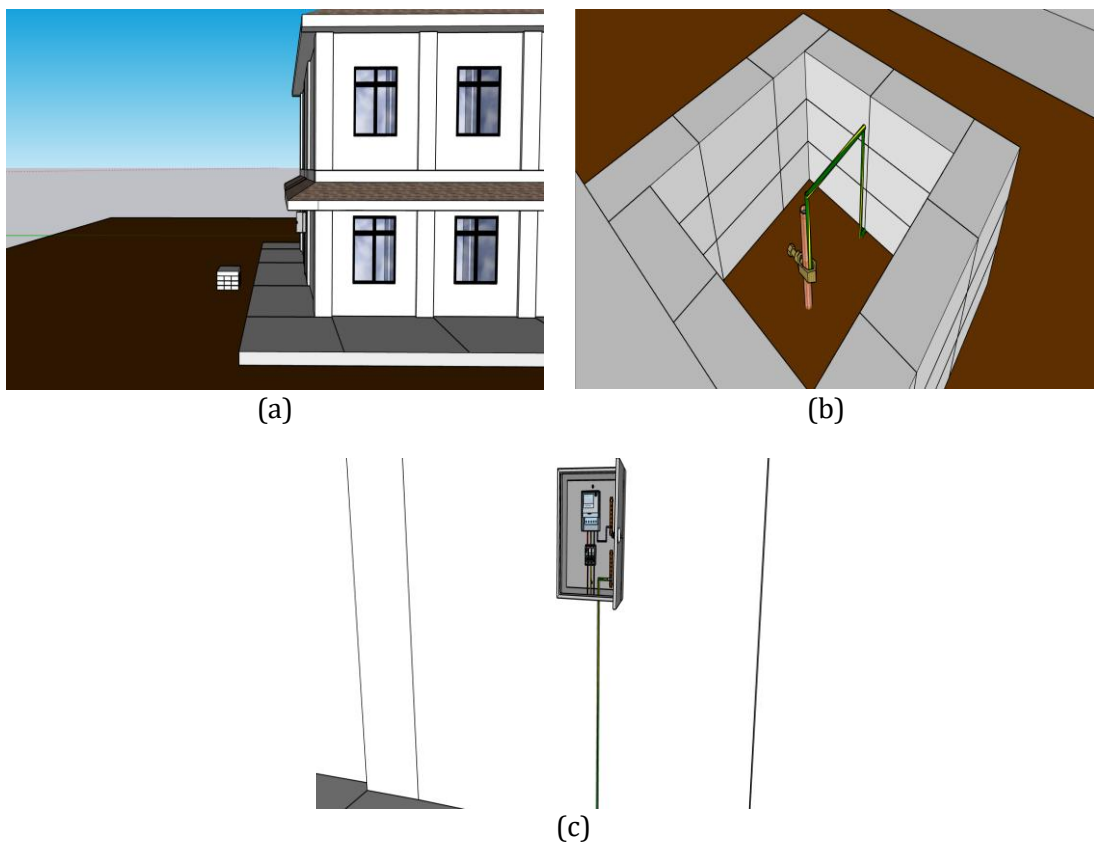
Setelah menyelesaikan desain 2 dimensi (2D), langkah selanjutnya adalah merancang model 3 dimensi (3D) menggunakan SketchUp. Transisi ini memungkinkan visualisasi yang lebih realistis dari sistem grounding yang akan diimplementasikan, dengan memodelkan setiap komponen, mulai dari elektroda hingga jalur kabel, dalam ruang 3 dimensi untuk memberikan gambaran jelas tentang interaksi sistem dengan lingkungan sekitarnya.

2) Perancangan Desain 3 Dimensi

Setelah menyelesaikan desain 2 dimensi (2D), langkah selanjutnya adalah membuat model 3 dimensi sistem grounding menggunakan SketchUp. Model ini memberikan visualisasi realistis dan komprehensif dari semua komponen penting, seperti elektroda, bak kontrol, penghantar konduktor, dan panel utama. Visualisasi jalur instalasi juga memudahkan identifikasi potensi masalah dan optimasi desain. Selain itu, model 3 dimensi (3D) berfungsi sebagai alat komunikasi efektif antara perancang, pelaksana, dan pihak terkait, memastikan pemahaman yang sama dan mengurangi risiko kesalahan dalam implementasi.



Gambar 6: Desain Rancangan Sistem Grounding 3D pada Gedung C



Gambar 7: Desain Rancangan Sistem Grounding 3D pada Perpustakaan

Hasil desain tiga dimensi (3D) sistem grounding menggunakan elektroda batang tunggal berdiameter 12 mm dengan panjang 2 m, ditanam vertikal hingga kedalaman yang ditentukan. Kabel penghantar berpenampang sesuai kapasitas arus gangguan yang ditempatkan dalam pipa pelindung PVC atau HDPE untuk mencegah kerusakan dan gangguan lingkungan. Jalur kabel dirancang menghubungkan elektroda dengan ground bus pada panel distribusi utama. Posisi elektroda ditempatkan minimal 1 m dari pondasi bangunan guna mengurangi arus bocor dan memastikan distribusi arus gangguan yang merata ke tanah.

4. Conclusion

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahap perencanaan sistem grounding telah memenuhi standar PUIL 2020. Berdasarkan analisis nilai tahanan grounding, gedung C memiliki nilai sebesar 4,35 Ω dan perpustakaan sebesar 3,25 Ω , keduanya berada dalam batas aman sesuai standar. Pada tahap perancangan, sistem grounding di gedung C dan perpustakaan SMK Negeri 3 Kota Jambi menggunakan tipe single rod. Sistem ini memanfaatkan elektroda batang tunggal berdiameter 12 mm yang ditanam ke dalam tanah sebagai jalur pelepas arus gangguan. Masing-masing bangunan dirancang menggunakan 1 elektroda batang tunggal dengan kedalaman 2 meter. Pemilihan konfigurasi ini disesuaikan dengan kebutuhan proteksi sistem kelistrikan serta kondisi tanah di kedua lokasi tersebut.

References

- [1]. H. Ponto, "Dasar Teknik Listrik", Yogyakarta: CV Budi Utama, 2018.
- [2]. R. Mubarak, R. N. Prasetyono, and Z. Alfarihi, "Analisis Sistem *Grounding* Menggunakan Elektroda *Ground Rod* Jenis Tembaga pada Gedung A dan D di Universitas Peradaban", *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 4, no. 2, pp. 100-107, 2022, doi: 10.20895/JTECE.V4I2.708.
- [3]. Ta'ali, A. B. Pulungan, Hambali, and Shalvadila, "Analisis Sistem *Grounding* di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang", *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional (JTEV)*, vol. 7, no. 2, pp. 320-327, 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i2.114819.
- [4]. T. Siahaan, and S. Laia, "Studi Pembumian Peralatan dan Sistem Instalasi Listrik pada Gedung Kantor BICTPT. PELINDO I (Persero) Belawan", *Jurnal Teknologi Energi Uda*, vol. 8, no. 2, pp. 96-101, 2019.
- [5]. A. B. Pulungan, Sukardi, Ta'ali, and M. Rianda, "Studi Kelayakan Sistem *Grounding* pada Gedung Olahraga Universitas Negeri Padang", *Jurnal Teknik Elektro Indonesia (JTEIN)*, vol. 3, no. 1, pp. 96-101, 2022, doi: 10.24036/jtein.v3i1.205.
- [6]. F. H. Nasution, "Pengaruh Penguasaan Hukum Ohm Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa pada Materi Pokok Daya Listrik Kelas IX MTS Padang Lawas Utara", *Jurnal PhysEdu Pendidikan Fisika IPTS*, vol. 5, no. 1, pp. 10-14, 2023.
- [7]. R. M. Yasu, and C. F. Hadi, "Pengaruh Tegangan Terhadap Besar Kuat Arus Listrik pada Persamaan Hukum Ohm", *Jurnal Zetroem*, vol. 3, no. 1, pp. 34-36, 2021.
- [8]. Y. H. Adelson, and Ta'ali, "Perancangan dan Pemasangan Sistem *Grounding* Laboratorium Komputer Kampus V Bukittinggi Universitas Negeri Padang", *Jurnal Teknik Elektro Indonesia (JTEIN)*, vol. 4, no. 1, pp. 297-305, 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i1.388.
- [9]. J. Arifin, "Pengukuran Nilai *Grounding* Terbaik pada Kondisi Tanah Berbeda", *Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 40-47, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.251.
- [10]. SNI 0225: 2020, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2020 (PUIL 2020)", Jakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2020.

- [11]. M. Arifudin, F. Z. Sholeha, and L. F. Umami, “*Planning* (Perencanaan) Dalam Manajemen Pendidikan Islam”, MA’ALIM: Jurnal Pendidikan Islam, vol. 2, no. 2, pp. 146-160, 2021.
- [12]. U. Albab, “Perencanaan Pendidikan Dalam Manajemen Mutu Terpadu Pendidikan Islam”, Jurnal Pendidik Anak Cerdas dan Pintar (PANCAR), vol. 5, no. 1, 2021.
- [13]. N. Azis, G. Pribadi, and M. S. Nurcahya, “Analisa dan Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris Dasar Berbasis Android”, Jurnal IKRA-ITH Informatika, vol. 3, no. 3, 2020.
- [14]. F. Fariyanto, Suaidah, and F. Ulum, “Perancangan Aplikasi Pemilihan Kepala Desa Dengan Metode UX *Design Thinking* (Studi Kasus: Kampung Kuripan)”, Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI), vol. 2, no. 2, pp. 52-60, 2021.
- [15]. H. Hendrik, H. Tumaliang, and G. M. Ch. Mangindaan, “Analisa Pengaruh Struktur Tanah Terhadap Impedansi Grounding”, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, vol. 12, no. 1, pp. 35-42, 2023.