

Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang dan Elektroda Mesh dengan Penambahan Bentonit dan Garam Murni (NaCl), Studi Kasus ; ITERA

Dean Corio¹, Kiki Kananda², Neri³, Khansa Salsabila S⁴

^{1,2,4}Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera

³SMK-PP N Padang Mengatas

¹dean.corio@el.itera.ac.id

Intisari — Pentanahan merupakan hal penting untuk melindungi sistem tenaga listrik. ITERA sebagai kampus baru dan pada tahap pengembangan membutuhkan pengujian sistem pentanahan untuk rencana pembangunan fasilitas dan fasilitas pendukung kegiatan kampus. Semua bangunan harus memiliki keandalan pentanahan sehingga gangguan pada peralatan listrik dan elektronik tidak membahayakan keselamatan. Faktor tanah menjadi salah satu parameter penting karena memiliki karakteristik nilai resistansi berbeda yang tergantung pada jenis tanah, jenis sistem pentanahan, suhu, kelembaban, kandungan elektrolit dalam tanah dan lainnya. Untuk alasan ini, perlu untuk membangun sebuah sistem yang cocok dengan karakteristik tanah ITERA sehingga nilai resistansi tanah yang kecil tercapai dan mencapai titik aman, maksimum 5 Ω (PUIL 2000). Uji pentanahan dilakukan dengan menggunakan metode variasi kedalaman dari dua jenis elektroda dan variasi konsentrasi dua jenis zat tambahan. Pada penelitian ini digunakan garam dan bentonite sebagai zat campur tanah. Pada kondisi awal dengan variasi kedalaman 20 cm hingga 100 cm pada dua jenis elektroda tanpa penambahan zat tambahan diketahui bahwa resistansi bumi di atas 5 Ω yang tidak mencapai kondisi aman. Penambahan bentonit dan garam menyebabkan resistensi tanah berkurang dengan meningkatnya konsentrasi zat aditif dan meningkatnya kedalaman implantasi elektroda. Nilai resistansi tanah yang aman dapat diperoleh dengan menggunakan elektroda mesh pada konsentrasi 7 kg garam dengan kedalaman 30 cm dan 40 cm pada konsentrasi 7 kg bentonit, sedangkan menggunakan elektroda batang, nilai aman dapat diperoleh dengan menambahkan 7 kg garam atau 7 kg bentonit pada kedalaman 80 cm.

Kata kunci — bentonit, elektroda, garam (NaCl), petanahan.

Abstract — Grounding is important things to protect the electric power system. Itera as a new campus and at the stage of development requires grounding system testing for plans of constructing facilities and supporting facilities campus activities. All buildings must have grounding reliability so that interference with electrical and electronic equipment does not endanger safety. Soil factor becomes one of the important parameters because it has different resistance value characteristics which depends on the type of soil, the type of grounding system, temperature, humidity, electrolyte content in the soil and others. For this reason, it is necessary to build a system that matches the characteristics of the ITERA's soil so that a small resistance value of the soil is reached and reaches a safe point, maximum of 5 Ω (PUIL 2000). The grounding test was carried out using the depth variation method of the two types of electrodes and variations of concentration of two types of additives substances. In this study salt and bentonite were used as soil mixing agents. In the initial conditions with a depth variation of 20 cm to 100 cm in the two types of electrodes without the addition of additives substances it is known that the earth resistance is above 5 Ω which does not reach a safe condition. Addition of bentonite and salt causes the soil resistance to decrease with increasing concentrations of additives substances and increasing depth of electrode implantation. The safe value of soil resistances can be obtained using a mesh electrode at a concentration of 7 kg of salt with a depth of 30 cm and 40 cm at a concentration of 7 kg of bentonite, whereas using a rod electrode, a safe value can be obtained by adding 7 kg of salt or 7 kg of bentonite at a depth of 80 cm.

Keywords — bentonite, electrode, salt (NaCl grounding).

I. PENDAHULUAN

Institut Teknologi Sumatera merupakan Perguruan Tinggi Negeri Baru (PTNB) yang masih tumbuh dari segi pembangunan infrastruktur. Setiap gedung yang dibangun direncanakan untuk andal dalam kelistrikan, sehingga di butuhkan proteksi untuk sistem kelistrikannya.

Proteksi sistem tenaga listrik sangat penting dilakukan, salah satunya adalah pentanahan. Pentanahan bertujuan untuk memproteksi arus lebih akibat gangguan dari sistem ke beban, sedemikian hingga sistem berada pada kondisi aman untuk beroperasi, baik ketika normal maupun ketika terjadi gangguan. Pentanahan dilakukan untuk mendapatkan nilai resistansi tanah yang relatif kecil, sehingga arus gangguan segera teralirkan dan terdistribusi merata ke dalam tanah.

Proteksi pada peralatan pentanahan juga perlu dilakukan. Peralatan pentanahan adalah peralatan yang menghubungkan kerangka atau *body* peralatan ke tanah. Misalnya dipasang pada trafo, generator, motor, pemutus dan peralatan lain sehingga aman bagi lingkungan. Pada kerangka peralatan yang terbuat dari logam biasanya ada tegangan sentuh, yang dapat membahayakan operatornya.

Faktor tanah menjadi salah satu parameter penting karena mempunyai karakteristik nilai tahanan yang berbeda dan besar kecilnya nilai tahanan bergantung pada jenis tanah, jenis sistem pentanahan, suhu, kelembaban, kandungan elektrolit dalam tanah dan lain-lain [1][2]. Untuk itu perlu dibangun sistem yang sesuai dengan karakteristik tanah tersebut sedemikian hingga didapatkan nilai resistansi tanah yang kecil dan mencapai titik aman. Untuk memperkecil nilai tahanan pentanahan dapat dilakukan dengan menambahkan zat aditif sewaktu membangun sistem pentanahan [3].

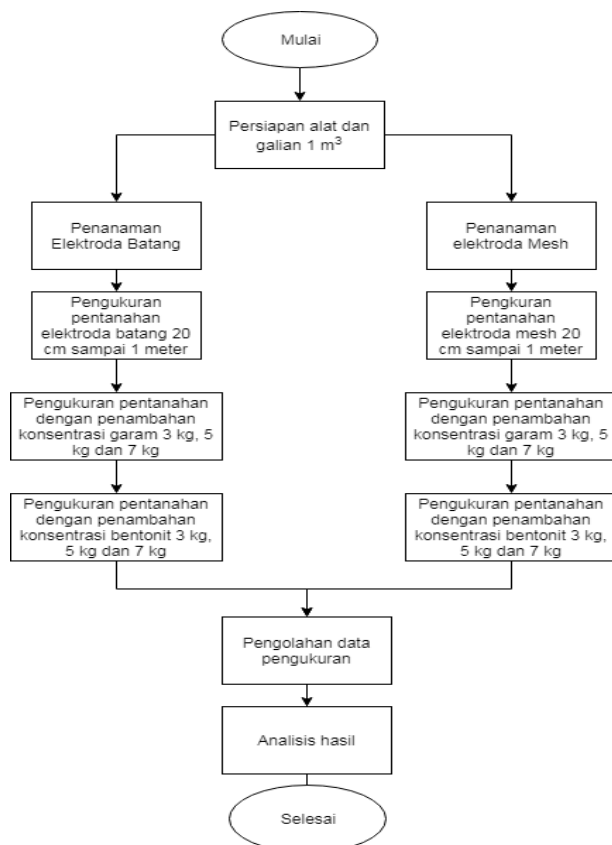
Pada penelitian ini zat yang ditambahkan adalah garam dan bentonit. Penambahan zat aditif ini juga tidak bisa bertahan lama, sehingga perlu dievaluasi secara berkala, minimal setiap 6 bulan untuk mengetahui kelayakan sistem pentanahan (*PUIL 2000*). Penambahan zat aditif pada pentanahan efektifnya adalah 3 sampai 5 tahun, dan juga pada dosis tertentu zat aditif ini akan bersifat korosif. Untuk proteksi sistem tenaga listrik, pentanahan dilakukan pada netral peralatan yang dihubungkan ke tanah. Pada keadaan seimbang, tidak ada arus yang mengalir pada elektroda pentanahan. Arus akan mengalir jika terjadi gangguan dan/atau fasa tidak seimbang. Penelitian ini akan membandingkan penggunaan garam murni (NaCl) dan bentonit yang dikombinasikan dengan elektroda batang dan elektroda mesh.

II. METODOLOGI

Penelitian ini diharapkan mampu membuat tahanan pentanahan $< 5 \Omega$, sesuai dengan ketentuan *PUIL 2000* yang menyebutkan bahwa tahanan pentanahan total seluruh sistem tidak boleh lebih dari 5Ω [4]. Metode yang dilakukan adalah dengan membandingkan elektroda mesh dan elektroda batang yang ditambahkan zat aditif berupa garam dan bentonit dengan variasi konsentrasi dan kedalaman tanam elektroda [3][5][6], selanjutnya dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1. Pada penelitian ini disiapkan lubang galian untuk pengujian $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$, dua buah elektroda batang dan dua buah elektroda mesh, serta megger untuk mengukur nilai tahanan. Pengujian dilakukan dengan menanam elektroda batang, kemudian mengukur nilai tahnannya di kedalaman 20 cm sampai 100 cm untuk mengetahui nilai tahanan awal sebelum ditambahkan zat aditif. Selanjutnya pada lubang galian elektroda batang pertama ditambahkan zat adiktif bentonit sebanyak 3

kg, 5 kg, dan 7 kg, dan dilakukan pengukuran nilai tahanan pada kedalaman 20 cm hingga 100 cm pada tiap konsentrasi zat aditif tersebut. Lubang galian elektroda batang kedua ditambahkan zat aditif garam sebanyak 3kg, 5 kg, dan 7 kg, dan dilakukan pengukuran nilai tahanan pada kedalaman 20 cm hingga 100 cm pada tiap konsentrasi zat aditif tersebut. Langkah-langkah yang sama juga dilakukan pada pengujian nilai tahanan menggunakan elektroda batang tanpa penambahan zat aditif dan dengan penambahan zat aditif dengan tingkat kedalaman penanaman 20 cm sampai 100 cm. Setelah data pengukuran diperoleh, kemudian dilakukan pengolahan data untuk melihat perubahan nilai tahanan tanah pada dua jenis elektroda dengan variasi konsentrasi zat aditif dan kedalaman tanam elektroda.

Hasil pengolahan data kemudian dianalisis untuk mengetahui bagaimana jenis elektroda, variasi konsentrasi zat aditif, dan kedalaman tanam elektroda dapat mempengaruhi nilai tahanan tanah, sehingga dapat disimpulkan kedalaman dan konsentrasi dimana tahanan pentanahan mencapai kondisi aman.



Gbr.1 Diagram Alir Pengujian Pentanahan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

A. Pengukuran Pentanahan tanpa Zat Aditif

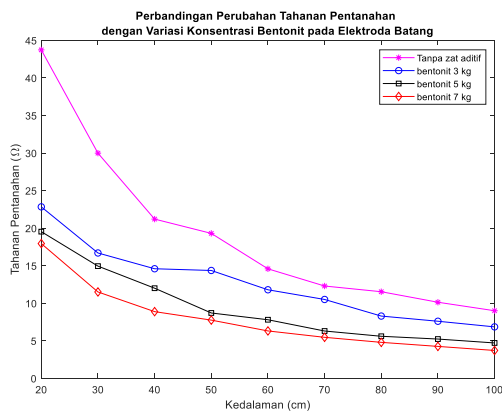
Pada kondisi awal yaitu sebelum ditambahkan zat adiktif, dilakukan pengukuran nilai tahanan pentanahan dengan variasi kedalaman 20 cm sampai 100 cm menggunakan dua jenis elektroda, yaitu elektroda batang dan elektroda mesh. Pengukuran ini dilakukan untuk mendapatkan parameter perbandingan antara kondisi sebelum ditambahkan zat aditif dan setelah ditambahkan zat aditif dengan variasi kedalaman elektroda.

Tahanan pentanahan yang diukur pertama kali adalah dengan menggunakan elektroda batang. Terlihat pada Gambar 2. dimana tahanan pentanahan semakin turun ketika elektroda batang ditanam lebih dalam. Walaupun begitu angka penurunan tidak mencapai titik aman yang disarankan, nilai tahanan pengukuran di kedalaman 100 cm masih berada di angka 9,02 ohm. Hasil yang sama diperoleh dari pengukuran menggunakan elektroda mesh, yaitu tahanan pentanahan semakin menurun setiap pertambahan kedalaman elektroda, namun tidak mencapai titik aman. Pada kedalaman 100 cm didapatkan angka tahanan pentanahannya 5,28 ohm atau turun 41 % dibandingkan elektroda batang.

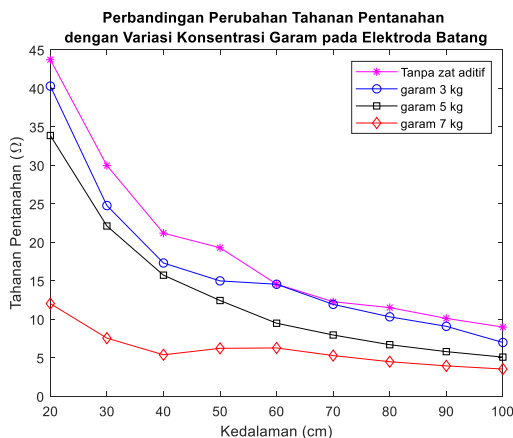
B. Elektroda Batang dengan Zat Aditif

Pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan dua elektroda batang yang masing-masing ditanam di tengah galian A dan B. Galian A ditimbun dengan tanah campuran bentonit sebanyak 3 kg/m³, sedangkan galian B ditimbun dengan tanah campuran garam sebanyak 3 kg/m³. Kemudian pada masing-masing galian dilakukan pengukuran dengan variasi kedalaman elektroda batang sehingga diperoleh data pengukuran seperti pada grafik biru Gambar 2 untuk penambahan 3 kg/m³ bentonit dan grafik biru Gambar 3 untuk penambahan 3 kg/m³ garam. Grafik biru.

Gambar 2 menunjukkan pada penambahan kedalaman elektroda batang dengan 3 kg/m^3 bentonit menyebabkan semakin kecilnya nilai tahanan pentanahannya, yaitu rata-rata turun sebanyak 29% dari kondisi tanpa bentonit. Hal yang sama juga terjadi pada pengukuran tahanan pentanahan yang ditunjukkan oleh Gambar 3, yaitu pada penambahan kedalaman elektroda batang dengan 3 kg/m^3 garam menyebabkan nilai tahanan pentanahan menjadi semakin kecil, yaitu rata-rata turun sebanyak 12% dari kondisi tanpa garam.



Gbr.2 Perbandingan Perubahan Tahanan Pentanahan Dengan Variasi Konsentrasi Bentonit Pada Elektroda Batang



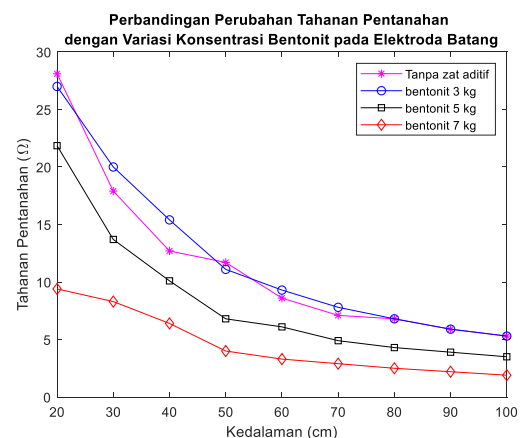
Gbr.3 Perbandingan Perubahan Tahanan Pentanahan Dengan Variasi Konsentrasi Garam Pada Elektroda Batang

Pengujian kedua yaitu dengan menambahkan kembali 2 kg bentonit ke lubang galian A sehingga total campuran menjadi 5 kg/m^3 dan melakukan pengukuran pada variasi kedalaman elektroda batang.

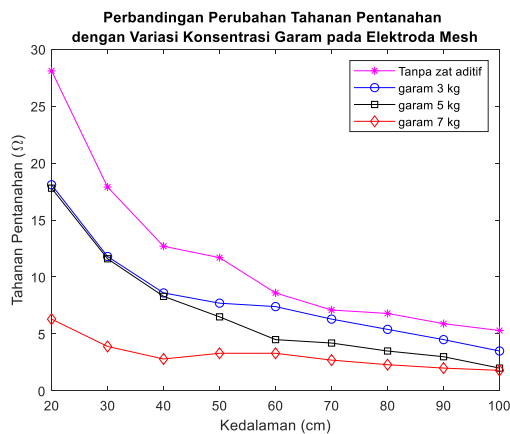
Hasil pengukuran menunjukkan pada variasi kedalaman elektroda batang terjadi penurunan nilai tahanan pentanahan untuk semakin naiknya penambahan kedalaman. Grafik perubahan tahanan pentanahan pada variasi kedalaman ini ditunjukkan oleh Gambar 2 yaitu pada grafik berwarna hitam. Penurunan nilai tahanan pentanahan rata-rata sebesar 50% dari kondisi tanpa bentonit. Perlakuan yang sama juga diberikan pada lubang galian B, yaitu menambahkan kembali 2 kg garam sehingga total campuran menjadi 5 kg/m^3 . Hasil pengukuran juga menunjukkan penurunan nilai tahanan pentanahan untuk semakin bertambahnya kedalaman elektroda batang (grafik hitam Gambar 3) yaitu rata-rata sebesar 34% dari kondisi tanpa garam. Uji tahanan pentanahan dengan penambahan bentonit dan garam dengan variasi kedalaman dilakukan hingga total campuran dalam tanah mencapai 7 kg/m^3 . Pada total campuran sebanyak ini, nilai tahanan pentanahan rata-rata turun sebesar 58% dari keadaan tanpa bentonit pada variasi kedalaman elektroda, sedangkan pada total campuran garam 7 kg/m^3 menyebabkan nilai tahanan pentanahan rata-rata turun sebesar 65% dari keadaan tanpa garam pada variasi kedalaman elektroda.

c. Elektroda Mesh dengan Zat Aditif.

Elektroda mesh yang dibuat dengan tembaga, ditanam bervariasi, sehingga didapatkan data tahanan seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gbr.4 Perbandingan Perubahan Tahanan Pentanahan Dengan Variasi Konsentrasi Bentonit Pada Elektroda Mesh



Gbr.5 Perbandingan Perubahan Tahanan Pentanahan Dengan Variasi Konsentrasi Garam Pada Elektroda Mesh

Lubang galian C digunakan untuk mengukur nilai tahanan pentanahan menggunakan elektroda mesh dengan variasi kedalaman dan penambahan zat aditif bentonit, sedangkan lubang galian D digunakan untuk mengukur nilai tahanan pentanahan menggunakan elektroda mesh dengan variasi kedalaman dan penambahan zat aditif garam.

Grafik pengukuran berwarna biru pada Gambar 4 menunjukkan perubahan nilai tahanan pentanahan di variasi kedalaman elektroda mesh ketika diberikan campuran bentonit sebanyak 3 kg yaitu semakin kecil seiring dengan bertambahnya kedalaman elektroda mesh. Pada kedalaman 20 cm, nilai tahanan pentanahannya sebesar 27,91 Ω , kemudian menurun menjadi 18,67 Ω , hingga pada kedalaman 100 cm, nilai tahanan menjadi 5,35 Ω . Namun nilai tahanan pentanahan pada lubang galian C yang ditambahkan 3 kg bentonit ini belum mengalami penurunan dibandingkan dengan kondisi tanpa bentonit. Hal yang berbeda tampak pada hasil pengukuran nilai tahanan pentanahan pada lubang galian D yang diberikan campuran 3 kg garam. Grafik berwarna biru pada Gambar 5 memperlihatkan terdapat penurunan nilai tahanan pentanahan dibandingkan kondisi tanpa garam yaitu rata-rata sebesar 27%. Nilai tahanan pentanahan juga semakin kecil pada penambahan kedalaman elektroda mesh.

Sama seperti pengujian pada penambahan zat aditif menggunakan elektroda batang, pengujian ini juga dilakukan dengan menambahkan 2 kg bentonit ke lubang galian C dan 2 kg garam ke lubang galian D,

sehingga total campuran pada tiap lubang sebanyak 5 kg. Dengan 5 kg bentonit, nilai tahanan pentanahan semakin kecil ketika kedalaman elektroda mesh semakin besar (grafik hitam Gambar 4), hingga mencapai 3,57 Ω di kedalaman 100 cm. Rata-rata penurunan nilai tahanan pentanahan sebesar 30%. Kemudian hasil pengukuran dengan 5 kg garam diperoleh grafik berwarna hitam pada Gambar 5 yang menunjukkan nilai tahanan pentanahan akan semakin kecil seiring dengan bertambahnya kedalaman elektroda mesh. Rata-rata penurunan nilai tahanan pentanahannya yaitu 42% dibandingkan kondisi tanpa 5 kg garam.

Pada total campuran 7 kg bentonit diperoleh hasil pengukuran seperti ditunjukkan oleh grafik merah pada Gambar 4. grafik ini memperlihatkan nilai tahanan pentanahan semakin kecil seiring dengan bertambahnya kedalaman elektroda mesh dan menyebabkan rata-rata penurunan nilai tahanan pentanahan sebesar 36% dibandingkan kondisi tanpa bentonit. Pada campuran garam dengan total 7 kg juga menyebabkan nilai tahanan pentanahan semakin kecil setiap bertambahnya kedalaman elektroda mesh. Hubungan ini ditunjukkan oleh grafik berwarna merah pada Gambar 5. Rata-rata penurunan nilai tahanan pentanahan sebesar 69% dibandingkan kondisi tanpa diberikan campuran garam.

IV. PENUTUP

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Pertambahan kedalaman elektroda baik elektroda batang maupun elektroda mesh akan menurunkan nilai tahanan pentanahan. Namun dengan variasi kedalaman hingga 100 cm belum mencapai nilai tahanan pentanahan aman.
- Pada penggunaan elektroda batang dengan penambahan 5 kg campuran bentonit pada tanah dapat membuat tahanan pentanahan mencapai titik aman di kedalaman 100 cm, sedangkan penambahan 7 kg bentonit dapat membuat tahanan pentanahan

mencapai titik aman di kedalaman 80 cm.

- Pada penggunaan elektroda batang dengan penambahan 7 kg campuran garam pada tanah dapat membuat tahanan pentanahan mencapai titik aman di kedalaman 80 cm.
- Pada penggunaan elektroda mesh dengan penambahan 5 kg campuran bentonit pada tanah dapat membuat tahanan pentanahan mencapai titik aman di kedalaman 70 cm, sedangkan penambahan 7 kg bentonit dapat membuat tahanan pentanahan mencapai titik aman di kedalaman 40 cm.
- Pada penggunaan elektroda mesh dengan penambahan 3 kg campuran garam pada tanah dapat membuat tahanan pentanahan mencapai titik aman di kedalaman 90 cm, sedangkan penambahan 5 kg garam dapat membuat tahanan pentanahan mencapai titik aman di kedalaman 60 cm, dan penambahan 7 kg campuran garam dapat membuat tahanan pentanahan mencapai titik aman di kedalaman 30 cm.

ACKNOWLEDGEMENT

Penulis mengucapkan terima kasih atas pendanaan oleh Institut Teknologi Sumatera melalui program Hibah Mandiri ITERA Smart dengan SK No. 808/PPK/SK/XI/2016

REFERENSI

- [1] Pabla, A.S. 1994. Sistem Distribusi Daya Listrik. Jakarta: Erlangga.
- [2] Jamaluddin, et.all. 2015. Penentuan Kedalaman Elektroda pada Tanah Pasir dan Kerikil Kering untuk Memperoleh Nilai Tahanan Pentanahan yang Baik. *jTE-U*, Vol. 1, No. 1, Dzulhijjah 1436 H/Oktober 2015.
- [3] Hakim, Muhamad Azizul, et.all. 2018. Analisis Pengaruh Penambahan Bentonit dan Garam NaCl untuk Mereduksi Resistansi Pentanahan dengan Variasi Kedalaman Elektroda dan Variasi Konsentrasi. *Transient*, Vol. 7, No. 2. ISSN: 2302-9927, 523.
- [4] BSN. 2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000). SNI 04-0225-2000.
- [5] Ponadi, Acep. 2014. Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang (ROD) Jenis Crom Tembaga, Aluminium, Besi dengan Media Tanah Pasir, Lumpur, dan Tanah Liat. *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha* Vol. 3, No. 2. ISSN: 2089-6697.
- [6] Rudi, et.all. 2018. Analisis Sistem Pembumian Berbentuk Jaring (GRID) pada Gardu Induk 150 Kv di Jalan Sunan Derajat Kecamatan Lamongan, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. *Jurnal UM Surabaya* Vol. 1, No.1.