

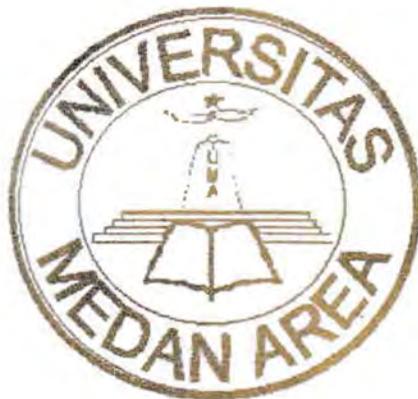
**STUDY SISTEM PENTANAHAN INDUSTRI BESAR
(APLIKASI PADA PT. FLORA SAWITA CHEMINDO)
TANJUNG MORAWA MEDAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat
Ujian Sarjana**

DISUSUN OLEH :

**NAMA : AKBAR LUTFI
NIM : 97 812 0046**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2004**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

RINGKASAN

Dilihat dari berbagai standart industri tenaga listrik adalah salah satu yang terbesar di dunia dan tentunya perlu juga kita perhatikan peralatan peralatan dan alat alat listrik tersebut, karna untuk menjamin keamanan peralatan listrik tergantung pada pentanahannya untuk itu di perlukan sistim pengamanan.

Sistim pengamanan bertujuan untuk mengamankan alat alat, peralatan maupun orang orang yang baker di daerah tersebut atau memperkecil terjadinya tegangan sentuh pada peralatan tersebut.

Pada dasarnya sistim pentanahan dapat di lakukan dengan menahan sesuatu atau beberapa Elektroda Kedalam Tanah dengan kedalaman beberapa cm kedalam tanah, tergantung jenis tanah dan elektroda yang di perlukan. Untuk PT. Flora Sawita Chemindo Tj. Morawa bahan yang di gunakan untuk elektroda pentanahannya biasanya terbuat dari tembaga, baja berlapis seng atau baja berlapis tembaga.

Dari segi penggunaannya yang paling banyak di gunakan pada PT. Flora Sawita Chemindo adalah elektroda batang, karena mempunyai keuntungan seperti harga elektroda rendah, pemasangan mudah dan mengeceknya mudah.

15, Mei 2004

AKBAR LUTFI, ST

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

RINGKASAN

Dilihat dari berbagai standart industri tenaga listrik adalah salah satu yang terbesar di dunia dan tentunya perlu juga kita perhatikan peralatan peralatan dan alat alat listrik tersebut, karna untuk menjamin keamanan peralatan listrik tergantung pada pentanahannya untuk itu di perlukan sistim pengamanan.

Sistim pengamanan bertujuan untuk mengamankan alat alat, peralatan maupun orang orang yang baker di daerah tersebut atau memperkecil terjadinya tegangan sentuh pada peralatan tersebut.

Pada dasarnya sistim pentanahan dapat di lakukan dengan menahan sesuatu atau beberapa Elektroda Kedalam Tanah dengan kedalaman beberapa cm kedalam tanah, tergantung jenis tanah dan elektroda yang di perlukan. Untuk PT. Flora Sawita Chemindo Tj. Morawa bahan yang di gunakan untuk elektroda pentanahannya biasanya terbuat dari tembaga, baja berlapis seng atau baja berlapis tembaga.

Dari segi penggunaannya yang paling banyak di gunakan pada PT.Flora Sawita Chemindo adalah elektroda batang, karena mempunyai keuntungan seperti harga elektroda rendah, pemasangan mudah dan mengeceknya mudah.

15, Mei 2004

AKBAR LUTFI, ST

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Umum	1
1.2. Latar Belakang Masalah	1
1.3. Pembatasan Masalah	2
1.4. Sistematika Pembahasan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1. Pengertian Sistem Pentanahan	4
2.2. Tujuan Pentanahan Peralatan	6
2.3. Eksposur Tegangan	7
2.4. Jenis-jenis Elektroda	9
2.4.1. Elektroda Pita	9
2.4.2. Elektroda Batang	10
2.4.3. Elektroda Plat	16
2.4.4. Pentanahan Dengan Jaringan di Pipa Air	19
2.5. Tahanan Jenis	19
2.5.1. Jenis Tanah	19
2.5.2. Kelembaban tanah	20
2.5.3. Temperatur	21
2.6. Pengukuran Tahanan Jenis	22
2.6.1. Metode Empat Elektroda	23
2.6.2. Metode Tiga Titik	25

BAB III	PENTANAHAN	27
3.1.	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tahanan Pentanahan	27
3.2.	Pengaruh Kelembaban dan Larutan Garam-garam Terhadap Tahanan Tanah	30
3.3.	Pengaruh Temperatur dan Iklim Terhadap Tahanan Jenis Tanah	30
3.4.	Pengaruh Diameter dan Kedalaman Elektroda Terhadap Tahanan Pentanahan	31
3.5.	Memperbaiki Nilai Tahanan Pentanahan	32
3.6.	Harga-harga Tahanan Pentanahan	34
3.7.	Karakteristik Listrik yang Utama dari Tanah	35
3.8.	Tahanan Tubuh Manusia	37
BAB IV	SISTEM PENTANAHAN PERALATAN PADA PT. FLORA SAWITA CHEMINDO	38
4.1.	Pentanahan Peralatan	38
4.1.1.	Jenis dan Cara Pentanahan	38
4.1.2.	Tata Letak Pentanahan (Lay Out)	39
4.2.	Teminal Grounding.....	40
4.2.1.	Pentanahan Power Generation (Genset)	40
4.2.2.	Pentanahan Boiller House	41
4.2.3.	Pentanahan Main Process Building dan Tank/Tanki	41
4.2.4.	Pentanahan Elektrolizer dan Hidrogen Building	41

4.2.5. Pentanahan Nitrogen Plant Building dan Tank/Tanki	42
4.2.6. Finish Good Storage Building	42
4.3. Pengukuran Tahanan Pentanahan	42
4.3.1. Hasil-hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN I	TERMINAL GROUNDING 49
LAMPIRAN II	PENTANAHAN POWER GENERATION (Genset)..... 51
LAMPIRAN III	BOILER HOUSE 52
LAMPIRAN IV	PENTANAHAN MAIN PROCESS BUILDING DAN TANK/TANKI 53
LAMPIRAN V	PENTANAHAN ELEKTROLIZER DAN HIDROGEN BUILDING..... 56
LAMPIRAN VI	PENTANAHAN NITROGEN PLAN BUILDING DAN TANK/TANKI 56
LAMPIRAN VII	FINISH GOOD STORAGE BUILDING..... 57



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Umum

Mengembangkan sumber energi untuk memperoleh kerja yang berguna adalah kunci dari kemajuan industri, yang penting untuk meningkatkan taraf hidup yang berkesinambungan bagi rakyat dimanapun mereka berada. Bagaimana menemukan sumber energi baru mendapatkan sumber energi yang mana pada dasarnya tidak pernah habis untuk masa mendatang dan menyediakan energi dimana saja diperlukan, dan mengubah energi dari satu kelain bentuk menggunakannya tanpa menimbulkan pencemaran yang akan merusak lingkungan hidup kita.

Sistem tenaga listrik adalah salah satu dari alat-alat untuk mengubah dan memindahkan energi yang mempunyai peranan penting dalam peranan-peranan tersebut.

1.2. Latar Belakang Masalah

Sesuai dengan kurikulum UMA bahwa setiap mahasiswa yang akan mengakhiri masa perkuliahannya diwajibkan menyelesaikan seluruh kegiatan-kegiatan akademik, termasuk pelaksanaan tugas akhir.

Selanjutnya penulis diberi kesempatan untuk memilih masalah yang akan dibahas dan dari masalah itu akan diangkat sebuah judul laporan. Pada kesempatan ini penulis memilih sebuah judul yaitu "STUDY SISTEM PENTANAHAN PERALATAN INDUSTRI BESAR

APLIKASI PADA PT. FLORA SAWITA CHEMINDO TANJUNG MORAWA MEDAN”:

PT. FLORA SAWITA CHEMINDO TANJUNG MORAWA MEDAN adalah suatu perusahaan industri yang bergerak di bidang kimia. Beroperasinya pabrik ini untuk ditopang oleh beberapa peralatan. Peralatan-peralatan ini perlu diperhatikan dan diawasi terutama dalam hal keamanannya. Untuk menjamin keamanan peralatan listrik tergantung pada pentanahannya. Dengan pentanahan didapatkan suatu hubungan kemasa bumi dimana hubungan-hubungan tersebut diperlukan agar diperoleh pentanahan yang efektif terdiri dari :

1. Sambungan hubungan tanah dalam instalasi konsumen.
2. Sambungan-sambungan tanah yang membentuk bagian dari pada sistem pelayanan perusahaan.

Untuk itu diperlukan suatu sistem pengamanan yang bertujuan untuk mengamankan baik peralatan-peralatan maupun orang-orang yang bekerja di daerah pembangkit tersebut. Sehingga walaupun terjadi arus bocor body peralatan, bila tersentuh seseorang tidak akan membahayakan.

1.3. Pembatasan Masalah

Dalam hal ini tujuan penulis hanya membahas tentang sistem pentanahan peralatan saja, sistem pentanahan peralatan tersebut meliputi :

- Pemasangan hantaran peralatan.
- Cara pemasangan elektroda pentanahan.

➤ Pengukuran pentanahan.

➤ Harga pentanahan.

Perlu diketahui bahwa pengukuran pentanahan peralatan hanya diwakili oleh peralatan-peralatan seperti : Power Generation (Genset), Boiler House, Main Process Building dan Tank/Tanki, Elektrolizer dan Hidrogen Building, Nitrogen Plan Building dan Tanki, Finish Good Storage.

1.4. Sistematika Pembahasan

Untuk memudahkan penyusunan laporan ini, penulis terlebih dahulu membuat outline (sistematika) yang dapat dijelaskan dalam V bab dan setiap bab terdiri dari beberapa sub bab. Secara sistematika diuraikan sebagai berikut :

Pada Bab I membahas tentang gambaran umum yang mencakup latar belakang masalah, pembatasan masalah dan sistematikan pembahasan.

Pada Bab II membahas tentang dasar-dasar teori yaitu : pengertian sistem pentanahan, eksposur tegangan, jenis-jenis elektroda dan tahanan jenis tanah.

Pada Bab III membahas tentang permasalahan dan sistem pentanahan.

Pada Bab IV membahas tentang permasalahan dan data-data sistem pentanahan peralatan pada PT. FLORA SAWITA CHEMINDO TANJUNG MORAWA MEDAN.

Pada Bab V merupakan kesimpulan dari sistem pentanahan peralatan serta saran-saran bagi pembaca dalam pembuatan laporan ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Sistem Pentanahan

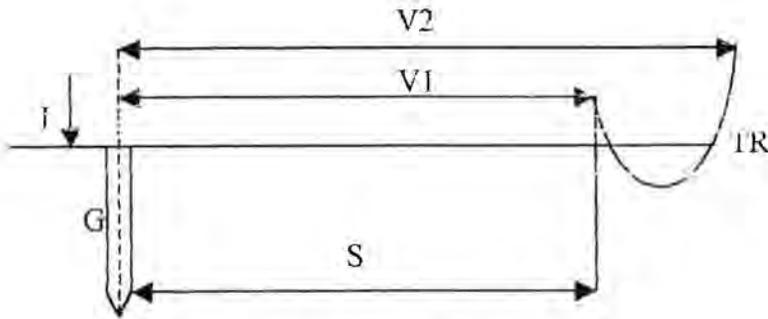
Pengetahuan mengenai pentanahan sangat penting dalam sistem tenaga listrik. Yang dimaksud dengan pentanahan disini adalah menanam suatu/beberapa elektroda ke dalam tanah dengan cara tertentu untuk mendapatkan tahanan yang diinginkan.

Untuk memberikan suatu gambaran yang jelas haruslah dimengerti dan dipahami lebih dahulu mengenai defenisi-defenisi dari istilah-istilah pentanahan.

Pentanahan pengaman adalah suatu tindakan pengamanan dalam instalasi yang rangkaianannya ditanahkan dengan cara mentanahkan badan peralatan atau instalasi yang diamankan sedemikian rupa, sehingga bila terjadi kegagalan instalasi, tercegahlah bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi karena terputusnya arus pengamanan arus lebih.

Tahanan elektroda tanah adalah tahanan antara elektroda tanah atau disebut juga sistem pentanahan dengan suatu tanah referensi. Tahanan pentanahan adalah tahanan elektroda tanah dan hantaran hubungan tanah.

Tanah referensi adalah suatu daerah dipermukaan tanah yang cukup jauh, sehingga tidak ada beda potensial yang berarti antara elektroda tanah dengan titik mana saja di daerah tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Elektroda Pentanahan

Keterangan :

- G : elektroda pentanahan
 TR : tanah referensi
 S : jarak G dan TR
 V1 dan V2 : beda tegangan antara 1, 2 dan G di daerah tanah referensi.
 I : arus masuk lewat G.

Jika untuk pentanahan rangkaian dan pentanahan badan peralatan/instalasi yang diamankan dipakai elektroda pentanahan sendiri yang terpisah, maka bila terjadi kegagalan isolasi arus tanahnya akan mengalir kembali ke sumber melalui tanah (lihat gambar 2.1). Sehingga dengan demikian akan memperkecil terjadinya tegangan sentuh, tegangan langlah dan tegangan pindah.

Dalam hal ini tahanan pentanahan badan peralatan yang diamankan (R_p) tidak boleh melebihi harga berikut :

$$R_p = 50/I_A \text{ ohm dan } I_A = K \times I_N$$

Dimana :
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

R_p = tahanan pentanahan badan peralatan (Ohm)

I_A = besar arus pemutus alat pengaman arus lebih (Amp).

I_N = arus nominal dari alat pengaman arus lebur atau alat pengaman arus lebih (Ampere).

K = suatu faktor yang besarnya tergantung dari tegangan karakteristik alat pengaman.

Untuk pengaman lebur harga K berkisar antara 2,5 dan 5 sedang untuk alat pengaman lainnya antara 1,25 dan 3,5 (PUIL, 1977).

2.2. Tujuan Pentanahan Peralatan

Tujuan pentanahan peralatan adalah untuk memperkecil terjadinya tegangan sentuh pada peralatan tersebut. Untuk mencapai tujuan ini suatu sistem pentanahan peralatan diperlukan. Sistem pentanahan gunanya untuk memperoleh potensial yang merata (uniform) dalam semua bagian instruktur dan peralatan dan juga untuk menjaga agar operator atau orang yang berada di daerah instalasi itu berada pada potensial yang sama dan tidak berbahaya pada setiap waktu. Dengan dicapainya potensial yang hampir merata pada semua titik dalam daerah sistem pentanahan ini, kemungkinan timbulnya perbedaan potensial yang besar pada jarak yang dapat dicapai oleh manusia sewaktu terjadi hubungan singkat ke tanah menjadi sangat kecil.

Secara singkat tujuan pentanahan peralatan itu dapat diformulasikan sebagai berikut :

- a. Mencegah terjadinya tegangan kejut listrik yang berbahaya untuk orang dalam daerah itu.
- b. Untuk memungkinkan timbulnya arus tertentu baik besarnya maupun lamanya dalam keadaan gangguan tanah tanpa menimbulkan kebakaran atau ledakan pada bangunan atau isinya.

2.3. Eksposur Tegangan (Voltage Exposur)

Apabila ada kontak yang tidak disengaja antara bagian-bagian yang dilalui oleh arus dengan kerangka metal dari peralatan, kerangka metal ini menjadi bertegangan yang sama dengan tegangan peralatan. Untuk mencegah terjadinya tegangan kejut yang berbahaya kerangka peralatan ini harus dihubungkan ke tanah melalui suatu penghantar yang impedansinya rendah. Impedansi pentanahan itu harus sedemikian kecilnya sehingga tegangan yang timbul pada kerangka peralatan cukup kecil dan tidak berbahaya.

Besar tegangan sentuh yang diijinkan itu bergantung lama gangguan, yaitu sebelum gangguan itu diputuskan dengan bekerjanya alat proteksi (MCB, CB, Fuse dan lain-lain).

Dalam tabel 2.1 dapat kita lihat besar tegangan yang diijinkan sebagai fungsi waktu pemutusan. Dan tabel 2.1 ini biasanya digunakan untuk sistem tegangan rendah, di bawah 1 KV. Sedang yang digunakan untuk sistem tegangan tinggi dapat kita lihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.1 Besar dan lama tegangan sentuh maksimum
(sistem tegangan rendah)

Tegangan sentuh (volt)	Waktu pemutusan maksimum (detik)
< 50	~
50	5,0
75	1,0
90	0,5
110	0,2
150	0,1
220	0,05
280	0,03

Tabel 2.2 Besar dan lama tegangan sentuh
(sistem tegangan tinggi)

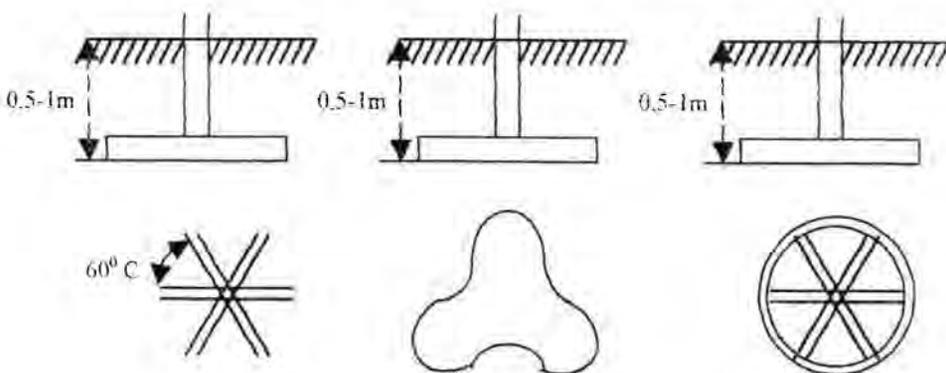
Tegangan sentuh (volt)	Waktu pemutusan maksimum (detik)
1.980	0,1
1.400	0,2
1.140	0,3
990	0,4
890	0,5
626	1,0
443	2,0
362	3,0

2.4. Jenis-Jenis Elektroda

Pada dasarnya sistem pentanahan dapat dilakukan dengan menahan satu atau beberapa elektroda ke dalam tanah dengan kedalaman beberapa centi meter di bawah permukaan tanah. Tergantung dari jenis tanah dan elektroda yang digunakan. Dalam memilih suatu jenis elektroda dalam sistem pentanahan terlebih dahulu kita harus mengetahui kondisi tanahnya apakah dia tanah basah atau tanah kering atau tanah ladang atau yang lainnya. Dengan demikian kita dapat memilih jenis elektroda yang paling efisien dalam penggunaannya. Bahan yang digunakan untuk elektroda pentanahan biasanya terbuat dari tembaga, baja berlapis seng atau baja berlapis tembaga.

2.4.1. Elektro Pita

Elektroda pita dibuat dari hantaran berbentuk pita atau batang bulat atau hantaran yang dipilin. Elektroda pentanahan ini ada berbagai jenis bentuknya seperti bentuk radial, lingkaran atau suatu kombinasi dari beberapa bentuk. Pada gambar 2.2 di bawah ini dapat kita lihat beberapa bentuk elektroda pita.



Gambar 2.2 Bentuk-bentuk Elektroda Pita

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)28/8/23

Elektroda pita yang berbentuk radial (gambar 2.2 a) pada umumnya disusun secara simetris. Jumlah jari-jari yang digunakan tidak perlu lebih dari enam, sebab penambahan jari-jari melebihi jumlah ini tidak akan banyak mengurangi tahanan pentanahannya. Penanaman elektroda ini umumnya ditanam secara dangkal.

2.4.2. ELEKTRODA BATANG

Sistem pentanahan dengan menggunakan elektroda batang adalah suatu sistem pentanahan dengan menggunakan batang-batang konduktor yang ditanahkan tegak lurus ke permukaan tanah. Banyaknya batang konduktor yang ditanam di dalam tanah tergantung pada besar tahanan pentanahan yang diinginkan.

Elektroda batang ini dibuat dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan tegak lurus ke dalam tanah. Panjang elektroda yang harus digunakan disesuaikan dengan tahanan pentanahan yang diperlukan (lihat tabel 2.3).

Dari segi penggunaannya elektroda batang ini paling banyak digunakan dibandingkan dengan elektroda-elektroda lainnya, karena mempunyai keuntungan-keuntungan seperti :

- Harga elektroda cukup rendah
- Pemasangan mudah
- Pengecekan mudah

Pemasangan elektroda ini sebaiknya ditanam di daerah yang tanahnya mengandung air. Tetapi apabila tanah sekitar penanaman elektroda kering,

kadang-kadang sangat sulit mencapai tahanan penyebaran yang cukup rendah, dalam hal ini ada kalanya sifat-sifat tanah dapat diperbaiki dengan mengelolanya dengan bahan-bahan kimia ; misalnya dengan merabur garam-garam di sekitar batang elektroda.

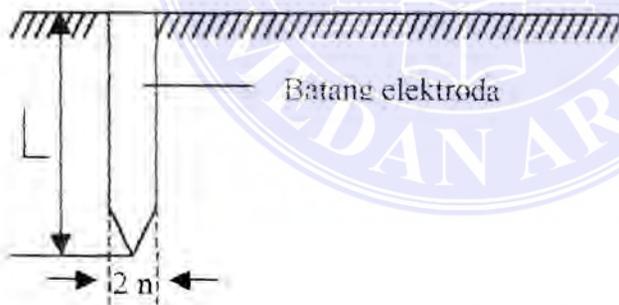
Tabel 2.3
UKURAN-UKURAN MINIMUM ELEKTRODA PENTANAHAN

Jenis Elektroda	Bahan		
	Baja berlapis seng (proses panas)	Baja berlapis tembaga	Tembaga
Elektroda pita	Pita baja : Luas penampang : 100 mm ² tebal 3 mm ²	Luas penampang : 50 mm ²	Pita tembaga : Luas penampang 50 mm ² , tebal 2 mm ² .
Elektroda batang	Pipa baja : Diameter 1 mm Baja profil 65 x 65 x 7 mm (atau batang profil yang setaraf)	Baja bulat Diameter 15 mm. Tebal lapisan tembaga 2,5 mm.	Pipa tembaga Luas penampang 50 mm ² , tebal 2 mm ² . Hantaran pilin (bukan kawat halus). Luas penampang 35 mm ² .
Elektroda plat	Plat baja Luas 0,5 – 1 mm ² , tebal 3 mm.		Plat tembaga Luas 0,5 – m ² , tebal 2 mm.

Namun dengan cara penganggaran ini sebaiknya dilakukan sedikitnya sekali enam bulan. Elektroda-elektroda batang yang dihubungkan secara paralel, jarak antara elektroda yang satu dengan yang lainnya sekurang-kurangnya sama dengan panjang efektif dari satu elektroda atau sekurang-kurangnya 4 meter. Pentanahan dengan menggunakan elektroda batang juga disebut pentanahan dalam.

Dalam penggunaannya elektroda ini dapat digunakan dengan satu batang elektroda, dua batang elektroda atau beberapa elektroda. Penanaman elektroda lebih dari satu yang dihubungkan secara paralel tujuannya adalah untuk memperkecil tahanan pentanahannya, sistem pentanahan tersebut semakin baik.

a. Pentanahan dengan satu batang elektroda



Gambar 2.3 Elektroda satu batang

Dengan menggunakan efek bayangan elektroda terhadap permukaan tanah didapat :

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

R = tahanan pentanahan (ohm)

ρ = tahanan jenis tanah (ohm-cm)

L = panjang elektroda (cm)

a = jari-jari elektroda (cm)

Makin panjang elektroda yang ditanam dalam tanah maka tahanan pentanahannya semakin kecil. Demikian juga makin besar diameter elektroda juga semakin kecil tahanan pentanahannya.

Contoh :

Sebuah kontraktor mendapat suatu order pemasangan instalasi pada bangunan industri di daerah pantai ($g = 300$), direncanakan digunakan elektroda batang jenis baja lapis tembaga dengan diameter 16 mm dengan panjang elektroda 3 m. hitunglah tahanan pentanahannya.

Penyelesaian :

Diameter elektroda $d = 16 \text{ mm}$

Maka jari-jari $a = 8 \text{ mm}$

Maka :

$$R = \frac{\rho}{2nL} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \dots\dots\dots (2.2)$$

b. Pentanahan dengan dua batang elektroda

Untuk dua tahap batang elektroda dapat dicari tahanan pentanahannya dengan menggunakan rumus :

$$1. \quad R_{S>L} = \frac{\rho}{4nL} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4nS} \left(1 - \frac{L^2}{3S^2} + \frac{2L^4}{5S^4} \right)$$

$$2. \quad R_{S<L} = \frac{\rho}{4nL} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{S} - 2 + \frac{S}{2L} - \frac{S^2}{16L^2} + \frac{S^4}{512L^4} \right)$$

(3,145, 1987)

Dimana :

R = tahanan pentanahan dua elektroda batang

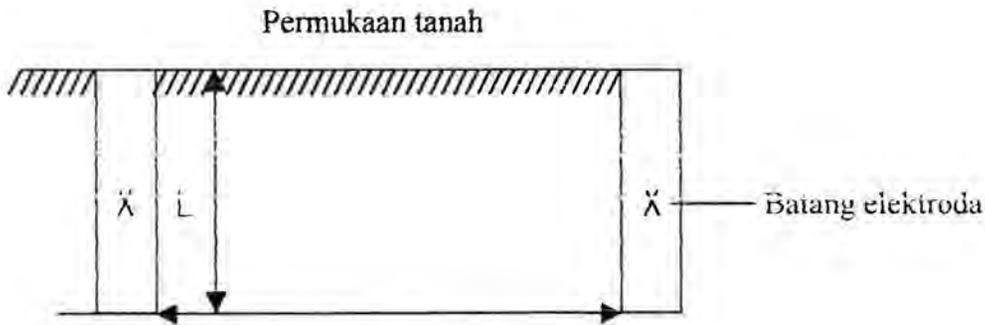
ρ = tahanan jenis tanah

L = panjang elektroda dalam tanah

S = jarak antara dua elektroda

a = jari-jari elektroda

Di bawah ini dapat kita lihat gambar pentanahan dengan menggunakan dua buah elektroda.



Gambar 2.4. Elektroda dua batang

c. Pentanahan dengan beberapa elektroda

Sistem pentanahan dengan beberapa elektroda batang harga pentanahannya dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$R = \frac{\rho}{4nL} \left(\ln \frac{4L}{b} - 1 + \frac{2KL + L}{\sqrt{A}} (n-1)^2 \right) \quad (2.3)$$

Dimana :

L = panjang elektroda (cm)

b = jari-jari elektroda (cm)

n = jumlah elektroda yang ditanam

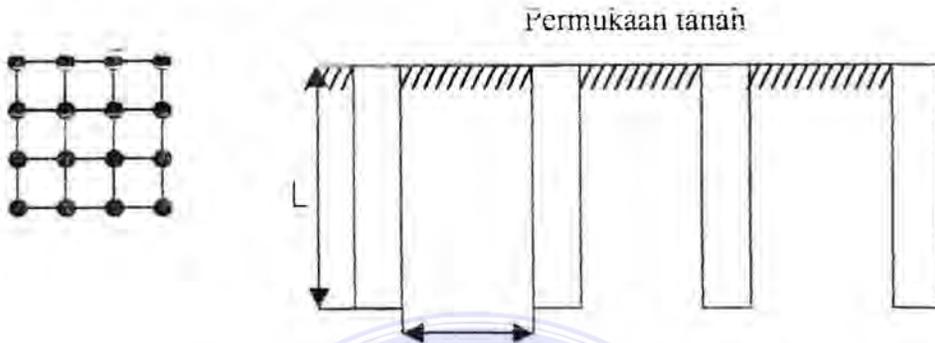
A = luas daerah pentanahan (cm^2)

Kl = konstanta yang tergantung Z' dan X_0

Z = kedalaman penanaman (jarak ujung batang atas dengan permukaan tanah (cm)).

X_0 = perbandingan jarak dan lebar pentanahan

Di bawah ini dapat kita lihat gambar pentanahan dengan menggunakan beberapa elektroda batang.



Gambar 2.5 Pentanahan dengan beberapa elektroda batang

2.4.2. Elektroda Plat

Elektroda plat ini dibuat dari plat logam. Plat logam berlubang dari kawat kasa. Plat ini ditanam tegak lurus di dalam tanah dengan tepi atasnya sekurang-kurangnya 1 m di bawah permukaan tanah.

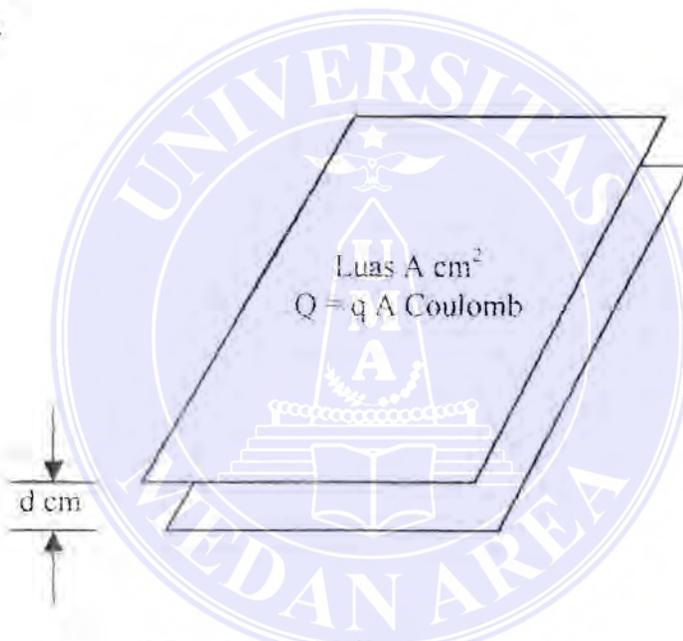
Luas plat yang harus digunakan tergantung pada pentanahan yang diperlukan. Pada umumnya selembar plat dengan ukuran 1 m x 0.5 m sudah cukup. Tapi apabila kita ingin mendapatkan tahanan pentanahan yang lebih kecil maka kita dapat menanam lebih banyak elektroda yang dihubungkan secara paralel. Jarak antara plat-plat ini harus sekurang-kurangnya 3 m.

Sebenarnya pentanahan dengan menggunakan elektroda plat ini tidak banyak digunakan karena dilihat dari segi ekonomisnya lebih mahal dibandingkan dengan elektroda yang lainnya. Disamping itu pemasangannya lebih sulit.

Karena untuk menanam elektroda ini kita harus membuat atau menggali lubang seluas plat yang akan kita tanam.

Untuk mencapai tahanan pentanahan yang sama, elektroda plat memerlukan banyak bahan dibandingkan dengan elektroda pita atau elektroda batang.

Di bawah ini dapat kita lihat dua plat konduktor dengan luas masing-masing A cm^2 dengan rapat muatan plat masing-masing q/cm^2 , dan $-q/\text{cm}^2$, jarak plat adalah d cm.



Gambar 2.6 Elektroda plat

Jumlah garis flux yang melalui dielektrik diantara dua plat adalah $4\pi qA$ dan kuat medannya adalah $4\pi q$. Maka tegangan antara kedua plat, $V = 4\pi qd$ Volt, jumlah muatan Q adalah qA Coulomb.

Dari hubungan :

$$C = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots (2.4)$$

diperoleh :

$$\frac{I}{C} = \frac{4n \cdot q \cdot d}{q \cdot A} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\frac{I}{C} = \frac{4n \cdot d}{A} \dots\dots\dots (2.6)$$

Jika diantara kedua plat diletakkan tanah dengan tahanan jenis ρ (ohm-cm) maka tahanan antara plat adalah :

$$R = \rho \frac{d}{A} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dari persamaan (2.1) diperoleh : $d/A = I/4nC$. Akhirnya diperoleh harga tahanan :

$$R = \frac{\rho}{4nC} \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana :

R = tahanan (ohm)

C = kapasitansi (Statfarad)

ρ = tahanan jenis tanah (ohm-cm)

Dalam hal ini tahanan elektrodanya sendiri tidak diperhitungkan karena tahanan jenis pentanahan kecil sekali dibandingkan dengan tahanan jenis tanah.

2.4.4. Pentanahan Dengan Jaringan Pipa Air

Jaringan pipa air dari logam dapat juga dipakai sebagai elektroda pentanahan. Pentanahan dengan menggunakan pipa air di luar negeri sudah umum digunakan. Sedangkan penggunaannya di Indonesia belum dilakukan. Keuntungan dari pipa air minum bila dipakai sebagai elektroda pentanahan akan menghemat biaya. Pipa air minum biasanya ditanam sedalam 0,5 m dibawah permukaan tanah.

2.5. Tahanan Jenis Tanah

Faktor keseimbangan antara tahanan pentanahan dan kapasitansi disekelilingnya adalah tahanan jenis, tanah yang disimbolkan dengan ρ (rho). Besar tahanan jenis tanah tidak sama di segala tempat, tergantung pada beberapa faktor seperti jenis tanah, kelembaban tanah dan temperatur.

Harga tahanan jenis tanah sangat perlu diketahui dalam merencanakan suatu pentanahan. Maksudnya supaya kita dapat menentukan tahanan pentanahannya. Pada dasarnya bahwa tanah yang banyak mengandung air tahanan jenis tanahnya adalah kecil dan sebaliknya tanah yang kering atau berbatu tahanan jenisnya adalah besar.

2.5.1. Jenis Tanah

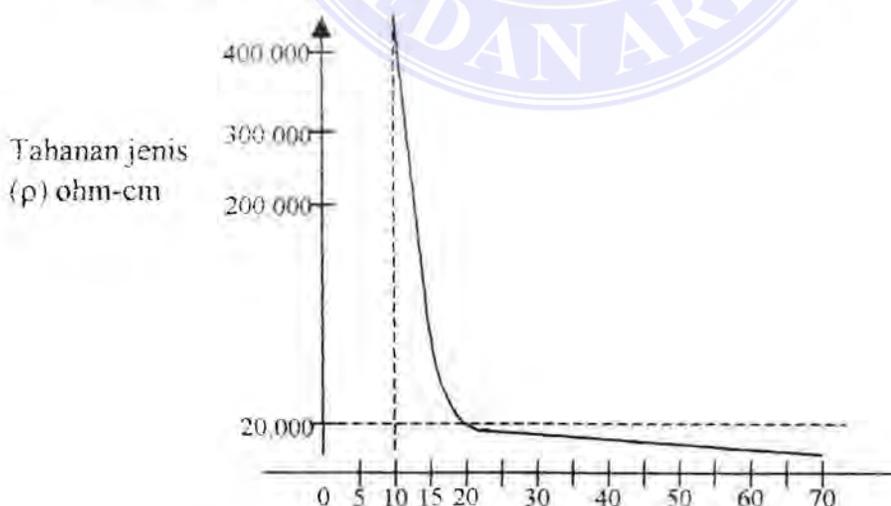
Dipermukaan bumi ini terdiri dari bermacam-macam jenis tanah seperti tanah rawa, tanah liat, tanah ladang, pasir basah, kerikil basah, pasir kering dan tanah berbatu.

Jenis tanah sangat mempengaruhi harga tahanan pentanahan. Tanah rawa (tanah yang banyak mengandung air) merupakan tanah yang paling kecil tahanan jenisnya sehingga tanah ini merupakan tanah yang paling baik dalam suatu perencanaan pentanahan.

2.5.2. Kelembaban Tanah

kelembaban tanah/besar kecilnya konsentrasi air dalam tanah juga mempengaruhi harga tahanan jenis tanah. Makin lembab atau makin banyak mengandung air makin kecil tahanan tanahnya. Karena kita tahu bahwa air adalah bersifat induktif.

Tanah yang kering atau tanah dengan konsentrasi air di bawah 10 % mempunyai tahanan jenis tanah besar sekali akan tetapi konsentrasi 15 % ke atas harga tersebut turun dengan drastis. Untuk lebih jelasnya lihat pada gambar grafik 2.7 di bawah ini.



Gambar 2.7. Grafik tahanan jenis tanah berdasarkan kelembaban tanah
UNIVERSITAS MEDAN AREA

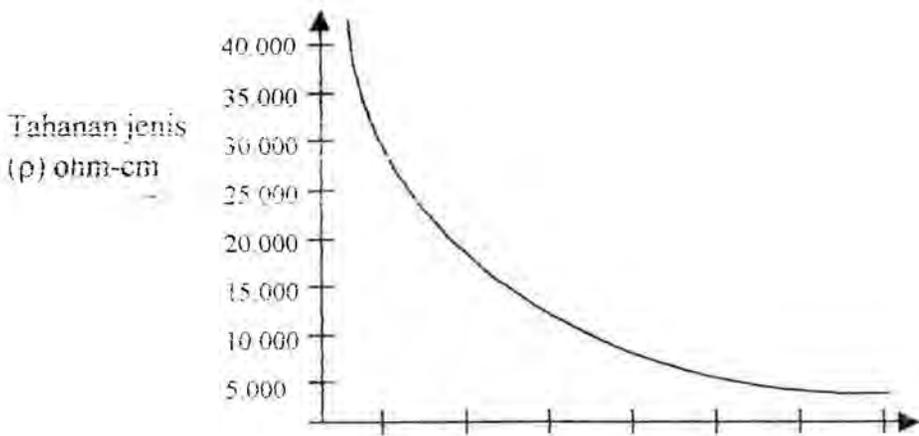
Perlu diketahui bahwa tahanan jenis tanah tidaklah selalu konstan (bervariasi), karena terjadinya perubahan musim.

Untuk mengurangi variasi tahanan jenis tanah, pentanahan dapat dilakukan dengan menanamkan elektroda pentanahan ke dalam tanah hingga mencapai tanah yang konstant.

Pada pentanahan yang tidak mungkin ditanam lebih dalam hingga air mencapai air tanah yang konstant, harga tahanan jenis tanah harus diambil untuk keadaan yang paling buruk (harga tahanannya paling tinggi) yaitu tanah kering dan dingin.

2.5.3. Temperatur

Pengaruh temperatur untuk Indonesia sebenarnya tidak menjadi masalah, karena selalu berada di atas temperatur 0°C (air beku, tekanan 1 atm). Berbeda untuk daerah yang mengalami temperatur di bawah 0°C , tahanan jenis tanah akan naik drastis untuk temperatur di bawah 0°C . Hal karena air dalam tanah juga menjadi beku sehingga proses aliran elektron sangat terhambat. Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat pada gambar grafik 2.8 di bawah ini :



Gambar 2.8. Grafik tahanan jenis tanah berdasarkan temperatur

2.6. Pengukuran Tahanan Jenis Tanah

Seperti yang diterangkan sebelumnya bahwa tahanan jenis tanah sangat perlu diketahui dalam merencanakan suatu pentanahan. Untuk mengetahui tahanan jenis tanah ini, tentu kita harus melakukan pengukuran. Pengukuran tahanan jenis tanah biasanya dilakukan dengan dua metode yaitu :

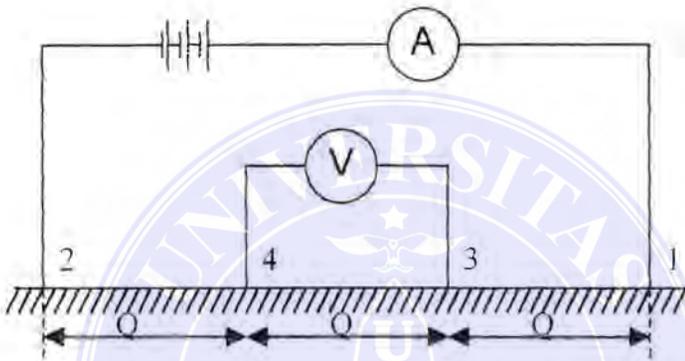
- Metoda Empat elektroda (Four Electrode Method)
- Metode Tiga Titik (Three Point Method)

Peralatan-peralatan dalam pengukuran tahanan jenis tanah ini adalah :

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1. Ampere meter | 1 buah |
| 2. Volt meter | 1 buah |
| 3. Elektroda pentanahan | 4 buah (metode 4 elektroda) |
| 4. Elektroda pentanahan | 3 buah (metode 2 elektroda) |

2.6.1. Metoda Empat Elektroda (Four Electrode Method)

Pengukuran tahanan jenis tanah dengan metode Empat elektroda menggunakan empat elektroda, sebuah battere, sebuah amperemeter, dan sebuah voltmeter yang sensitif, sebagaimana terlihat pada gambar 2.9 di bawah ini.



Gambar 2.9. Pengukuran tahanan jenis tanah dengan metode Empat Elektroda

Bila arus I masuk ke tanah melalui salah satu elektroda dan kembali ke elektroda yang lain yang cukup jauh sehingga pengaruh diameter konduktor dapat diabaikan. Arus yang masuk ke tanah mengalir secara radial dari elektroda, misalkan arah arus dalam tanah dari elektroda 1 ke elektroda 2 berbentuk permukaan bola dengan jari-jari r , luas permukaan tersebut adalah $2\pi r^2$, dan rapat arus radial pada jarak r adalah $J = I/2\pi r^2$. Bila ρ adalah tahanan jenis tanah, maka kuat medan dalam tanah pada arah radial dengan jarak r adalah $E(r) = J$. Jadi :

$$E(r) = \frac{I \cdot \rho}{2\pi r^2} \dots\dots\dots (2.9)$$

potensial pada jarak r dari elektroda adalah integral dari gaya listrik dari jarak r ke titik tak terhingga :

$$V = \int_r^{\infty} E(r) dr = \frac{l \cdot \rho}{2nr^2} \dots\dots\dots (2.10)$$

Perbandingan antara tegangan dan arus atau tahanan menjadi :

$$R = \frac{\rho}{2nr} \dots\dots\dots (2.11)$$

dari gambar terlihat, $r_{13} = r_{34} = r_{24} = a$

jadi :

$$V_3 = \frac{l \cdot \rho}{2n} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} \right)$$

dan

$$V_4 = \frac{l \cdot \rho}{2n} \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a} \right)$$

Beda tegangan antara titik 3 dan 4 adalah :

$$V_{34} = \frac{l \cdot \rho}{2n} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a} - \frac{1}{2a} + \frac{1}{a} \right)$$

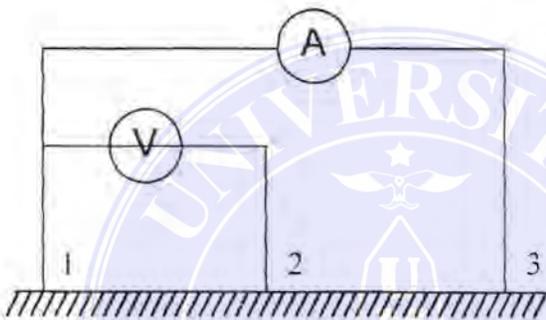
$$V_{34} = \frac{l \cdot \rho}{2n} \text{ dan } R_{34} = \frac{V_{34}}{l} = \frac{\rho}{2na}$$

jadi : $\rho = 2na \cdot R_{34}$

Bila a dalam meter dan R dalam ohm maka tahanan jenisnya adalah Ohm-meter.

2.6.2. Metode Tiga Titik (Three Point Method)

Metode tiga titik (three point method) dimaksudkan untuk mengukur tahanan pentanahan. Misalkan tiga buah batang pentanahan dimana batang 1 yang akan diukur dan batang 2 dan 3 sebagai batang pembantu yang juga belum diketahui tahananannya. Di bawah ini dapat kita lihat pengukuran tahanan jenis tanah metode tiga titik.



Gambar 2.10. Pengukuran tahanan jenis tanah dengan metode tiga titik

Bila tahanan diantara tiap-tiap batang pentanahan diukur dengan arus konstan, tiap pengukuran dapat ditulis sebagai berikut .

$$R_{1-2} = \frac{V_{1-2}}{I} = R_{11} + R_{22} - 2R_{12}$$

$$R_{1-3} = \frac{V_{1-3}}{I} = R_{11} + R_{33} - 2R_{13}$$

$$R_{2-3} = \frac{V_{2-3}}{I} = R_{22} + R_{33} - 2R_{23}$$

$$= \frac{V_{1-2} + V_{1-3} - V_{2-3}}{I} = 2R_{11} - 2R_{12} - 2R_{13} - 2R_{23}$$

tetapi ;

$$V_{1-3} = V_{1-2} + V_{2-3}$$

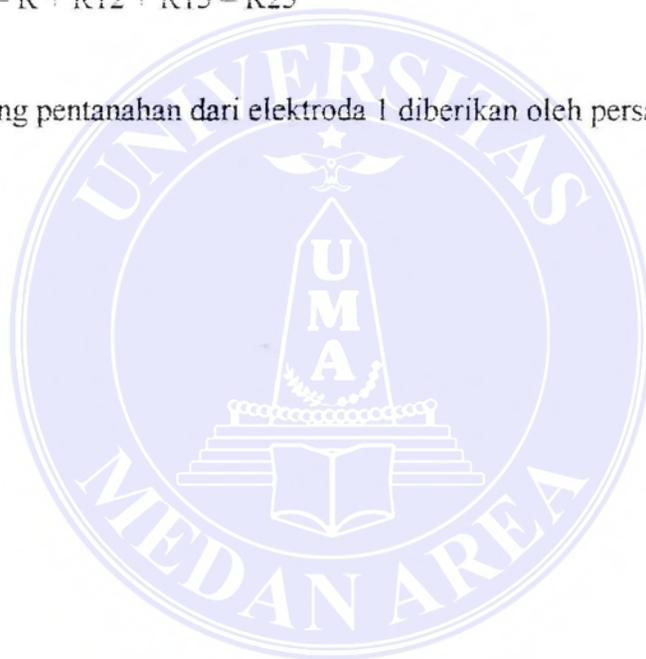
jadi ;

$$R = \frac{V_{1-2}}{I} = R_{11} - R_{12} - R_{13} + R_{23}$$

Akhirnya didapat :

$$R_{11} - R + R_{12} + R_{13} - R_{23}$$

Tahanan batang pentanahan dari elektroda 1 diberikan oleh persamaan diatas.



BAB III

PENTANAHAN

3.1. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Tahanan Pentanahan

Tahanan pentanahan tidak selalu konstan, sebab banyak dipengaruhi oleh keadaan tanah yang juga tergantung dari iklim serta keadaan sekitarnya.

Justru itu dianjurkan mengukur tahanan pentanahan yang terpasang secara berkala. Dengan digunakannya tanah sebagai hantaran balik, kemampuan arus hubung singkat mengerjakan pelebur, CB dan lain sebagainya akan berkurang.

Ini disebabkan tanah mempunyai tahanan jenis yang selalu berubah-ubah. Tahanan pentanahan sistem bisa tinggi, jika nilai tahanan jenisnya tinggi. Menaikinya tahanan jenis tanah disebabkan :

- Panas yang timbul disekitar elektroda pentanahan akibat adanya arus hubung singkat, sehingga tanah menjadi kering.
- Keringnya tanah akibat musim panas yang berkepanjangan.

Pada tanah yang membeku seperti pada permukaan yang membeku waktu musim dingin resistivitinya sangat tinggi.

Faktor keseimbangan antara tahanan pengetanahan dan kapasitansi disekelilingnya adalah tahanan jenis tanah yang direpresentasikan dengan ρ .

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

- a. Jenis tanah : tanah liat, berpasir, berbatu dan lain-lain.
- b. Lapisan tanah : berlapis-lapis dengan tahanan jenis berlainan atau uniform.
- c. Kelembaban tanah.
- d. Temperatur.

Sering dicoba untuk mengubah komposisi kimia tanah dengan memberikan garam pada tanah dekat elektroda pengetanahan dengan maksud mendapatkan tahanan jenis tanah yang rendah. Cara ini hanya baik untuk sementara sebab proses penggaraman harus dilakukan secara periodik, sedikitnya enam bulan sekali.

Dengan memberi air atau membasahi tanah juga mengubah tahanan jenis tanah. Harga tahanan jenis tanah pada kedalaman yang terbatas sangat bergantung kepada keadaan cuaca. Untuk mendapatkan tahanan jenis rata-rata untuk keperluan perencanaan maka diperlukan penyelidikan atau pengukuran dalam jangka waktu tertentu, misalnya selama satu tahun.

Biasanya tahanan tanah juga tergantung dari tingginya permukaan tanah dari permukaan air yang konstan. Untuk mengurangi variasi tahanan jenis tanah akibat pengaruh musim, pengetanahan dapat dilakukan dengan menanamkan elektroda pengetanahan sampai mencapai kedalaman dimana terdapat air tanah yang konstan.

Pada sistem pengetanahan yang tidak mungkin atau tidak perlu untuk ditanam lebih dalam sehingga mencapai air tanah yang konstan, variasi tahanan jenis tanah sangat besar.

Karena kadang kala penanaman memungkinkan kelembaban dan temperatur bervariasi, harga tahanan jenis tanah harus diambil untuk keadaan yang paling buruk, yaitu tanah kering dan dingin.

Setelah diperoleh harga tahanan jenis tanah, dan biasanya diambil harga yang tertinggi, maka berdasarkan harga tahanan jenis tanah tersebut dibuat perencanaan pengetanahan. Jadi pada suatu perencanaan pengetanahan, pengukuran tahanan jenis tanah pada tempat di mana akan didirikan Gardu Induk harus dilakukan terlebih dahulu.

Untuk daerah-daerah lapisan dibawah permukaan tanah yang liat, berlumpur dan batu kapur biasanya mempunyai tahanan jenis yang rendah, sedang material yang berpasir dan berbatu-batu mempunyai tahanan jenis yang tinggi. Pada tabel dapat dilihat nilai tahanan jenis rata-rata secara kasar.

Tabel 3.1

Jenis tanah	Tanah rawa	Tanah liat + tanah ladang	Pasir basah	Krikil basah	Pasir dan krikil kering	Tanah berbatu
Tahanan jenis dalam ohm meter	20	100	200	500	1000	3000

Tahanan Jenis Tanah

Untuk berbagai lapisan tanah komposisinya berbeda sesuai umur dan proses geology yang terjadi di daerah tersebut.

3.2. Pengaruh Kelembaban dan Larutan Garam-garam Terhadap Tahanan Tanah

Kelembaban dan larutan garam-garam tanah di dalam tanah secara nyata punya pengaruh terhadap tahanan tanah. Sejumlah air di dalam tanah tergantung kepada iklim atau cuaca, kealamiannya pada lapisan tanah (nature of subsoil) dan kedalaman air yang permanent.

Seperti diketahui tanah kering adalah suatu isolator yang baik, tetapi dengan suatu muatan kelembaban pada 15 %, tahanan jenisnya berkurang secara drastis. Sebagaimana diketahui air murni mempunyai tahanan yang tak terhingga. Bagaimanapun secara alamiah garam-garam dalam tanah (terlarut di dalam air) sehingga tanah mempunyai resistivity yang sangat rendah.

3.3. Pengaruh Temperatur dan Iklim Terhadap Tahanan Jenis Tanah

Kenyataan menunjukkan bahwa tahanan jenis air adalah berbanding terbalik dengan temperatur yang diterimanya. Saat air membeku di dalam tanah tahanan jenisnya akan bertambah.

Seperti telah dijelaskan diatas, bahwa tahanan jenis tanah tergantung kepada temperatur, kelembaban dan larutan garam-garam tanah pada tanah itu sendiri. Dimana kesemua ini dapat dipengaruhi oleh musim demi musim. Maka dapat dilihat bahwa komponen yang terbesar dan gaya tahanan dari tahanan tanah mempunyai suatu faktor yang berbeda luasannya dengan range tahanan jenis dari 500 – 300.000 ohm/cm.

Jelasnya, berdasarkan harga ini prinsip kriteria di dalam merancang sistem pentanahan cukup beralasan. Dimana Indonesia hanya mempunyai 2 musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Yang mempunyai range resistivity tidak begitu menyolok perbedaannya.

3.4. Pengaruh Diameter & Kedalaman Elektroda Terhadap Tahanan Pentanahan

Diameter dan kedalaman elektroda banyak mempengaruhi nilai tahanan pentanahan, sebab semakin banyak kontak permukaan elektroda dengan tanah, maka tahanannya menjadi semakin kecil.

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (3.1)$$

dimana : R = tahanan (Ω).

ρ = tahanan jenis (Ω - cm)

L = panjang (cm)

A = luas penampang (cm^2)

Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa : A = luas penampang semakin besar, maka R (tahanan) akan menurun. Maka diameter elektroda dapat mempengaruhi nilai tahanan elektroda, dimana :

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad (3.2)$$

dimana : A = luas penampang (cm^2)

d = diameter penampang (cm)

Maka, bila d (diameter penampang) besar, maka A (luas penampangnya menjadi besar juga).

Kedalaman elektroda juga dapat memperkecil nilai tahanan pentanahan, apabila kedalaman mencapai air tanah, karena tahanan jenisnya lebih rendah dibandingkan dengan tanah sebelum mencapai air tanah. Pada grafik menunjukkan pengaruh kedalaman terhadap tahanan pentanahan.

3.5. Memperbaiki Nilai Tahanan Pentanahan.

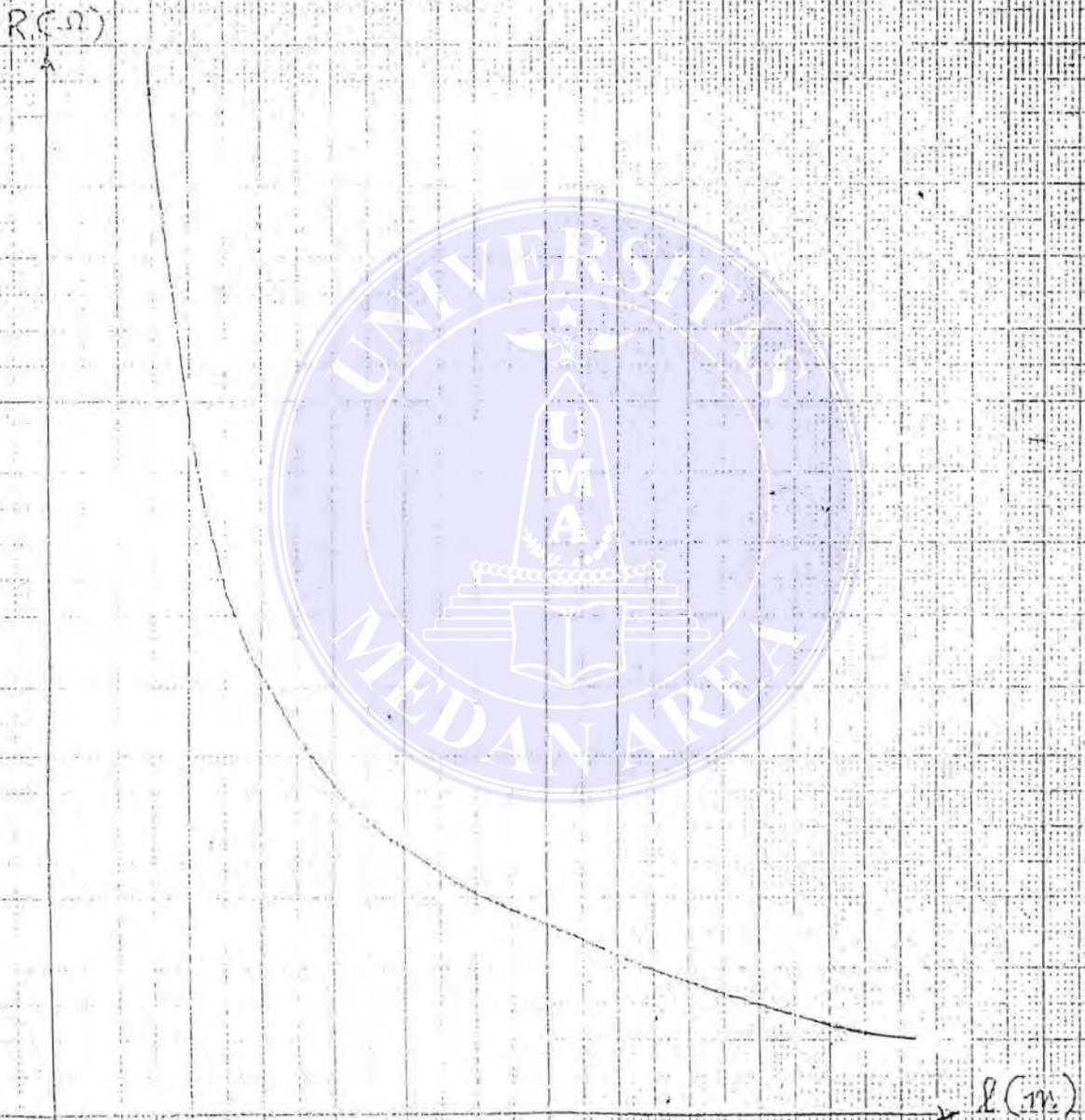
Nilai tahanan pentanahan yang diinginkan adalah tahanan yang cukup rendah, agar tegangan sentuh tidak terlalu tinggi atau membahayakan dan sistem pengaman lainnya dapat bekerja dengan cepat. Sesuai dengan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai tahanan pentanahan diatas, maka dapat diperoleh tindak lanjut dalam memperkecil nilai tahananya antara lain :

- Memperbesar diameter elektroda
- Menanam elektroda sedalam mungkin sehingga tercapai permukaan air tanah
- Memparalel beberapa elektroda dan diperoleh :

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (3.3)$$

dimana : R_{tot} = tahanan total elektroda pentanahan (Ω)

R_1, R_2, R_3 = tahanan masing-masing elektroda (Ω)



Gambar.1. Kedalaman dan Tahanan pentanahan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

3.6. Harga-harga Tahanan Pentanahan

Semakin kecil harga tahanan pentanahan, semakin baik kerja dari pentanahan tersebut. Akan tetapi untuk memperoleh harga pentanahan yang sekecil mungkin akan mengakibatkan penambahan biaya. Pemilihan harga tahanan pentanahan haruslah ditinjau dari segi teknis maupun ekonominya.

Harga impedansi dari suatu pentanahan tergantung dari pemakaian tahanan pentanahan tersebut. Misalnya tahanan pentanahan untuk instalasi tegangan tinggi berbeda dengan tahanan pentanahan untuk instalasi tegangan rendah. Untuk proteksi arus kilat besar tahanan pentanahan berkisar 5-30 Ohm.

Misalnya suatu transformator mempunyai elektroda pentanahan berbentuk setengah bola. Bilamana terjadi flarf over pada bushing trafo maka besar arus hubung singkat I dan drop tegangan yang ditimbulkannya : $V = I \cdot R$ dalam hal ini R adalah tahanan pentanahan.

Untuk menentukan harga R dari elektroda pentanahan setengah bola sebagai berikut :

Tahanan lapisan dasar tanah antara permukaan bola yang eki potensial mempunyai jari-jari r dan $r + dr$ adalah :

$$dR = \rho \frac{dr}{2 \pi r^2} \dots \dots \dots (3.4)$$

Dalam hal ini ρ = tahanan jenis dari tanah.

Besar tahanan stasioner pentanahan untuk elektroda setengah bola yang jari-jarinya r_0 adalah :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 28/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)28/8/23

$$R = \frac{\rho}{2\pi \cdot r_0} \dots \dots \dots (3.5)$$

Jika arus I mengalir melalui elektroda pentanahan maka tegangan elektroda bertambah dan tegangan antara elektroda dengan tanah juga mengalami perubahan. Besar tegangan antara perubahan tanah yang berjarak r dari pusat elektroda pentanahan adalah sebesar :

$$V_r = I \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot r} \dots \dots \dots (3.6)$$

3.7. Karakteristik Listrik yang Utama dari Tanah

Konduktivitas Listrik

Tanah adalah tempat berlangsungnya aliran arus keluar dari susunan pentanahan. Komposisi maupun struktur dari tanah ada yang kompleks dan ada yang heterogen. Komponen-komponen utama dari tanah adalah partikel-partikel keras yang berasal dari partikel morganis dan organis dari air. Konduktivitas listrik dari komponen-komponen tanah pada kondisi kering dapat diabaikan, secara air murni juga mempunyai tahanan jenis yang sangat tinggi. Akan tetapi berbagai macam garam dan alkali terdapat dalam tanah dalam bentuk butiran-butiran elektrolit.

Butiran-butiran inilah yang menentukan konduktivitas listrik dari tanah. Tahanan jenis dari tanah sangat tergantung kepada komposisi kimia dan kadar butiran-butiran elektrolitnya. Semakin kecil dimensi dari partikel-partikel tanah

semakin besar jumlah air yang dapat ditahan oleh tanah untuk menahan butir-butir air semakin besar.

Tanah yang kita jumpai umumnya bercampur pasir, tanah liat dan lumpur, dimana komposisi dan strukturnya berbeda-beda. Pasir dan tanah liat adalah hasil kerja tiupan angin pada daerah-daerah berbukit. Daerah-daerah berbukit pada dasarnya berasal dari bahan organik.

Untuk merancang susunan pentanahan perlu diambil patokan harga yang paling baik dari pada ρ agar diperoleh keandalan yang baik, untuk itu nilai ρ menurut pengukuran harus dikalikan dengan koefisien variasi musim (K). koefisien variasi musim untuk bermacam-macam elektroda pentanahan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.2. Tahanan Jenis dan Koefisien Tanah

Type pentanahan	Type elektroda	Kedalaman	Koefisien variasi musim (K)
Pentanahan kerja dan pentanahan pelindung	Horizontal	0,5	4,5 - 6,5
	Vertikal	0,8	1,4 - 2
Pentanahan untuk proteksi terhadap kilat	Horizontal	0,5	1,4 - 1,2
	Vertikal	0,8	1,2 - 1,4

Seperti terlihat pada tabel untuk pentanahan kerja dan pentanahan pelindung diambil koefisien variasi musim yang besar, karena mereka bekerja sepanjang tahun

dengan penambahan ρ yang cukup besar pada musim dingin. Pertambahan ini adalah akibat dari pembekuan tanah.

Jika pengukuran dilakukan pada saat tanah lembab yaitu sejumlah endapan-endapan turun maka harga tahanan jenis dari tanah menurut pengukuran harus dikalikan dengan koefisien K yang lebih besar.

3.8. Tahanan Tubuh Manusia

Tahanan tubuh manusia berkisar antara 500 ohm sampai 100.000 ohm tergantung dari tegangan, keadaan kulit pada tempat kontak dan jalannya arus dalam tubuh.

Kulit yang terdiri dari lapisan tanduk mempunyai tahanan yang tinggi, tetapi terhadap tegangan tinggi kulit yang menyentuh konduktor langsung terbakar, jadi tahanan kulit ini tidak berarti apa-apa.

Jadi hanya tahanan tubuh yang dapat membatasi arus. Penyelidikan dan penelitian tahanan tubuh manusia yang diperoleh beberapa orang ahli adalah sebagai berikut :

Tabel. 3.3. Berbagai harga tahanan tubuh manusia.

Peneliti	Tahanan (Ω)	Keterangan
Dalziel	500	
AIEE Committee Report 1958	2330	Dengana tegangan 21 volt tangan ke tangan lk = 9 masyarakat
	1130	Tangan ke kaki
	1680	Tangan ke tangan dengan arus searah.
	800	Tanpa ke kaki dengan 50 cps.
Laurent	3000	

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil Praktek Kerja Lapangan yang penulis laksanakan selama dua minggu di PT. Flora Sawita Chemindo Tanjung Morawa Medan maka saya sebagai penulis dapat membuat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Tujuan dari pentanahan peralatan adalah untuk memperoleh potensial yang uniform dalam semua bagian struktur dan peralatan dan juga untuk menjaga agar operator atau orang yang berada di daerah instalasi itu berada pada potensial yang sama dan tidak berbahaya setiap waktu. Dengan kata lain untuk mencegah terjadinya tegangan sentuh yang besar yang berbahaya bagi orang di daerah itu.

Dalam perencanaan suatu pentanahan pada industri diharapkan supaya tahanan pentanahannya dibuat sekecil mungkin. Maksudnya supaya tegangan sentuh tidak membahayakan.

Untuk memperoleh tahanan pentanahan yang kecil dapat dilakukan dengan memparalel beberapa elektroda. Disamping itu dapat juga dengan memperbesar elektroda dan menahan elektroda sedalam mungkin bila perlu sampai mencapai air. Sebab air adalah konduktor yang baik.

5.2.Saran

Pengukuran tahanan pentanahan supaya tetap tetap dilaksanakan sekali dalam setahun dan sebelum melakukan pengukuran terhadap peralatan terlebih dahulu kita memeriksa alat tsb agar kita dapat membaca harga tahanan pentanahannya.



DAFTAR PUSTAKA

1. Van. Harten. P, Instalasi Listrik Arus Kuat 3, Bian Cipta, Bandung, 1985
2. Hutauruk. TS, Pengetanahan Netral Sistim Tenaga dan Pengetanahan Peralatan, Erlangga, Jakarta, 1997.
3. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Peraturan Umum Instalasi Listrik Indonesia 1997(PUIL 1997), Jakarta 1977.
4. PT. Flora Sawita Chemindo Tanjung Morawa Medan

