

PENYULUHAN

MANFAAT PENGGUNAAN GROUNDING PADA LAHAN RAWA

**DESA KARANG ANYAR KECAMATAN MUARA PADANG
KABUPATEN BANYUASIN PROVINSI SUMATERA SELATAN**



Oleh :

**RAHMAWAN SINAGA
NIM : 18420082**

**DIAN EKA PUTRA
NIDN 0226077901**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PALEMBANG
TAHUN 2022**

LAPORAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT

Judul : Manfaat Penggunaan Grounding Pada Lahan Rawa Desa
Karang Anyar Kecamatan Muara Padang Kabupaten Banyuasin
Provinsi Sumatera Selatan

Ketua Penyuluh

a. Nama Lengkap : **Rahmawan Sinaga**
b. NIM : 0226077901
c. Jabatan : Mahasiswa
d. Program Studi : Teknik Elektro

Anggota Penyuluh

a. Nama Lengkap : **Dian Eka Putra, ST.,MT**
b. NIDN : 0226077901
c. Jabatan Fungsional : Lektor/ IIIc
d. Program Studi : Teknik Elektro

Lama Penyuluhan : 1 (satu) hari

Unit Kerja : Universitas Palembang

Tempat Pengabdian : Palembang

Waktu Pengabdian : 18 Juni 2022

Biaya Pengabdian : Rp 5.000.000,-

Sumber Dana : Lembaga Penelitian dan Pengabdian
Universitas Palembang

Fakultas Teknik Universitas Palembang
Dekan



Marliyus Sunarhati, S.T.,MT
NIDN. 0224076201

Palembang, Juni 2022
Ketua kelompok,



Dian Eka Putra, ST. MT
NIDN: 0226077901

Mengetahui,
LPPM Universitas Palembang



Dr. Ir. Asmawati, M.Sc.
NIDN. 0223056101

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah Subhanallahu Ta'ala yang selalu melimpahkan rahmat serta karunia-Nya yang tak terhingga, tak lupa sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada nabi Muhammad Sholallahu Allahi Wassalam beserta keluarga, sahabat, dan umatnya hingga akhir zaman dan kepada kedua orang tua yang telah memberikan do'a dan restu serta istri yang selalu mendukung sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah pengabdian kepada masyarakat di Desa Karang Anyar yang berjudul "MANFAAT PENGGUNAAN GROUNDING PADA LAHAN RAWA.

Kelancaran proses penulisan makalah ini tidak luput berkat arahan dan petunjuk serta kerjasamanya dari berbagai pihak, baik tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaikannya makalah ini. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Zulkifli S. Mukti, S.H., M.H selaku Rektor Universitas Palembang.
2. Bapak Marliyus Sunarhati, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Elektro Universitas Palembang.
3. Bapak Muhammad Hamzah selaku Kepala Desa Karang Anyar
4. Bapak M. Noh, Selaku Pemilik Lahan Penelitian.
5. Teman-teman Tim Riset S1 Teknik Elektro dan seluruh Dosen Universitas Palembang yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Apabila dalam penyusunan makalah ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan baik mengenai isi maupun cara penulisan, penulis memohon kritik dan saran yang membangun guna perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga segala bantuan dan bimbingan yang penulis dapatkan selama ini mendapatkan rahmat dan ridho dari Allah Subhanallahu Ta'ala. Demikianlah, semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi masyarakat desa Karang Anyar, Rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Universitas Palembang.

Palembang, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LAPORAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
ABSTRAK	vi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem pentanahan atau Grounding	4
2.2 Tujuan Sistem Pentanahan	6
2.3 Keuntungan Pentanahan	6
2.4 Jenis Jenis Pentanahan	7
2.4.1 Pentanahan sistem	7
2.4.2 Pentanahan Peralatan	8
2.4.3 Pentanahan Penangkal Petir	8
2.5 Macam Macam Pentanahan Peralatan.....	10
2.5.1 Tegangan Sentuh Tidak Langsung	11
2.5.2 Tegangan Langkah	12
2.5.3 Tegangan Eksplosur	14
2.6 Elektroda Pentanahan.....	15
2.6.1 Elektroda Bentuk Batang	16
2.6.2 Eletroda Tanam Vertikal	18
2.7 Faktor Mempengaruhi Tahanan Elektroda.....	19
2.8. Tahanan Jenis Tanah	20
2.8.1 Faktor Mempengaruhi Tahanan Jenis Tanah.....	21
2.9 Pengujian Elektroda	24
2.10 Syarat Bahan dan Mutu Elektroda	24
2.10.1 Sifat Mekanis Elektroda	25
2.11 Metode Pengukuran Tahanan Pentanahan	26
2.11.1 Pemansangan Sistem Grounding dan Pengukuran	27
BAB III LOKASI PENYULUHAN	29
3.1 Lokasi Penelitian	29
3.2 Material dan Alat.....	29
3.3 Metode Pengukuran.....	29
3.7.2 Pengukuran Resistansi Batang Pentanahan	30

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Analisa Resistansi Pentanahan	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	735
BAB VI DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	37

ABSTRAK

Dalam suatu kehandalan tenaga listrik banyak sekali aspek yang harus diperhatikan termasuk aspek sistem proteksi Pentanahan / *Grounding*. Dimana sistem pentanahan sangat berguna untuk keamanan pengguna dan peralatan listrik. Pada sistem Instalasi rumah tinggal sistem pentanahan sangatlah penting untuk mengamankan peralatan dan pengguna listrik. Tujuan Sistem pentanahan pada lahan rawa sangatlah penting untuk menentukan resistansi dan kekuatan material pada kondisi yang berbeda di perkotaan. Ideal nilai resistansi pentanahan adalah nol (0) Ohm. Adapun menurut IEEE Std 80-2013 mempunyai standart untuk nilai pentanahan adalah 1,0 - 5,0 Ohm. Sedangkan PUIL 2000 dan 2011 mempunyai standart untuk nilai resistansi pentanahan adalah 5,0 Ohm atau kurang. Dan menurut SPLN T5.012 mempunyai standart nilai resistansi adalah kurang dari 0,5 ohm. Semakin kecil nilai resistansi pentanahan maka kemampuan mengalirkan arus lebih ke tanah semakin besar sehingga arus gangguan tidak merusak peralatan. kondisi lingkungan mempengaruhi nilai suatu resistansi dan korositivitas pada elektroda batang

Kata Kunci : Grounding, Lahan Rawa

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Listrik dalam kehidupan rumah tangga disatu sisi memiliki banyak manfaat tetapi disisi lain memiliki resiko besar yang dapat membahayakan bagi pemakainya apabila salah dalam penanganan dan penggunaannya.

Instalasi listrik rumah tinggal dipasang sesuai dengan peraturan yang berlaku. Pemasangan instalasi listrik di Indonesia diatur sesuai Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000) yang merupakan revisi PUIL 1987 dan peraturan lainnya yang mendukung. Pengawasan pelaksanaan peraturan-peraturan tersebut lakukan oleh PT.PLN (Persero) atau intansi swasta yang telah di tunjuk oleh pihak PLN sebagai pemberi ijin dan pengontrol pemasangan instalasi listrik rumah tinggal.

Desa Karang Anyar Kecamatan Muara Karang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan Merupakan suatu desa yang di kelilingi dengan rawa asam. Ilmu masyarakat tentang kelistrikan sangatlah minim terutama pada system *grounding* instalasi rumah tinggal. Banyak masyarakat yang tidak peduli akan bahayanya instalasi listrik terutama pada material listrik yang di pasang pada rumah rumah mereka. Jenis kabel dan diameter kabel sering kali tidak diperhatikan apalagi sistem pentanahannya. Daerah tersebut dikelilingi rawa asam yang tingkat laju korosinya sangat kuat terhadap logam.

Salah satu sistem instalasi listrik yang berfungsi sebagai proteksi adalah sistem pentanahan. Pentingnya tahanan pentanahan rumah tinggal adalah untuk tujuan keselamatan, sistem pentanahan berfungsi sebagai penghantar arus listrik langsung ke bumi atau tanah saat terjadi tegangan listrik yang timbul akibat kegagalan isolasi dari sistem kelistrikan atau peralatan listrik dalam rumah tinggal.

Adanya persyaratan umum insatalasi listrik (PUIL 2000), diharapkan dapat mendukung terciptanya mutu pemasangan instalasi yang baik. Batasan nilai tahanan pentanahan rumah tinggal yang diperbolehkan maksimal 5 Ohm untuk

instalasi listrik rumah dan 2 Ohm untuk instalasi petir. Bila tahanan terukur masih tinggi, maka panjang batang pentanahan harus ditanam lebih dalam lagi, pada PUIL 2000 dijelaskan pula, jika daerah yang mempunyai jenis tanah yang nilai tahanannya tinggi, tahanan pentanahannya boleh mencapai maksimal 10 Ohm.

Nilai suatu tahanan pentanahan yang berbeda-beda pada setiap sistem pentanahan rumah tinggal dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Bahan Elektroda
2. Bentuk Elektroda
3. Kedalaman Elektroda
4. Jenis Tanah
5. Jumlah Elektroda
6. Kelembapan Tanah
7. Kandungan Mineral Tanah
8. Suhu Tanah

Tahanan atau resistansi rumah tinggal pada Desa Karang Anyar RT 02 Dusun 2 Jalan Muara Padang Kecamatan Muara Padang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan perlu diteliti apakah sesuai standar resistansinya dikarenakan daerah tersebut merupakan daerah yang dikelilingi rawa.

1.2 TUJUAN

Tujuan yang hendak dicapai pada pengabdian ini adalah untuk mendukung pemasangan dan manfaat sistem pentanahan instalasi rumah tinggal agar mendapatkan nilai yang sesuai standar PLN pada pada Desa Karang Anyar RT 02 Dusun 2 Jalan Muara Padang Kecamatan Muara Padang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan.

1.3 MANFAAT

Berdasarkan tujuan penelitian tersebut manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah :

1. Sebagai bahan informasi pada konsumen listrik di Desa Karang Anyar RT 02 Dusun 2 Jalan Muara Padang Kecamatan Muara Padang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan tentang Besaran resistansi pentanahan pada rumah tinggal yang mereka huni.
2. Sebagai proteksi agar masyarakat di Desa Karang Anyar RT 02 Dusun 2 Jalan Muara Padang Kecamatan Muara Padang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan terhindar dari kecelakaan listrik pada sistem instalasi rumah tinggal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pentanahan atau Grounding

Sistem pentanahan mulai dikenal pada tahun 1900. Sebelumnya sistem-sistem tenaga listrik tidak diketanahkan karena ukurannya masih kecil dan tidak membahayakan. Namun setelah sistem-sistem tenaga listrik berkembang semakin besar dengan tegangan yang semakin tinggi dan jarak jangkauan semakin jauh, baru diperlukan sistem pentanahan. Kalau tidak, hal ini bisa menimbulkan potensi bahaya listrik yang sangat tinggi, baik bagi manusia, peralatan dan sistem pelayanannya sendiri. (Sugiharto, 2019)

Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/ arus abnormal. Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi bagian Penting dari sistem tenaga listrik.

Pentanahan tidak terbatas pada sistem tenaga saja, namun mencakup juga sistem peralatan elektronik, seperti telekomunikasi, komputer, dll. Secara umum, tujuan sistem pentanahan adalah menjamin keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan tegangan langkah, menjamin kerja peralatan listrik/elektronik, mencegah kerusakan peralatan listrik/elektronik, dan menyalurkan energi serangan petir ke tanah.

Perilaku tahanan sistem pentanahan sangat tergantung pada frekuensi (dasar dan harmonisanya) dari arus yang mengalir ke sistem pentanahan tersebut. Beberapa jenis kontur tanah mempengaruhi pemilihan jenis alat pentanahan dan perencanaan *grounding* sistemnya. Tanah liat, tanah sawah, tanah uruk tanah tambak masing – masing memiliki nilai pentanahan yang berbeda – beda juga . Dalam suatu pentanahan baik penangkal petir atau pentanahan netral sistem tenaga adalah berapa besar impedansi sistem pentanahan tersebut. Besar impedansi pentanahan tersebut sangat dipengaruhi oleh banyak faktor.

Faktor internal meliputi :

1. Dimensi konduktor pentanahan (diameter dan panjangnya)
2. Resistivitas tanah (Nilai tahanan tanah)
3. Konfigurasi Sistem pentanahan

Faktor external meliputi:

1. Bentuk arusnya (pulsa, sinusoidal, searah)
2. Frekuensi yang mengalir ke dalam sistem pentanahan

Untuk mengetahui nilai-nilai hambatan jenis tanah yang akurat harus dilakukan pengukuran secara langsung pada lokasi yang digunakan untuk sistem pentanahan karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sesederhana yang diperkirakan, untuk setiap lokasi yang berbeda mempunyai hambatan jenis tanah yang tidak sama[6]. Salah satu faktor utama dalam setiap usaha pengamanan rangkaian listrik adalah pentanahan. Apabila suatu tindakan pengamanan yang baik dilaksanakan maka harus ada sistem pentanahan yang dirancang dengan baik dan benar. Syarat sistem pentanahan yang efektif meliputi :

1. Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengaman personil dan peralatan dengan menggunakan rangkaian yang efektif.
2. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surya hubung.
3. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk memastikan kontinuitas penampilan sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
4. Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam perawatan dan perbaikan bila terjadi kerusakan.

Di dalam panduan pendidikan dan latihan PT. PLN, dijelaskan bahwa nilai besaran pentanahan yang makin kecil maka akan semakin baik. Untuk perlindungan personil dan peralatan perlu diusahakan tahanan pentanahan lebih kecil dari 1 *Ohm*. Dalam Gardu - gardu Induk distribusi, harga tahanan maksimum yang diperbolehkan adalah 5 *Ohm*. Untuk memahami mengapa tahanan pentanahan harus rendah, dapat digunakan hukum *Ohm* yaitu :

$$E = I \times R \text{ volt}$$

Dimana:

$E =$ Tegangan (*volt*) ; $I =$ Arus Listrik (*Ampere*) ; $R =$ Tahanan (*Ohm*)

2.2 Tujuan Sistem Pentanahan

Pentanahan tidak terbatas pada sistem tenaga saja, namun mencakup juga sistem peralatan elektronik, seperti telekomunikasi, komputer, kontrol di mana diterapkan komunikasi data secara intensif dan sangat peka terhadap interferensi gelombang elektromagnet dari luar. Pentanahan di sini lebih dititikberatkan pada keterjaminan sinyal dan pemrosesannya.

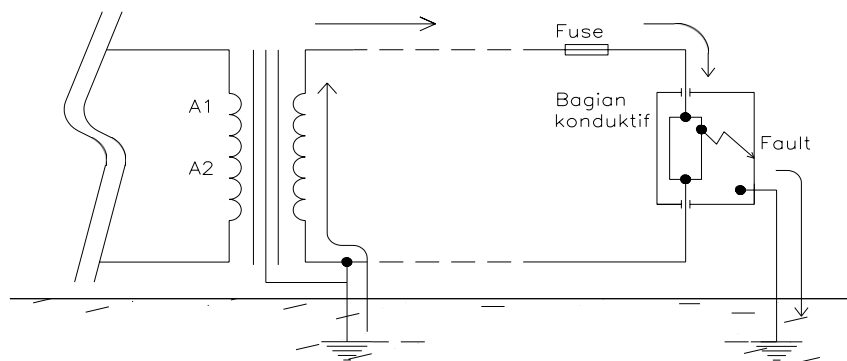
Tujuan dari pemasangan sistem pentanahan adalah :

1. Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak dialiri arus dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman untuk semua kondisi operasi, baik kondisi normal maupun saat terjadi gangguan.
2. Untuk memperoleh potensial yang merata dalam suatu bagian struktur dan peralatan serta untuk memperoleh impedansi yang rendah sebagai jalan balik arus hubung singkat ke tanah. Bila arus hubung singkat ke tanah dipaksakan mengalir melalui tanah dengan tahanan yang tinggi akan menimbulkan perbedaan tegangan yang besar dan berbahaya.
3. Menjamin keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan tegangan langkah.
4. Mencegah kerusakan peralatan listrik/elektronik.
5. Mengalihkan energi RF liar dari peralatan-peralatan seperti: audio, video, kontrol, dan computer.
6. Menjamin kehandalan peralatan listrik atau elektronik.

2.3 Keuntungan Pentanahan

Keuntungan penerapan sistem pentanahan pada instalasi listrik meliputi dua hal yaitu:

1. Semua sistem kelistrikan berada dalam potensial yang seragam dan tidak dimungkinkan adanya tegangan yang mengambang.
2. Dengan menghubungkan benda kerja yang terbuat dari logam ke tanah dengan menggunakan konduktor pengaman, jalur untuk arus gangguan ke tanah telah tersedia. Hal ini terlihat dalam Gambar 1.



Gambar 2.1. Jalur Untuk Arus Gangguan

2.4 Jenis Jenis Pentanahan

Secara umum sistem pentanahan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu :

1. Pentanahan sistem
2. Pentanahan peralatan
3. Pentanahan penangkal petir

2.4.1 Pentanahan Sistem

Pentanahan sistem adalah Sistem dengan titik netral ditanahkan adalah suatu sistem yang titik netral dari sistem tersebut sengaja dihubungkan ke tanah, baik melalui impedansi maupun secara langsung.

Tujuan pentanahan sistem adalah:

1. Menghilangkan gejala-gejala busur api pada suatu sistem.
2. Membatasi tegangan-tegangan pada fasa yang tidak terganggu (pada fasayang sehat).
3. Meningkatkan keandalan (realibility) pelayanan dalam penyaluran tenaga listrik.

4. Mengurangi/membatasi tegangan lebih transient yang disebabkan oleh penyalaan bunga api yang berulang-ulang (restrike ground fault).
5. Memudahkan dalam menentukan sistem proteksi serta memudahkan dalam menentukan lokasi gangguan.

2.4.2 Pentanahan Peralatan

Pentanahan peralatan sistem pentanahan netral pengaman (PNP) adalah tindakan pengamanan dengan cara menghubungkan badan peralatan / instalasi yang diproteksi dengan hantaran netral yang ditanahkan sedemikian rupa sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi tidak terjadi tegangan sentuh yang tinggi sampai bekerjanya alat pengaman arus lebih. Yang dimaksud bagian dari peralatan ini adalah bagian-bagian mesin yang secara normal tidak dilalui arus listrik namun dalam kondisi abnormal dimungkinkan dilalui arus listrik. Sebagai contoh adalah bagian-bagian mesin atau alat yang terbuat dari logam (penghantar listrik), seperti kerangka dan rumah mesin listrik, dan panel listrik.

Pentanahan Peralatan bertujuan untuk:

1. Mencegah terjadinya tegangan kejut listrik yang berbahaya untuk orang dalam daerah itu.
2. Untuk memungkinkan timbulnya arus tertentu baik besarnya maupun lamanya dalam keadaan gangguan tanah tanpa menimbulkan kebakaran atau ledakan pada bangunan atau isinya.
3. Untuk memperbaiki penampilan dari sistem.

2.4.3 Pentanahan Penangkal Petir

Sistem proteksi petir (SPP) merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk memproteksi bangunan serta segala hal yang ada di dalamnya dari bahaya sambaran petir. Standar dari SPP sangatlah penting supaya bangunan dan mahluk hidup didalamnya tidak mengalami bahaya. SPP pada bangunan dibagi menjadi 2 yaitu SPP Eksternal dan SPP Internal. SPP eksternal difokuskan untuk menangkap kilat petir dengan sistem terminasi udara, mengalirkan arus petir dengan aman menuju bumi dengan sistem down conductor, lalu menyebarkan arus petir ke bumi dengan menggunakan sistem terminasi pbumian. Sedangkan SPP internal difokuskan untuk mencegah percikan bahaya didalam struktur bangunan

menggunakan ikatan penyama potensial (IPP) antara komponen SPP Eksternal dan elemen pengatur elektrik lainnya yang berada didalam struktur bangunan. Dalam pemasangan sistem proteksi petir pada bangunan harus memenuhi standar yang berlaku. Hal ini sangat penting karena apabila instalasi penangkal petir tidak memenuhi standar, instalasi penangkal petir tidak akan bekerja dengan maksimal. Standar yang digunakan pada pokok bahasan sistem proteksi petir ini adalah SNI 03-7015-2004 tentang sistem proteksi petir pada bangunan gedung, PUIL 2011, IEC 622305-3.

Pentanahan penangkal petir bertujuan untuk:

1. Menyalurkan arus petir, Sambaran petir yang telah mengenai terminal penangkal petir sebagai alat penerima sambaran akan membawa arus yang sangat tinggi, maka dari itu harus dengan cepat disalurkan ke bumi (grounding) melalui kabel penyalur sesuai standar sehingga tidak terjadi loncatan listrik yang dapat membahayakan struktur bangunan atau membahayakan perangkat yang ada di dalam sebuah bangunan.
2. Menangkap Petir, Dengan cara menyediakan sistem penerimaan (Air Terminal) yang dapat dengan cepat menyambut sambaran arus petir, dalam hal ini mampu untuk lebih cepat dari sekelilingnya dan memproteksi secara tepat dengan memperhitungkan besaran petir.
3. Proteksi petir jalur power listrik, Proteksi terhadap jalur dari power munta diperlukan untuk mencegah terjadinya induksi yang dapat merusak peralatan listrik dan elektronik.
4. Proteksi *Grounding* sistem, Selain memperhatikan resistansi atau tahanan tanah, material yang digunakan untuk pembuatan grounding juga harus diperhatikan, jangan sampai mudah korosi atau karat, terlebih lagi jika didaerah dengan dengan laut. Untuk menghindari terjadinya loncatan arus petir yang ditimbulkan adanya beda potensial tegangan maka setiap titik grounding harus dilindungi dengan cara integrasi atau bonding system.
5. Proteksi petir jalur elektronik, Melindungi seluruh perangkat elektronik seperti CCTV, mesin dll dengan memasang surge arrester elektronik.

6. Proteksi petir jalur PABX, Melindungi seluruh jaringan telepon dan signal termasuk pesawat faxsimile dan jaringan data.
7. Dengan cara membuat grounding system dengan resistansi atau tahanan tanah kurang dari 5 Ohm. Hal ini agar arus petir dapat sepenuhnya diserap oleh tanah tanpa terjadinya step potensial. Bahkan di lapangan saat ini umumnya resistansi atau tahanan tanah untuk instalasi penangkal petir harus dibawah 3 Ohm.

2.5 Macam-macam Pentanahan Peralatan

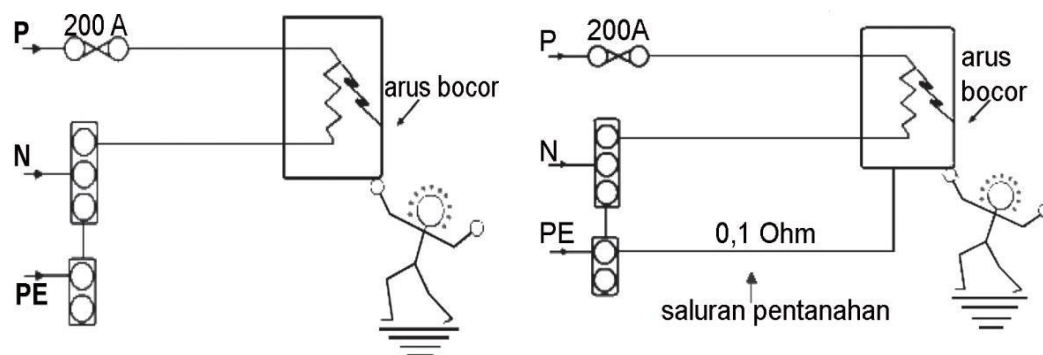
Yang dimaksud bagian dari peralatan ini adalah bagian-bagian mesin yang secara normal tidak dilalui arus listrik namun dalam kondisi abnormal dimungkinkan dilalui arus listrik. Sebagai contoh adalah bagian-bagian mesin atau alat yang terbuat dari logam (penghantar listrik), seperti kerangka dan rumah mesin listrik, dan panel listrik.

Ada tiga macam pentanahan peralatan yaitu:

1. Tegangan sentuh tidak langsung
2. Tegangan langkah
3. Tegangan eksposur

2.5.1 Tegangan Sentuh Tidak Langsung

Tegangan sentuh tidak langsung adalah tegangan pada bagian alat/instalasi yang secara normal tidak dilalui arus namun akibat kegagalan isolasi pada peralatan/instalasi, pada bagian-bagian tersebut mempunyai tegangan terhadap tanah Gambar 2.6. Bila tidak ada pentanahan maka tegangan sentuh tersebut sama tingginya dengan tegangan kerja alat/instalasi. Hal ini, sudah tentu, membahayakan manusia yang mengoperasikannya atau yang ada di sekitar tempat itu. Selama alat pengaman arus lebih tidak bekerja memutuskan rangkaian, keadaan ini akan tetap bertahan. Namun dengan adanya pentanahan secara baik, kemungkinan tegangan sentuh selama terjadi gangguan dibatasi pada tingkat aman atau maksimum 50 V untuk ac.



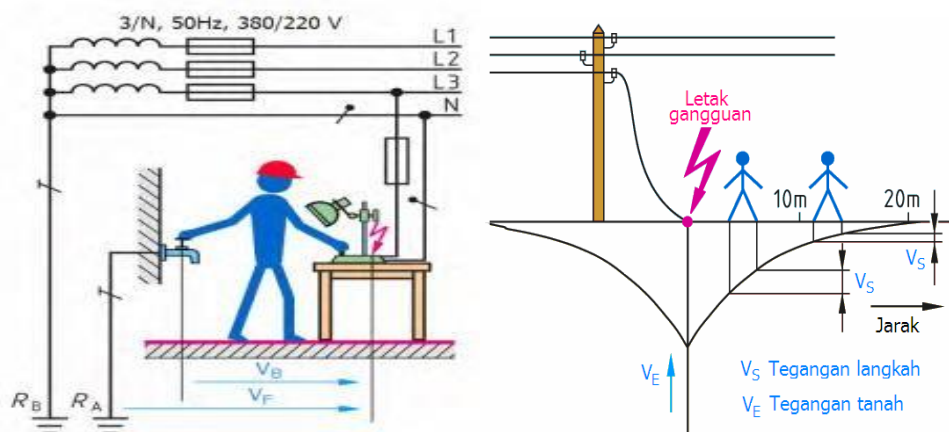
Gambar 2.2: Tegangan Sentuh Tidak Langsung

Dalam gambar ini terlihat jelas perbedaan antara sebelum dan setelah ada pentanahan pada alat yang terbungkus dengan bahan yang terbuat dari logam (penghantar). Pada keadaan sebelum diketanahkan, bila terjadi arus gangguan (arus bocor), maka selungkup alat mempunyai tegangan terhadap tanah sama dengan tegangan sumber (tegangan antara L-N). Tegangan ini sudah tentu sangat membahayakan operator atau orang yang menyentuh selungkup alat tersebut dan pengaman arus beban lebih tidak bekerja memutuskan aliran bila tidak melampaui batas kerjanya. Sehingga kalau pun terjadi sengatan pada manusia alat pengaman ini masih belum akan bekerja karena arus listrik yang mengalir ke tubuh tidak cukup besar untuk bekerjanya pengaman akibat dari adanya tahanan tubuh yang

relatif besar. Sedangkan, pada keadaan setelah dilakukan pentanahan, maka bila terjadi arus gangguan, karena tahanan pentanahan sangat kecil (persyaratan), maka akan mengalir arus gangguan yang sangat besar sehingga membuat bekerjanya pengaman arus lebih, yaitu dengan memutuskan peralatan dari sumber listrik. Dalam waktu terjadinya arus gangguan ini, dan dengan tahanan pentanahannya sangat rendah, tegangan sentuh dapat dibatasi pada batasannya.

2.5.2. Tegangan Langkah

Tegangan langkah adalah tegangan yang terjadi akibat aliran arus gangguan yang melewati tanah. Arus gangguan ini relatif besar dan bila mengalir dari tempat terjadinya gangguan kembali ke sumber (titik netral) melalui tanah yang mempunyai tahanan relatif besar maka tegangan di permukaan tanah akan menjadi tinggi. Gambar 3 mengilustrasikan tegangan ini. Bila kita perhatikan Gambar 3 (a), satu tangan memegang dudukan lampu dan tangan satunya lagi memegang kran air. Antara kran air dan dudukan lampu dalam keadaan normal tidak bertegangan. Tetapi ketika terjadi gangguan ke tanah, arus mengalir kembali ke sumber melalui pentanahan RA dan RB. Adanya aliran arus gangguan ini menimbulkan tegangan antara letak gangguan dan RA sebesar V_F dan antara kran air dan dudukan lampu sebesar V_B . Besar kedua tegangan ini ditentukan oleh besar arus gangguan dan tahanan pentanahannya. Semakin besar arus dan tahanan akan semakin besar pula tegangan sentuhnya. Besar tegangan ini harus dibatasi dalam batas aman begitu juga lama waktu terjadinya tegangan harus dibatasi sependek mungkin. Lama waktu terjadinya tegangan ini dibatasi oleh waktu kerja alat pengaman arus lebih.



Gambar 2.3 : Tegangan Langkah

International Electrotechnical Commission (IEC) merekomendasikan besar dan lama tegangan sentuh maksimum yang diperbolehkan seperti dalam tabel berikut ini:

Tabel 2.1: Tegangan Sentuh dan Waktu Pemutus Maksimum

Tegangan Sentuh RMS Maksimum	Waktu Pemutusan Maksimum
(V)	(Detik)
<50	~
50	5,0
75	1,0
90	0,5
110	0,2
150	0,1
220	0,05
280	0,03

Sumber: *International Electrotechnical Commission (IEC)*

Berdasarkan tabel ini dapat dikatakan bahwa semakin tinggi tegangan sentuh semakin pendek waktu pemutusan yang dipersyaratkan bagi alat pengaman proteksinya. Untuk tegangan sentuh kurang dari 50 V AC tidak ada persyaratan

waktu pemutusannya, yang berarti bahwa tegangan itu diperkenankan sebagai tegangan permanen.

Bila terjadi gangguan tanah seperti yang digambarkan pada Gambar 2.7 (b), di mana ada salah satu saluran fasa putus dan menyentuh tanah, maka akan terjadi tegangan eksposur dengan gradien seperti ditunjukkan oleh gambar. Tegangan ini ditimbulkan oleh adanya arus gangguan tanah yang besar yang mengalir melalui tanah untuk kembali lagi ke sumber. Gradien tegangan semakin menurun dengan semakin jauhnya jarak dari letak gangguan. Tegangan ini sangat membahayakan orang yang ada di atas tanah/lantai sekitar terjadinya gangguan tersebut walaupun yang bersangkutan tidak menyentuh bagian-bagian mesin. Tegangan ini adalah tegangan antar kaki dan karena itulah kemudian disebut tegangan langkah. Tegangan langkah harus dibatasi serendah mungkin dan dalam waktu yang sependek-pendeknya. Besar tegangan langkah diminimalisir dengan sistem pentanahan sedangkan waktu pemutusannya dilakukan dengan peralatan pengaman.

2.5.3 Tegangan Eksposur

Ketika terjadi gangguan tanah dengan arus yang besar akan memungkinkan timbulnya beda potensial antara bagian-bagian yang dilalui arus dan antara bagian-bagian yang tidak dilalui arus terhadap tanah yang disebut tegangan eksposur. Tegangan ini bisa menimbulkan busur tanah (*grounding arc*) yang memungkinkan terjadinya kebakaran atau ledakan. Arus gangguan tanah di atas 5A cenderung tidak dapat padam sendiri sehingga menimbulkan potensi kebakaran dan ledakan. Dengan sistem pentanahan ini, membuat potensial semua bagian struktur, peralatan dan permukaan tanah menjadi sama (*uniform*) sehingga mencegah terjadinya loncatan listrik dari bagian peralatan ke tanah. Yang tidak kalah pentingnya adalah ketika terjadi gangguan tanah, tegangan fasa yang mengalami gangguan akan menurun. Penurunan tegangan ini sangat mengganggu kinerja peralatan yang sedang dioperasikan. Kejadian ini pula bisa mengganggu kerja paralel generator-generator sehingga secara keseluruhan akan mengganggu kinerja sistem tenaga.

Rural Electrification Administration (REA), AS, merekomendasi tegangan langkah dan waktu pemutusan maksimum yang diperbolehkan seperti tabel berikut ini.

Tabel 2.2: Tegangan Langkah dan Waktu Pemutusan Gangguan Maksimum yang diizinkan

Lama Gangguan T (detik)	Tegangan Langkah yang Diizinkan (V)
0,1	7.000
0,2	4.950
0,3	4.040
0,4	3.500
0,5	3.140
1,0	2.216
2,0	1.560
3,0	1.280

Sumber: *Rural Electrification Administration (REA), AS*

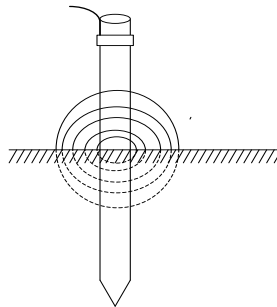
Jadi secara singkat, pentanahan peralatan ini dimaksudkan untuk:

1. Mengamankan manusia dari sengatan listrik baik dari tegangan sentuh maupun tegangan langkah.
2. mencegah timbulnya kebakaran atau ledakan pada bangunan akibat busurapi ketika terjadi gangguan tanah.
3. memperbaiki kinerja sistem.

2.6 Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan adalah suatu penghantar yang ditanamkan kedalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Adanya kontak langsung ini dengan tujuan agar diperoleh pelaluan arus yang sebaik-baiknya apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ke tanah. Bahan konduktor merupakan bahan yang digunakan sebagai elektroda pentanahan, berdasarkan

ketentuan maka bahan tersebut adalah besi, aluminium, dan tembaga. Dari ketiga jenis bahan tersebut ditinjau dari sifat mekanis, elektris dan kimiawi maka tembaga mempunyai keunggulan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan yang lain namun ditinjau dari segi biaya tembaga cenderung lebih mahal, tetapi mengingat kesulitan yang timbul bila elektroda tersebut mengalami kerusakan baik pengaruh elektris, mekanis dan kimiawi maka tembaga lebih unggul.



Gambar 2.4: Komponen Tahanan dari suatu batang elektroda pentanahan

Untuk mendapatkan tahanan pembumian yang kecil, diperlukan elektroda pentanahan. Prinsip dasar untuk memperoleh tahanan yang kecil adalah dengan membuat permukaan elektroda bersentuhan dengan tanah sebesar mungkin, sesuai dengan rumus :

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

Dimana:

R = Tahanan Pentanahan (Ω)

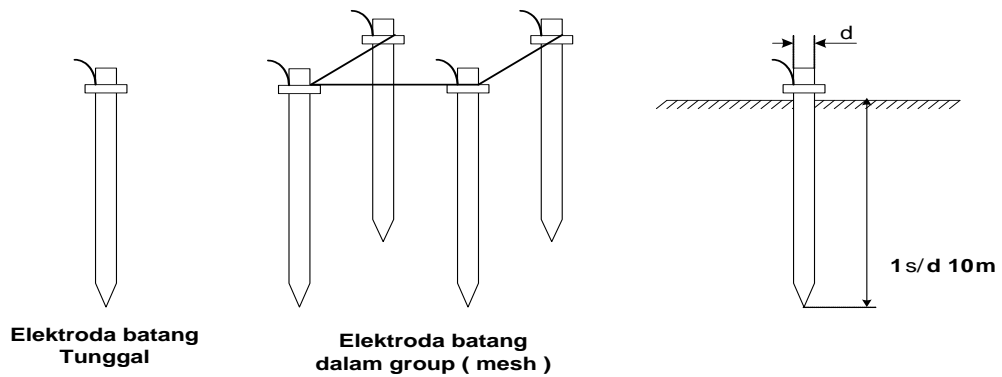
ρ = Tahanan Jenis Tanah (Ωm)

L = Panjang lintasan arus pada tanah (m)

A = Luas penampang lintasan arus pada tanah (m^2)

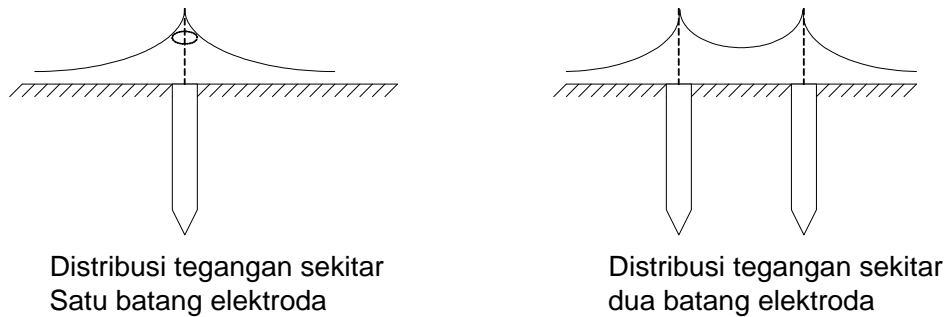
2.6.1 Elektroda Bentuk Batang (Rod)

Elektroda bentuk batang ini adalah elektroda bentuk pipa atau batang profil yang ditanamkan tegak lurus kedalam tanah dengan kedalaman antara 1 sampai 10 meter.



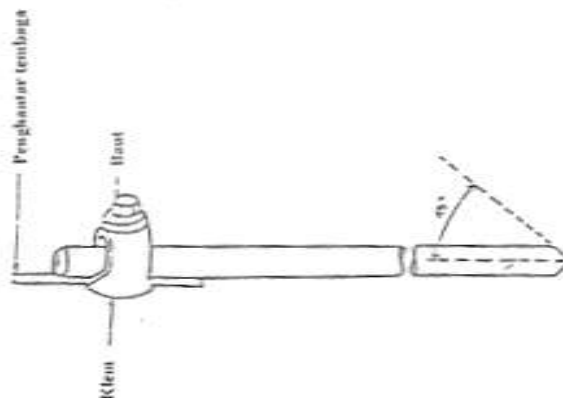
Gambar 2.5: Bentuk-bentuk Elektroda Batang

Dibawah ini diperlihatkan distribusi tegangan yang terjadi pada elektroda pada saat terjadi gangguan.



Gambar 2.6 : Distribusi tegangan sekitar Elektroda

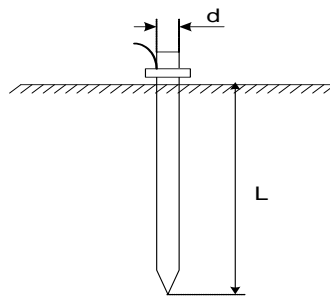
Elektroda pentanahan harus terbuat dari batang baja pejal yang berlapis tembaga dan salah satu ujungnya lancip dengan sudut kelancipan (45 ± 5)° seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar2.7: Sudut Elektroda pentanahan

2.6.2 Satu Buah Elektroda Batang Ditanam Vertikal Ke Dalam Tanah

Dasar perhitungan tahanan pentanahan adalah perhitungan kapasitansi dari susunan batang-batang elektroda pentanahan dengan anggapan bahwa distribusi arus atau muatan uniform sepanjang batang elektroda. Hubungan tahanan dan kapasitansi dapat dijelaskan dengan suatu analogi. Analogi ini merupakan dasar perhitungan karena aliran arus masuk ke dalam tanah dari elektroda pentanahan mempunyai kesamaan dengan emisi fluks listrik dari konfigurasi yang sama dari konduktor yang mempunyai muatan yang terisolir.



Gambar 2.8 : Elektroda batang ditanamkan tegak lurus

$$R_{bt} 1 = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{d} - 1 \right)$$

Dimana :

$R_{bt} 1$ = Tahanan pembumian elektroda batang (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ω m)

L = Panjang batang yang tertanam (m)

d = diameter elektroda batang (m)

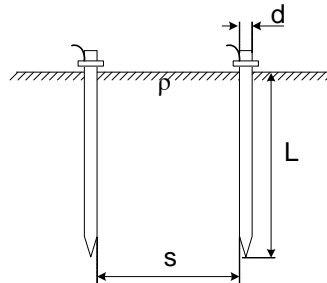
\ln = Logaritmus (dasar e = 2.7182818)

2.6.3 Dua Buah Elektroda Batang Ditanam Vertikal Ke Dalam Tanah

$$R_{bt} 2 = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{d} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \right) \text{ Untuk } s > L$$

$$R_{bt}^2 = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{d} + \ln \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \right) \text{ Untuk } s < L$$

Dimana s = Jarak antara kedua elektroda batang (meter)



Gambar 2.9 : Dua batang elektroda ditanamkan tegak lurus

2.7 Faktor Yang Mempengaruhi Tahanan Elektroda Pentanahan

Tahanan dari elektroda pentanahan dibuat harus mengikuti beberapa komponen, antara lain:

a. Tahanan Dari Material Elektroda.

Pasak yang biasanya digunakan sebagai penjepit antara elektroda batang dengan kabel yang dijepitkan untuk sambungan ke peralatan yang dibumikan memiliki tahanan yang kecil karena elektroda-elektroda pentanahan ukurannya lebih besar dan memiliki penampang yang sedemikian sehingga tahanan pasak dapat diabaikan terhadap tahanan dari keseluruhan sistem pentanahan.

b. Tahanan Kontak Dari Elektroda Dengan Tanah.

Apabila elektroda pentanahan bersih dari cat atau minyak dan dipancangkan dengan kuat ke tanah, maka tahanan kontak dari elektroda dengan tanah dapat diabaikan.

c. Tahanan Dari Tanah Itu Sendiri.

Lapisan tanah yang terdekat dengan elektroda pentanahan yang dipancangkan ke tanah memiliki permukaan yang sempit, sehingga menghasilkan tahanan pentanahan yang besar. Sedangkan pada lapisan tanah yang lain yang memiliki permukaan yang lebih luas memiliki tahanan yang lebih kecil, sehingga

dapat dikatakan pada jarak tertentu ada daerah yang disebut daerah tahanan efektif yaitu suatu lapisan tanah yang tidak akan menambah tahanan pentanahan di sekitar elektroda pentanahan yang dipancangkan ke tanah.

2.8 Tahanan Jenis Tanah

Tahanan jenis tanah direpresentasikan dengan notasi ρ . Pembumian itu sendiri merupakan sebuah badan yang sangat besar dapat digambarkan sebagai sebuah bak penampung yang tidak terbatas untuk mengalirkan arus ke dalam tanah dan dapat mempertimbangkan tahanan yang kecil untuk mengalirkan arus.

Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tergantung pada beberapa faktor yaitu :

- a. Keadaan struktur tanah antarlain struktur geologi seperti tanah liat, tanah rawa,tanah berbatu,tanah pasir, tanah gambut dan sebagainya.
- b. Unsur kimia yang terkandung dalam tanah, seperti garam,logam,dan mineral lainnya.
- c. keadaan iklim ,basah atau kering.
- d. Temperatur tanah dan jenis tanah

Jenis Tanah	Resistansi Jenis Tanah ($\Omega.m$)
Tanah Rawa	10 – 40
Tanah Liat dan Tanah Ladang	20 – 100
Pasir Basah	50 – 200
Kerikil Basah	200 – 3000
Pasir / kerikil kering	< 10000
Tanah berbatu	2000 – 3000
Air laut dan air tawar	10 – 100

Tabel 2.3: Harga Tahanan Jenis Tanah

Sumber: PUIL 2000

2.8.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tahanan Jenis Tanah

Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tergantung dari beberapa faktor berikut, antara lain:

1. Jenis Tanah

Jenis-jenis tanah antara lain tanah liat, berpasir, berbatu dan lain sebagainya. Untuk mengurangi variasi tahanan jenis tanah akibat pengaruh musim, pembedaan dapat dilakukan dengan menanamkan elektroda pembedaan sampai mencapai kedalaman dimana terdapat air tanah yang konstan.

Tahanan jenis tanah di muka bumi ini sangat bervariasi dari 500 sampai 50.000 Ohm per cm³. Kadang-kadang harga ini dinyatakan dalam Ohm-cm. Pernyataan Ohm-cm merepresentasikan tahanan di antara dua permukaan yang berlawanan dari suatu volume tanah yang berisi 1 cm³.

2. Lapisan Tanah

Profil tanah pada umumnya tidak mempunyai tekstur dan struktur yang sama, melainkan terdiri dari lapisan-lapisan yang berbeda susunan fisiknya. Lapisan-lapisan tersebut ada yang bersifat permeabel maupun impermeabel. Kondisi lapisan demikian sangat mempengaruhi pergerakan air dalam tanah. Lapisan keras tidak tembus air, sehingga memperlambat pergerakan air. Lapisan berpasir juga menghalangi pergerakan air dari lapisan yang bertekstur halus. Tanah pada tempat penelitian ini adalah homogen.

3. Kelembaban Tanah

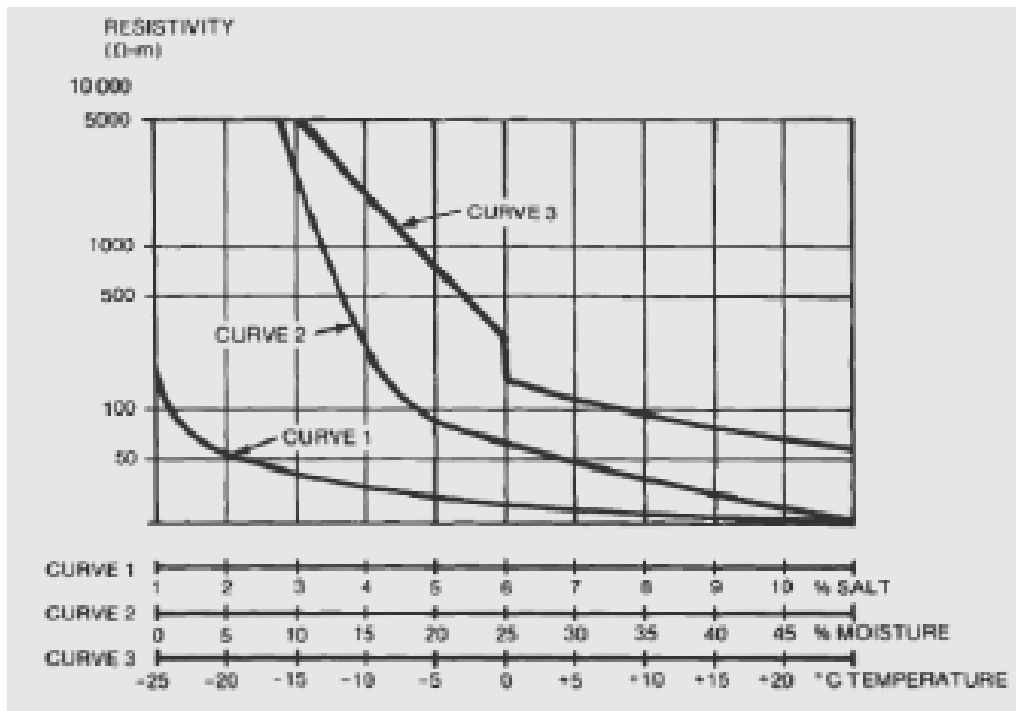
Kondisi kelembaban tanah sangat bergantung dari kadar air tanah yang terkandung di dalamnya. Tanah yang lembab biasanya berada pada daerah dataran rendah dan daerah tersebut memiliki curah hujan yang tinggi, sehingga tanah tersebut banyak kandungan airnya..

4. Temperatur

Iklim pada suatu daerah tempat pengujian dipengaruhi oleh curah hujan dan temperatur. Kedua faktor ini menentukan reaksi-reaksi kimia dan sifat fisis di dalam tanah. Secara tidak langsung curah hujan juga mempengaruhi reaksi tanah. Curah hujan yang tinggi terutama di daerah Indonesia yang beriklim tropis dapat mencuci kation-kation basa dari lapisan permukaan tanah (top soil) ke lapisan tanah yang lebih dalam, akibatnya top soil lebih banyak didominasi oleh ion-ion Al dan H, sebagai akibatnya PH tanah akan turun pada top soil sampai mencapai nilai 4,5 atau di bawahnya lagi. Di daerah-daerah tropis beriklim basah gerakan-gerakan air tanah turut membasuh sejumlah kation yang dapat dipertukarkan. Kation-kation basa itu digantikan oleh H- dan peristiwa ini akan menurunkan persen jenuh basa tanah.

Listrik yang bersifat menghantarkan panas (konduktor) yang terdapat di dalam tanah itu pada dasarnya bersifat elektrolit. Dengan alasan tahanan jenis tanah itu naik ketika kelembaban tanah yang dihitung kurang dari 15% dari berat tanah. Jumlah embun yang terdapat dalam tanah tergantung pada butiran embun, kepadatan tanah, dan jenis dari pada ukuran embun tersebut. Bagaimanapun juga seperti yang ditunjukkan Gambar 2.9. Pada kurva 2 tahanan jenis tanah mempunyai efek yang lebih kecil ketika kandungan kelembaban tanah melebihi 22%.

Efek temperatur yang terdapat pada Tahanan Jenis Tanah hampir tidak ada di atas titik beku. Pada 0°C air yang terdapat dalam tanah mulai membeku dan Tahanan Jenis Tanah meningkat. Kurva 3 menunjukkan variasi jenis ini untuk jenis Tanah Liat di dalamnya terdapat 15,2% dari kelembaban berat tanah. Komposisi dan jumlah larutan garam, sifat keasaman atau alkali yang terdapat dalam tanah dapat menimbulkan efek bagi tahanan jenis tanah tersebut. Kurva 1 dari Gambar 2.9. menunjukkan sebuah efek dari larutan garam tersebut (sodium klorida) pada Tahanan Jenis Tanah terkandung 30% kelembaban dari berat jenis tanah.



Gambar 2.13 : Kurva Pengaruh Kadar Garam, Kelembaban dan Temperatur Terhadap Tahanan Jenis Tanah

5. Kepadatan Tanah

Bila tanah semakin padat maka kandungan airnya akan semakin sedikit, akibatnya tahanan jenis tanahnya semakin besar.

6. Suhu Tanah

Untuk daerah – daerah dengan suhu tinggi, kandungan air yang terdapat dalam tanah pun menjadi sedikit sehingga konduktivitasnya juga menjadi berkurang. Sedangkan untuk daerah dengan suhu yang sangat rendah kandungan air dalam tanah lebih banyak sehingga resistansi jenis tanah akan tinggi karena ion – ion arus listrik lebih mudah bergerak dalam larutan air. Dengan kata lain, suhu tanah disekitar elektroda pentanahan juga berpengaruh terhadap besarnya kandungan air garam pun semakin tinggi sehingga tahanan pentanahannya akan semakin rendah.

2.9 Pengujian Elektroda

Pengujian sebuah elektroda sangat penting dilakukan agar terjaminnya sebuah sistem pentanahan. Elektroda pentanahan sebelum dipasarkan harus melalui beberapapengujian seperti:

1. Uji jenis: pengujian untuk mengetahui sifat-sifat menyeluruh (lengkap) dari elektroda pentanahan. Pengujian ini pada umumnya hanya dilakukan sekali untuk setiap jenis dari setiap pabrik pembuat.
2. Uji contoh: pengujian untuk mengetahui sifat-sifat tertentu dari sejumlah elektroda pentanahan yang akan diserahkan terimakan. Pengujian ini dilaksanakan pada beberapa elektroda pentanahan yang diambil menurut cara tertentu sedemikian rupa sehingga mewakili sejumlah elektroda pentanahan.
3. Uji rutin: pengujian untuk memisahkan elektroda pentanahan yang cacat atau menyimpang dari persyaratan dalam standar yang telah ditentukan. Pengujian ini dilaksanakan pada setiap elektroda pentanahan yang diproduksi.

2.10 Syarat Bahan dan Mutu Elektroda Pentanahan

Bahan-bahan yang digunakan pada sistem pentanahan harus memenuhi persyaratan sehingga mutu dari material sistem pentanahan dapat sesuai standar yang berlaku. Syarat-syarat tersebut antara lain (Pabla, 1986):

1. Syarat Bahan:

Batang elektroda pentanahan harus terbuat dari baja karbon tinggi dengan kuat tarik minimum 51 kg/mm², serta mempunyai kekerasan minimum 74 HrB (Hardness Brinell). Untuk lapisan tembaga harus mempunyai kadar tembaga minimum 99,9%. Klem dan baut harus terbuat dari tembaga paduan dengan kadar tembaga minimum 60%.

2. Syarat Mutu:

Elektroda pentanahan harus mempunyai permukaan yang halus, rata, bersih dan tidak berpori. Kelancipan ujung batang elektroda pentanahan diperiksa dengan menggunakan busur berskala. Kelurusan elektroda diperiksa dengan menggunakan benang. Diameter diukur dengan menggunakan jangka sorong atau micrometer yang mempunyai resolusi pembacaan minimum 0,001 mm. Panjang

batang diukur dengan meteran yang mempunyai resolusi pembacaan 1 mm. Tebal lapisan tembaga diukur dengan alat yang sesuai dengan resolusi pembacaan minimum 1 mikron. Untuk komposisi bahan diuji secara analisa kimia atau spektrofotometer secara atom. Kuat tarik diuji dengan menggunakan mesin kuat tarik. Kekerasan diukur dengan alat ukur kekerasan Brinell atau yang sejenis.

2.10.1 Sifat Mekanis Elektroda

1. Kemampuan Penancangan

Ujung lancip elektroda ditancapkan kedalam tanah, lalu bagian ujung lainnya dipukul dengan menggunakan martil (palu tangan) atau palu luncur yang beratnya 2 – 4 kg. Pemukulan dilakukan sampai seluruh batang elektroda pentanahan masuk kedalam tanah. Selama penancangan elektroda tidak boleh pecah, bengkok atau patah.

2. Kelekatan Lapisan

Ujung lancip pada batang elektroda dimasukkan diantara dua rahang plat baja kemudian didorong hingga 50 cm. Jarak rahang plat baja adalah diameter elektroda dikurangi 1,02 mm. Lapisan tembaga yang terdapat pada elektroda tidak boleh terkelupas kecuali pada bagian yang terkena rahang plat baja.

3. Kemampuan Tekuk

Batang elektroda pentanahan dijepit kemudian ditebuk dengan gaya pada jarak 40 x diameter batang elektroda dari titik jepit sehingga membentuk sudut tetap sebesar 30° terhadap sumbu batang elektroda, lapisan tembaga pada elektroda tidak boleh rusak.

4. Korosi

Batas maksimum laju korosi yang diijinkan pada batang elektroda pentanahan adalah sebesar 50 mg/dm²/hari.

5. Resistan kontak sebelum arus uji waktu singkat

Pengukuran resistan kontak antara penghantar dan batang elektroda dilakukan dengan mengalirkan arus searah 100 A selama 1 menit. Pengukuran dilakukan dengan mengukur turun tegangan (ΔV) dan pengukuran dilakukan pada suhu ruang (27 ± 2)°C. Sebelum dilakukan pengujian dengan arus uji

waktu singkat, nilai resistan kontak antara penghantar dan batang elektroda maksimum 15 mikro ohm.

6. Resistan kontak sesudah arus uji waktu singkat

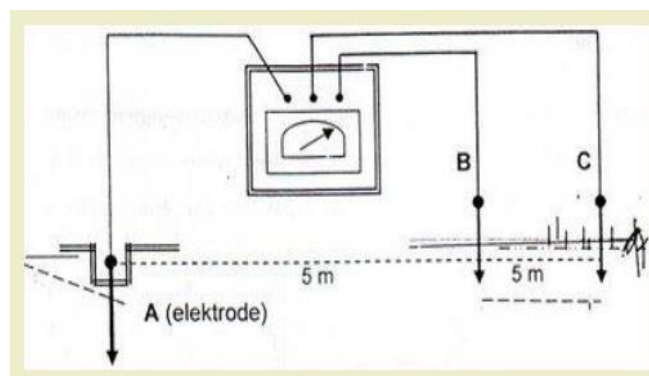
Sesudah dilakukan pengujian dengan arus uji waktu singkat, nilai resistan kontak antara penghantar dan batang elektroda maksimum 20 mikro ohm.

7. Resistan batang elektroda pentanahan

Pengukuran resistan elektroda pentanahan dilakukan dengan menggunakan alat ukur Double Bridge. Nilai resistan batang elektroda pentanahan setelah pengukuran maksimum 5×10^{-3} ohm/meter pada suhu 27° C.

2.11 Metode Pengukuran Tahanan Pentanahan

Pengukuran tahanan pentanahan bertujuan untuk menentukan tahanan antara besi atau plat tembaga yang ditanam dalam tanah yang digunakan untuk melindungi peralatan listrik terhadap gangguan petir dan hubung singkat. Dengan demikian pelat tersebut harus ditanam hingga mendapatkan tahanan terhadap tanah sekitar yang sekecil- kecilnya. Untuk mengukur tahanan pentanahan digunakan alat ukur megger tanah (*Earth Resistance Tester*), seperti diperlihatkan pada gambar 14. Dengan alat tersebut maka dapat diketahui apakah pentanahan peralatan listrik yang dilakukan sudah memenuhi syarat atau belum. Dengan ketentuan sebagaimana telah disebutkan diatas.



Gambar 2.14: *Earth Resistance Tester (Grounding Tester)*

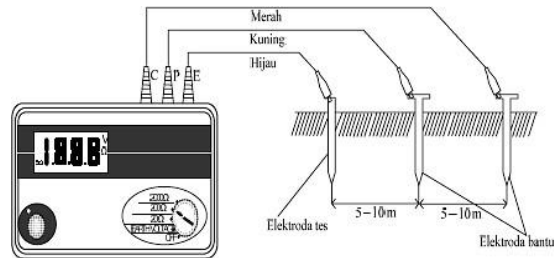
Dimana:

1. OK Lamp
2. Function Switch Button
3. Ohm Range Switch Button
4. Terminal
5. Scale Plate

2.11.1 Langkah – langkah Pengukuran Tahanan Pentanahan

1. Mempersiapkan elektroda pentanahan dan alat – alat bantu pemasangannya.
2. Dilakukan pengecekan tegangan baterai dengan menghidupkan *Digital Earth Resistance Tester*. Jika layar tampak bersih tanpa simbol baterai lemah berarti kondisi baterai dalam keadaan baik. Jika layar menunjukkan simbol baterai lemah atau bahkan layar dalam keadaan gelap berarti baterai perlu diganti.
3. Membuat rangkaian pengujian seperti pada gambar 2. dengan menanam elektroda utama dan elektroda bantu. Menanam elektroda dengan memukul kepala elektroda menggunakan martil, jika menjumpai lapisan tanah yang keras sebaiknya jangan memaksakan penanaman elektroda
4. Menentukan jarak antar elektroda bantu minimal 5 meter dan maksimal 10 meter.
5. Mengukur tegangan tanah dengan mengarahkan range switch ke earth voltage dan pastikan bahwa nilai indikator 10 V atau kurang. Jika earth voltage bernilai lebih tinggi dari 10 V diperkirakan akan terjadi banyak kesalahan dalam nilai pengukuran tahanan.
6. Mengecek penghubung atau penjepit pada elektroda utama dan elektroda bantu dengan mensetting range switch ke 2000 Ω dan tekan tombol ” *PRESS TO TEST* ”. Jika tahanan elektroda utama terlalu tinggi atau menunjukkan simbol ” . . . ” yang berkedip-kedip maka perlu dicek penghubung atau penjepit pada elektroda utama.
7. Melakukan pengukuran. Mensetting *range switch* ke posisi yang diinginkan dan tekan tombol ” *PRESS TO TEST* ” selama beberapa detik.
8. Mencatat nilai ukur tahanan yang muncul dari *Digital Earth Resistance Tester*.

9. Mengembalikan posisi tombol ” *PRESS TO TEST* ” ke posisi awal.
10. Melakukan pengujian tahanan untuk kedalaman elektroda yang berbeda dengan langkah 3, 7, 8, 9.
11. Perubahan kedalaman elektroda utama adalah sebesar 0.5 m pada tiap tiap pengukuran.



Gambar 2.19: Skematik pemasangan elektroda pentanahan dan elektroda bantu untuk proses pengukuran tahanan tanah

BAB III

LOKASI PENGABDIAN

3.1 Lokasi Pengabdian

Lokasi pengerjaan penelitian bertempat pada Desa Karang Anyar RT 02 Dusun 2 Jalan Muara Padang Kecamatan Muara Padang Provinsi Sumatera Selatan. Dimana Lokasi yang akan dilakukan penelitian merupakan lahan milik salah satu warga desa air sugihan. Lahan yang ditentukan adalah lahan yang telah diukur PH air dan PH tanahnya. Penelitian kali ini dikhususkan pada lahan rawa asam yang dimana lokasi terpilih adalah lokasi yang memang telah dilakukan seleksi beberapa tempat disekitar kecamatan Sungai Batang pada tanggal 13 Agustus 2022 selama 1 hari.

3.2 Material dan Alat

Material dan bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian ini yaitu:

1. Rod batang besi as diameter 16 mm dengan Panjang 1 meter
2. Rod batang besi lapis galvanis diameter dengan 16 mm Panjang 1 meter
3. Rod batang besi lapis tembaga Visalux diameter 16 mm dengan Panjang 1 meter
4. *Digital earth tester* merk Kyoritsu type 4105A
5. *Soil analyzer tester* merek INSTRUMENT model SPH004
6. PH meter merk PH model PH-02
7. Timbangan Digital merk Taffware Kitchen scale
8. Tang jepit locking plier curve
9. Alat dokumentasi

3.3 Metode Pengukuran

Metode pengukuran adalah cara mengukur peneliti pada penelitian ini baik untuk pengukuran resistans, dengan metode 3 titik, dimana 1 batang elektroda batang tertanam kemudian dipasang 2 titik elektroda bantu menggunakan *Digital earth tester* merk Kyoritsu type 4105A

3.7.2 Pengukuran Resistansi Batang Pentanahan

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui resistansi batang pentanahan pada pemelihan lahan atau pengambilan data pada batang pentanahan yang mengalami korosi saat penelitian.

Pengukuran resistansi batang pentanahan menggunakan alat *Digital earth tester* merk Kyoritsu type 4105A. Pada pengukuran resistansi batang pentanahan saat pemilihan lahan hanya menggunakan 1 material batang saja sedangkan untuk batang pentanahan yang akan dilakukan penelitian menggunakan 3 jenis batang pentanahan. Adapun batang pentanahan yang digunakan adalah batang pentanahan besi, batang pentanahan besi lapis galvanis dan batang pentanahan besi lapis tembaga. Untuk penelitian ini, peneliti hanya menggunakan pengukuran batang pentanahan pada kedalaman 1 meter.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Analisa Resistansi pentanahan

Dari hasil pengamatan lapangan bahwa lahan untuk penelitian resistansi pentanahan merupakan lahan rawa. Adapun parameter parameter untuk melakukan perhitungan dan penelitian meliputi:

Tabel 4.1: Parameter Perhitungan Resistansi

Uraian	Nilai
Masa Jenis / Resistivitas Tanah rawa (PUIL 2011)	30 OHM
Diameter Rod	0,0016 Meter
Jari Jari Rod	0,008 Meter
Kedalaman Rod	1 Meter

Sumber: PUIL 2011

$$R_{bt} = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{d} - 1 \right)$$

Dimana :

R_{bt} = Tahanan pembumian elektroda batang (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ω m)

L = Panjang batang yang tertanam (m)

d = diameter elektroda batang (m)

\ln = Logaritmus (dasar e = 2.7182818)

$$R_{bt} = \frac{30}{2.3.14} \left(\ln \frac{4.1}{0,008} - 1 \right) - 1$$

$$R = \frac{30}{6,28} \left(\ln \frac{4}{0,008} - 1 \right) - 1$$

$$R = 24,91 \text{ Ohm}$$

Dari variable diatas didapat dasar perhitungan nilai resistansi pentanahan sebesar 24,91 Ohm.

Dari hasil Pengamatan dan eksperimen lapangan dengan menggunakan material bahan sebagai berikut:

Tabel 4.2: Material Penelitian

Meterial	Jumlah
Rod besi As diameter 16 mm Panjang 1 meter	1 Batang
Rod besi lapis Galvanis diameter 16 mm Panjang 1 meter	1 Batang
Rod besi lapis Tembaga diameter 16 mm Panjang 1 meter	1 Batang
<i>Digital earth tester</i> merk Kyoritsu type 4105A	1 Buah
<i>Soil analyzer tester</i> merek INSTRUMENT model SPH004	1 Buah

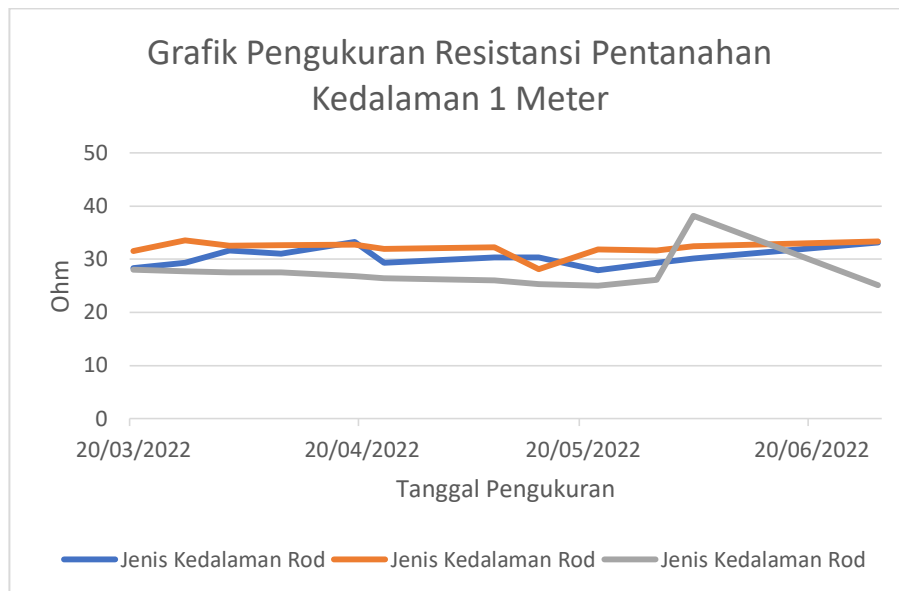
Sumber: Perhitungan Sendiri

Pada tabel 4.2 didapati perhitungan secara periodic sebagai berikut:

Tabel 4.3: Perhitungan Resistansi secara Periodik

No	Tanggal	Jenis Kedalaman Rod		
		Cu Visalux	Galvanis	Besi AS
1	13/03/2022	0	0	28,7
2	20/03/2022	28,3	31,6	28
3	27/03/2022	29,3	33,6	27,7
4	02/04/2022	31,7	32,6	27,5
5	09/04/2022	31,05	32,7	27,5
6	19/04/2022	33,3	32,8	26,8
7	23/04/2022	29,3	32	26,4
8	30/05/2022	29,3	31,7	26,1
9	08/05/2022	30,3	32,3	26
10	14/05/2022	30,4	28,1	25,3
11	22/05/2022	27,9	31,9	25
12	29/06/2022	33,2	33,4	25,1
13	04/06/2022	30,1	32,5	38,2

Sumber: Perhitungan Sendiri



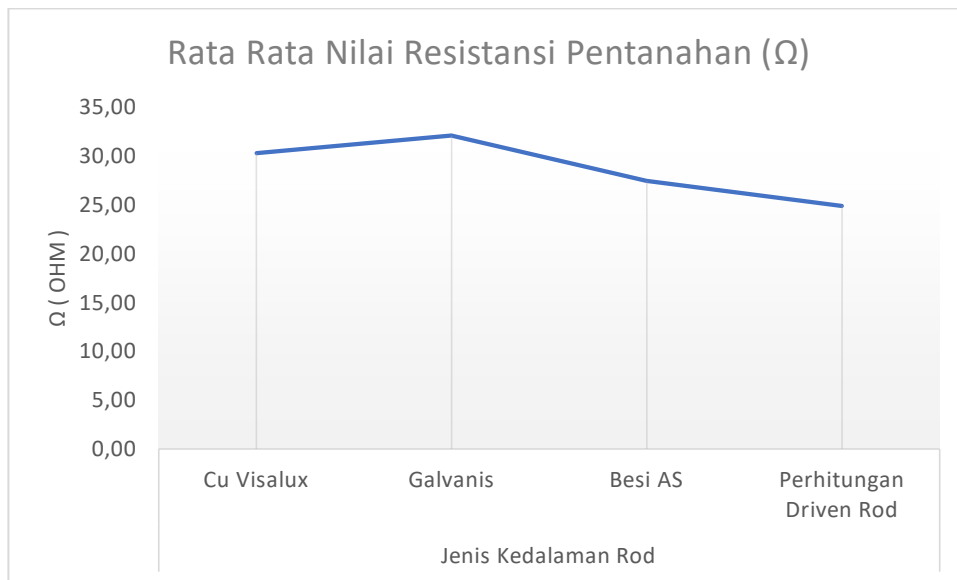
Gambar 4.1: Grafik Pegukuran Resistansi Pentanahan Kedalaman 1 Meter

Dari hasil pengukuran periodic resistansi pentanahan dengan elektroda batang nilai terendah terjadi pada batang pentanahan besi as dengan nilai resistansinya 25,0 Ω . Nilai terbesar terjadi pada material elektroda batang besi as dengan nilai resistansiny sebesar 38,2 Ω .

Tabel 4.4: Resistansi rata rata batang pentanahan

No		Jenis Kedalaman Rod			Perhitungan
		Cu Visalux	Galvanis	Besi AS	Driven Rod
1	Rata Rata (Ω)	30,35	32,10	27,47	24,91

Sumber: Perhitungan Sendiri



Gambar 4.2: Grafik Rata Rata Resistansi Pentanahan

Dari hasil pengukuran pengamatan lapangan didapat nilai rata rata resistansi pentanahan lebih besar dari hasil perhitungan. Untuk kedalaman 1 meter didalam permukaan tanah elektroda batang lapis galvanis lebih besar nilainya dari elektroda batang besi as dan besi lapis tembaga, dengan nilai resistansi pentanahan sebesar 32,10 Ω sedangkan hasil perhitungan resistansi pentanahan sebesar 24,91 Ω .

Dilihat dari kinerja resistansi pentanahan 3 jenis elektroda batang pentanahan yang terbaik adalah elektroda batang jenis besi as dibandingkan dengan elektroda batang besi lapis tembaga dan besi lapis galvanis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penanaman elektroda batang di kedalaman 1 meter dilapangan atau rumah Bapak M. Nuh didapat nilai resistansi sebesar 25 Ω dengan menggunakan elektroda batang jenis besi AS hampir menyamai hasil resistansi pertanahan dengan metode perhitungan yaitu sebesar 24.91 Ω . Resistivitas tanah terbesar sebesar 40 Ω dan nilai terkecil 33,64 Ω dengan menggunakan metode U.Dewight. Kemudian jika menggunakan metode wanner didapatkan hasil sebesar 211,01 Ω dan nilai terkecil 175,42 Ω .

Dengan pemasangan grounding melalui 1 buah elektroda batang mampu menghilangkan arus induksi pada alat lemari pendingin (kulkas) dan alat pencuci baju.

5.2 Saran

Perlunya penelitian lanjutan dilahan rawa dengan menggunakan elektroda batang dikedalaman dan jenis elektroda yang berbeda, diharapkan nantinya mendapatkan informasi lebih banyak mengenai resistansi pertanahan dan resistivitas tanah pada lahan rawa sehingga mendapatkan pertanahan dengan kontruksi yang ideal.

Untuk laju korosi perlu dilakukan penanaman rod lanjutan dengan waktu yang lebih lama agar dapat memastikan material mana yang lebih baik pada rawa asam.

BAB VI

DAFTAR PUSTAKA

1. Yani, A. (2011). Grounding Sistem Dalam Distribusi Tenaga Listrik 20 Kv. *Elektro*, 10(1), 7–11.
2. Hermansyah. (2019). Evaluasi Keandalan Sistem Grounding Pada Instalasi. *Jurnal Ilmiah d'Computare Volume 9 Edisi Juli 2019 EVALUASI*, 9.
3. Larsson, S. (2018). Grounding as a Side-Effect of Grounding. *Topics in Cognitive Science*, 10(2). <https://doi.org/10.1111/tops.12317>
4. Chandu, K. R., Bisk, Y., & Black, A. W. (2021). Grounding “Grounding” in NLP. *Findings of the Association for Computational Linguistics: ACL-IJCNLP 2021*. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.findings-acl.375>
5. Azmi, A., Ahmad, N. A., Yiew, L. K., & Abdul-Malek, Z. (2019). The use of enhancement material in grounding system: A review. In *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science* (Vol. 13, Issue 2). <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v13.i2.pp453-460>
6. Sugiharto, A. (2019). Pentanahan untuk Perlindungan Peralatan dan Bangunan Gedung. *Majalah Ilmiah Swara Patra*, 9.
7. Santoso, A., Herawati, A., & Handayani, Y. S. (2020). Analisis Sistem Pentanahan Instalasi Listrik Gedung Lembaga Pemasyarakatan Kelas Ila Bengkulu. *JURNAL AMPLIFIER : JURNAL ILMIAH BIDANG TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER*, 10(2). <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v10i2.15320>
8. Riyanto. (2021). Analisis Perancangan Sistem Pentanahan Grid Secara Optimal Pada Sistem Tenaga Listrik. *Jurnal Teknik ...*, 10(01).
9. Bab II. (2017). *SSistem Pentanahan*. [http://repository.unsada.ac.id/2200/3/Bab II.pdf](http://repository.unsada.ac.id/2200/3/Bab%20II.pdf)
10. dhian wijaya, puji. (2015). Analisa laju korosi. *JURNAL TEKNIK ITS*, 4(1).
11. Hutauruk, F. Y. (2017). Analisa Laju Korosi pada Pipa Baja Karbon dan Pipa Galvanis dengan Metode Elektrokimia. *Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya*.
12. Ashadi, H. W., & Krisnadi Wicaksono, A. (n.d.). *PENGARUH UNSUR-UNSUR KIMIA KOROSIF TERHADAP LAJU KOROSI TULANGAN BETON : I. DI DALAM AIR RAWA*.

LAMPIRAN

