



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pentanahan¹

Sistem pentanahan sudah mulai dikenal sejak tahun 1900. Sebelumnya sistem-sistem tenaga listrik tidak diketanahkan karena ukurannya masih kecil dan tidak terlalu membahayakan (Prih Sumardjati, 2008: 159). Perkembangan dari sistem tenaga listrik dengan tegangan listrik yang semakin tinggi dan jarak jangkauannya yang semakin jauh, maka diperlukan sistem pentanahan seperti sekarang ini. Apabila tidak ada pentanahan yang baik, dapat menimbulkan potensi bahaya listrik bagi manusia, peralatan elektronik dan sistem pelayanan listrik itu sendiri.

Prih Sumardjati (2008: 159) menjelaskan sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi atau tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan atau arus abnormal. Berdasarkan hal itu, sistem pentanahan menjadi bagian yang penting dari sistem tenaga listrik, sedangkan menurut Daman Suswanto (2008: 167) sistem pentanahan adalah suatu tindakan pengamanan dalam jaringan distribusi yang langsung rangkaianannya ditanahkan dengan cara mentanahkan badan peralatan instalasi yang diamankan, sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi, terhambatlah tegangan sistem karena terputusnya arus oleh alat-alat pengaman tersebut.

Sistem pentanahan (grounding) adalah salah satu sistem proteksi berupa alat pengaman listrik yang berfungsi untuk menjaga manusia terhadap bahaya tegangan sentuh. Tegangan sentuh adalah tegangan yang timbul selama gangguan isolasi antara dua bagian yang dapat terjangkau secara serempak (PUIL, 2000: 18). Apabila terjadi kerusakan isolasi pada suatu instalasi yang bertegangan, maka

¹ Prih Sumardjati, dkk. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. 2008: 159



bahaya sentuh tersebut dapat dihindari karena arus akan mengalir menuju tanah melewati sistem pembumian yang telah dibuat.

2.2 Tujuan Pemasangan Sistem Pentanahan²

Tujuan dari pemasangan sistem pentanahan adalah (Hutauruk,1987.,Tajuddin, 1998) :

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.

2.3 Jenis jenis pentanahan

Secara garis besar sistem pentanahan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu:

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

2.3.1 Pentanahan Systems³

Pentanahan titik netral dari sistem tenaga merupakan suatu keharusan pada saat ini, karena sistem sudah demikian besar dengan jangkauan yang luas dan tegangan yang tinggi. Pentanahan titik netral ini dilakukan pada alternator pembangkit listrik dan transformator daya pada gardu-gardu induk dan gardu-

² Suartika I Made, 2017. *Karya Ilmiah : Sistem Pembumian (Grounding) dua batang sistem pengamanan tenaga listrik*, Bali : Karya Ilmiah Universitas Udayana, Hal 5.

³ Sumardjati, Prih dkk. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. Hal 159 – Hal 160



gardu distribusi. Ada bermacam-macam pentanahan sistem. Antara satu dan lainnya mempunyai kelebihan dan kekurangan masing. Bahasan berikut ini tidak dimaksudkan membahas kekurangan dan kelebihan metoda tersebut, namun lebih menitik beratkan pada macam-macam pentanahan titik netral yang umum digunakan. Jenis pentanahan sistem akan menentukan skema proteksinya, oleh karena itu, jenis pentanahan ini sangat penting diketahui.

2.3.2 Pentanahan Peralatan⁴

Pentanahan peralatan adalah pentanahan bagian dari peralatan yang pada kerja normal tidak dilalui arus. Bila terjadi hubung singkat suatu penghantar dengan suatu peralatan, maka akan terjadi beda potensial (tegangan), yang dimaksud peralatan disini adalah bagian-bagian yang bersifat konduktif yang pada keadaan normal tidak bertegangan seperti bodi trafo, bodi PMT, bodi PMS, bodi motor listrik, dudukan baterai dan sebagainya. Bila seseorang berdiri ditanah dan memegang peralatan yang bertegangan, maka akan ada arus yang mengalir melalui tubuh orang tersebut yang dapat membahayakan. Untuk menghindari hal ini maka peralatan tersebut perlu ditanahkan. Pentanahan yang demikian disebut Pentanahan peralatan.

2.3.3 Pentanahan Penangkal Petir

Untuk menghindari timbulnya kecelakaan atau kerugian akibat sambaran petir, maka diadakan usaha pemasangan instalasi penangkal petir pada bangunan akibat sambaran petir ini akan mengakibatkan ke langsung objek tersambar. Dengan adanya instalasi penangkal petir, maka diharapkan sambaran petir dapat dikendalikan melalui instalasi penangkal petir yang diteruskan kebumi tanpa merusak benda disekitarnya. Ada 3 bagian utama pada penangkal petir yaitu :

⁴ Aslimeri, dkk. 2008. *Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 2*. Hal 254



1. Batang Penangkal Petir



Gambar 2.1 Batang penangkal petir diatas gedung

Sebuah batang logam atau konduktor yang dipasang di atas gedung yang terhubung ke tanah melalui kawat, untuk melindungi bangunan pada saat terjadi petir. Dibat runcing karena muatan listrik mempunyai sifat mudah berkumpul dan lepas pada ujung logam yang runcing. Dengan demikian dapat memperlancar proses tarik menarik dengan muatan listrik yang ada di awan.

2. Kabel Konduktor



Gambar 2.2 Kabel BC 50 mm sebagai Konduktor

Kabel konduktor terbuat dari jalinan kawat tembaga. Diameter jalinan kabel konduktor sekitar 1 cm hingga 2 cm . Kabel konduktor berfungsi meneruskan aliran muatan listrik dari batang muatan listrik ke tanah. Kabel konduktor tersebut dipasang pada dinding di bagian luar bangunan.



3. Elektroda Pentanahan



Gambar 2.3 Gambar elektroda tipe batang (rod)

Elektroda pentanahan (grounding) suatu konduktor yang ditanam dalam tanah berfungsi mengalirkan muatan listrik dari kabel konduktor ke bumi dan memiliki nilai tahanan yang digunakan sebagai acuan terhadap baik buruk suatu pentanahan. Batang pentanahan biasanya terbuat dari bahan tembaga berlapis baja.

2.4 Pentanahan dan Tahanan Pentanahan⁵

Dalam sebuah instalasi listrik, ada empat bagian yang harus ditanahkan atau sering juga disebut pembumian. Empat bagian dari instalasi listrik ini adalah :

- a. Semua bagian instalasi yang terbuat dari logam (menghantarkan listrik) dan dapat dengan mudah disentuh manusia. Hal ini diperlukan agar potensial dari logam yang mudah disentuh manusia selalu sama dengan potensial tanah (bumi) sehingga tidak berbahaya bagi manusia yang menyentuhnya.

⁵ Marsudi, Djiteng. 2005. *Pembangkitan Energi Listrik*. Hal 76



- b. Bagian pembuangan muatan listrik (bagian bawah) dari lightning arrester. Hal ini diperlukan agar lightning arrester dapat membuang muatan listrik yang diterimanya dari petir ke tanah (bumi) dengan lancar.
- c. Kawat petir yang ada pada bagian atas saluran transmisi. Kawat petir ini sesungguhnya juga berfungsi sebagai lightning arrester. karena letaknya yang ada di sepanjang saluran transmisi, maka semua kaki tiang transmisi harus ditanahkan agar petir yang menyambar kawat petir dapat disalurkan ke tanah dengan lancar melalui kaki tiang saluran transmisi.
- d. Titik netral dari transformator atau titik netral dari generator. Hal ini diperlukan dalam kaitannya dengan keperluan proteksi khususnya yang menyangkut gangguan hubung tanah.

2.5 Elektroda Pentanahan dan Tahanan Pentanahan⁶

Tahanan pentanahan harus sekecil mungkin untuk menghindari bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh adanya arus gangguan tanah. Hantaran netral harus ditanahkan di dekat sumber listrik atau transformator, pada saluran udara setiap 200 m dan di setiap konsumen. Tahanan pentanahan satu elektroda di dekat sumber listrik, transformator atau jaringan saluran udara dengan jarak 200 m maksimum adalah 10 Ohm dan tahanan pentanahan dalam suatu sistem tidak boleh lebih dari 5 Ohm.

Seperti yang telah disampaikan di atas bahwa tahanan pentanahan diharapkan bisa sekecil mungkin. Namun dalam prakteknya tidaklah selalu mudah untuk mendapatkannya karena banyak faktor yang mempengaruhi tahanan pentanahan. Faktor-faktor yang mempengaruhi besar tahanan pentanahan adalah :

- Bentuk elektroda. Ada bermacam-macam bentuk elektroda yang banyak digunakan, seperti jenis batang, pita dan pelat.

⁶ Sumardjati, Prih dkk. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. Hal 167



- Jenis bahan dan ukuran elektroda. Sebagai konsekuensi peletakannya di dalam tanah, maka elektroda dipilih dari bahan-bahan tertentu yang memiliki konduktivitas sangat baik dan tahan terhadap sifat-sifat yang merusak dari tanah, seperti korosi.
- Jumlah/konfigurasi elektroda. Untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang dikehendaki dan bila tidak cukup dengan satu elektroda, bisa digunakan lebih banyak elektroda dengan bermacam-macam konfigurasi pemancangannya di dalam tanah.
- Kedalaman penanaman di dalam tanah. Pemancangan ini tergantung dari jenis dan sifat-sifat tanah. Ada yang lebih efektif ditanam secara dalam, namun ada pula yang cukup ditanam secara dangkal.
- Faktor-faktor alam. Jenis tanah: tanah gembur, berpasir, berbatu, dan lainlain. moisture tanah. semakin tinggi kelembaban atau kandungan air dalam tanah akan memperendah tahanan jenis tanah; kandungan mineral tanah: air tanpa kandungan garam adalah isolator yang baik dan semakin tinggi kandungan garam akan memperendah tahanan jenis tanah, namun meningkatkan korosi; dan suhu tanah: suhu akan berpengaruh bila mencapai suhu beku dan di bawahnya. Untuk wilayah tropis seperti Indonesia tidak ada masalah dengan suhu karena suhu tanah ada di atas titik beku.

2.6 Jenis-jenis Elektroda Pentanahan⁷

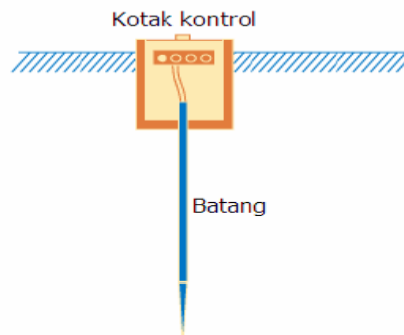
Pada prinsipnya jenis elektroda dipilih yang mempunyai kontak sangat baik terhadap tanah. Berikut ini akan dibahas jenis-jenis elektroda pentanahan dan rumus-rumus perhitungan tahanan pentanahannya.

- a. Elektroda Batang (Rod) Elektroda batang ialah elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancarkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda

⁷ Sumardjati, Prih dkk. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. Hal 167-169



jenis ini. Elektroda ini banyak digunakan di gardu induk-gardu induk. Secara teknis, elektroda batang ini mudah pemasangannya, yaitu tinggal memancangkannya ke dalam tanah. Di samping itu, elektroda ini tidak memerlukan lahan yang luas.



Gambar 2.4 Elektroda Batang

- rumus tahanan pentanahan untuk elektroda batang tunggal :

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

Dimana :

R = Tahanan pentanahan untuk elektroda batang (ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)

L = Panjang elektroda (m)

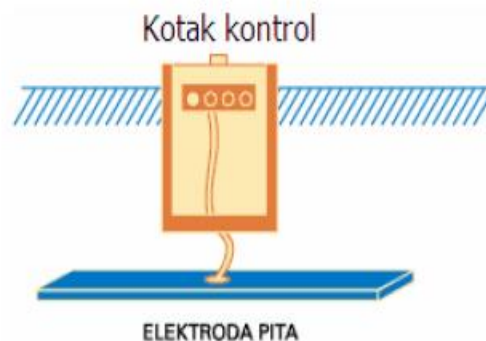
A = Jari - jari elektroda (meter)

b. Elektroda Pita

Elektroda pita ialah elektroda yang terbuat dari hantaran berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal. Kalau pada elektroda jenis batang, pada umumnya ditanam secara dalam. Pemancangan ini akan bermasalah apabila mendapati lapisan-lapisan tanah yang



berbatu, disamping sulit pemancangannya, untuk mendapatkan nilai tahanan yang rendah juga bermasalah. Ternyata sebagai pengganti pemancangan secara vertikal ke dalam tanah, dapat dilakukan dengan menanam batang hantaran secara mendatar (horisontal) dan dangkal. Di samping kesederhanaannya itu, ternyata tahanan pentanahan yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh bentuk konfigurasi elektrodanya, seperti dalam bentuk melingkar, radial, atau kombinasi antar keduanya.



Gambar 2.5 Elektroda Pita

Contoh rumus perhitungan tahanan pentanahan :

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

Dimana :

R = Tahanan pentanahan elektroda pita (ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)

L = Panjang elektroda pelat (m)

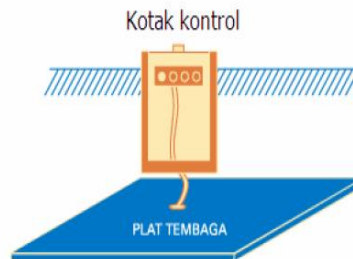
d = kedalaman plat tertanam dari permukaan tanah (m)

c. Elektroda Plat

Elektroda plat ialah elektroda dari bahan plat logam (utuh atau berlubang) atau dari kawat kasa. Pada umumnya elektroda ini ditanam dalam. Elektroda ini



digunakan bila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil dan sulit diperoleh dengan menggunakan jenis-jenis elektroda yang lain.



Gambar 2.6 Elektroda Plat

Contoh rumus perhitungan tahanan pentanahan elektroda pelat tunggal :

$$R = \frac{\rho}{4,1L} \left(1 + 1,84 \frac{b}{t} \right) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

R =Tahanan pentanahan elektrodapelat (ohm)

ρ =Tahanan jenis tanah (ohm-meter)

L =Panjang elektroda pelat (m)

b =Lebar pelat (m)

t =kedalaman plat tertanam dari permukaan tanah (m)

2.7 Bahan dan Ukuran Elektroda⁸

- a. Seba bahan elektrode digunakan tembaga, atau baja yang digalvanisasi atau dilapisi tembaga
- b. Sebagai bahan elektrode digunakan tembaga, atau baja yang digalvanisasi atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi tempat tidak mengharuskan memakai bahan lain (misalnya pada perusahaan kimia).

⁸ Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000, halaman 81



- c. Ukuran minimum elektrode dapat dipilih menurut tabel 2.1 dengan memperhatikan pengaruh korosi dan KHA.
- d. Jika elektroda pita hanya digunakan untuk mengatur gradient tegangan, luas penampang minimum pada baja digalvanisasi atau berlapis tembaga harus 16 mm^2 dan pada tembaga 10 mm^2 .
- e. Logam ringan hanya boleh ditanam dalam suatu jenis tanah jika lebih tahan korosi daripada baja atau tembaga.

Tabel 2.1 Ukuran Minimum Elektrode Bumi

No.	Bahan jenis elektrode	Baja digalvanisasi dengan proses pemanasan	Baja berlapis tembaga	Tembaga
1.	Elektrode pita	Pita baja 100 mm^2 setebal minum 3 mm		Pita tembaga 50 mm^2 tebal minimum 2 mm
		Penghantar pilin 95 mm^2 (bukan kawat halus)		Penghantar pilin 35 mm^2 (bukan kawat halus)
2.	Elektrode batang	-Pipa baja 25 mm -Baja profil (mm) L 65 x 65 x 7 U 6,5	Baja berdiameter 15 mm dilapisi tembaga setebal $250 \mu\text{m}$	



		T 6 x 50 x 3 -Batang profil lain yang setaraf		
3.	Elektroda pelat	Pelat besi tebal 3 mm luas 0,5 mm^2 sampai 1 mm^2		Pelat tembaga tebal 2 mm luas 0.5 m^2 sampai 1 m^2

2.8 Tahanan Jenis Tanah⁹

Tahanan jenis tanah sangat menentukan tahanan pentanahan dari elektroda-elektroda pentanahan. Tahanan jenis tanah diberikan dalam satuan Ohm-meter. Dalam bahasan di sini menggunakan satuan Ohm-meter, Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tidaklah sama. Beberapa faktor yang mempengaruhi tahanan jenis tanah yaitu:

1. Pengaruh Keadaan Struktur Tanah¹⁰

Kesulitan yang biasa dijumpai dalam mengukur tahanan jenis tanah adalah bahwa dalam kenyataannya komposisi tanah tidaklah homogen pada seluruh volume tanah, dapat bervariasi secara vertikal maupun horizontal, sehingga pada lapisan tertentu mungkin terdapat dua atau lebih jenis tanah dengan tahanan jenis yang berbeda, oleh karena itu tahanan jenis tanah tidak dapat diberikan sebagai suatu nilai yang tetap. Untuk memperoleh harga sebenarnya dari tahanan jenis tanah, harus dilakukan pengukuran langsung ditempat dengan memperbanyak titik pengukuran

⁹ Aslimeri, dkk. 2008. *Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 2*. Hal 262

¹⁰ Daman Siswanto, *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Hal 171

Table 2.2 Tahanan Jenis Tanah¹¹

JENIS TANAH	TAHANAN JENIS TANAH (OHM M)
TANAH RAWA	30
TANAH LIAT DAN TANAH LADANG	100
PASIR BASAH	200
KERIKIL BASAH	500
PASIR DAN KERIKIL KERING	1,000
TANAH BERBATU	3,000

2. Pengaruh Unsur Kimia

Kandungan zat-zat kimia dalam tanah terutama sejumlah zat organik maupun anorganik yang dapat larut perlu untuk diperhatikan pula. Didaerah yang mempunyai tingkat curah hujan tinggi biasanya mempunyai tahanan jenis tanah yang tinggi disebabkan garam yang terkandung pada lapisan atas larut. Pada daerah yang demikian ini untuk memperoleh pentanahan yang efektif yaitu dengan menanam elektroda pada kedalaman yang lebih dalam dimana larutan garam masih terdapat. Untuk mendapatkan tahanan jenis tanah yang lebih rendah, sering dicoba dengan mengubah komposisi kimia tanah dengan memberikan garam pada tanah dekat elektroda pembedaan ditanam. Cara ini hanya baik untuk sementara sebab proses penggaraman harus dilakukan secara periodik, sedikitnya 6 (enam) bulan sekali.

3. Pengaruh Iklim

Untuk mengurangi variasi tahanan jenis tanah akibat pengaruh musim, pembedaan dapat dilakukan dengan menanam elektroda pembedaan sampai

¹¹ Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL2000)*, halaman 80



mencapai kedalaman dimana terdapat air tanah yang konstan. Kadangkala pembenaman elektroda pembedaan memungkinkan kelembaban dan temperatur bervariasi sehingga harga tahanan jenis tanah harus diambil untuk keadaan yang paling buruk, yaitu tanah kering dan dingin. Proses mengalirnya arus listrik di dalam tanah sebagian besar akibat dari proses elektrolisa, oleh karena itu air di dalam tanah akan mempengaruhi konduktivitas atau daya hantar listrik dalam tanah tersebut. Dengan demikian tahanan jenis tanah akan dipengaruhi pula oleh besar kecilnya konsentrasi air tanah atau kelembaban tanah, maka konduktivitas daripada tanah akan semakin besar sehingga tahanan tanah semakin kecil.

4. Pengaruh Temperatur Tanah

Temperatur tanah sekitar elektroda pembedaan juga berpengaruh pada besarnya tahanan jenis tanah. Hal ini terlihat sekali pengaruhnya pada temperatur di bawah titik beku air (0°C), dibawah harga ini penurunan temperatur yang sedikit saja akan menyebabkan kenaikan harga tahanan jenis tanah dengan cepat. Gejala di atas dapat dijelaskan sebagai berikut ; pada temperatur di bawah titik beku air (0°C) , air di dalam tanah akan membeku, molekul-molekul air dalam tanah sulit untuk bergerak, sehingga daya hantar listrik tanah menjadi rendah sekali. Bila temperatur tanah naik, air akan berubah menjadi fase cair, molekul-molekul dan ion-ion bebas bergerak sehingga daya hantar listrik tanah menjadi besar atau tahanan jenis tanah turun.

2.9 Nilai Tahanan Pentanahan yang Baik

Ada kerancuan antara pentanahan yang baik dan nilai tahanan pentanahan yang seharusnya. Idealnya suatu pentanahan mempunyai nilai tahanan 0 (nol) Ohm. Tidak ada satu standar mengenai ambang batas nilai tahanan pentanahan yang harus diikuti oleh semua badan. Tetapi, badan NFPA (National Fire Protection Association) dan IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) telah merekomendasikan bahwa nilai tahanan pentanahan tidak boleh lebih besar dari 5 Ohm.



Badan IEC (International Electrotechnical Standardization) menyatakan bahwa untuk meyakinkan impedansi sistem ke tanah besarnya kurang dari 25 Ohm maka fasilitas dengan peralatan yang sensitif nilai tahanan pentanahannya harus 5 Ohm atau kurang. Industri telekomunikasi telah menggunakan nilai 5 Ohm atau kurang sebagai nilai tahanan pentanahan dan sambungan. Tujuan nilai tahanan pentanahan adalah untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang serendah mungkin yang bisa dipertimbangkan baik secara ekonomis dan secara fisik¹².

2.9.1 Hal – Hal yang Mempengaruhi Nilai Tahanan Pentanahan

Menurut IEC (International Electrotechnical Standardization) (1987, 250- 83-3) mensyaratkan bahwa panjang elektroda pentanahan minimum 2,5 meter (8 kaki) dihubungkan dengan tanah. Ada tiga variabel yang mempengaruhi nilai tahanan pentanahan, yaitu :

1. Panjang atau kedalaman elektroda pentanahan

Satu cara yang sangat efektif untuk menurunkan tahanan pentanahan tanah adalah memperdalam elektroda pentanahan. Tanah tidak tetap tahanannya dan tidak dapat diprediksi. Ketika memasang elektroda pentanahan, elektroda berada di bawah garis beku (frosting line). Hal ini dilakukan agar tahanan pentanahan tidak akan dipengaruhi oleh pembekuan tanah di sekitarnya. Secara umum, menggandakan panjang elektroda pentanahan bisa mengurangi tingkat tahanan sebesar 40%. Ada kejadian – kejadian dimana secara fisik tidak mungkin dilakukan pendalaman batang pentanahan di daerah – daerah yang terdiri dari batu, granit, dan sebagainya. Dalam keadaan yang demikian, metode alternatif bisa menggunakan semen pentanahan (grounding cement).

2. Diameter Elektroda Pentanahan

¹² Margiono Abdil, “*Tahanan Pentanahan*”, Pentanahan, 2013, hal. 2.



Menambah diameter elektroda pentanahan berpengaruh sangat kecil dalam menurunkan tahanan. Misalnya, bila diameter elektroda digandakan maka tahanan pentanahan hanya menurun sebesar 10%.

3. Jumlah Elektroda Pentanahan

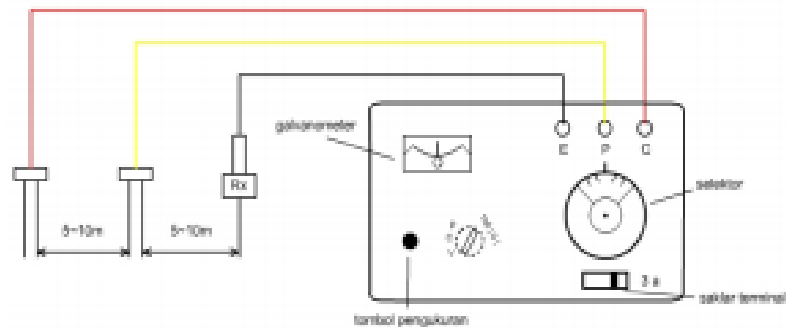
Cara lain menurunkan tahanan tanah adalah menggunakan banyak elektroda pentanahan. Dalam desain ini, lebih dari satu elektroda dimasukkan ke tanah dan dihubungkan secara paralel untuk mendapatkan tahanan yang lebih rendah. Agar penambahan elektroda efektif, jarak batang tambahan setidaknya harus sama dalamnya dengan batang yang ditanam. Tanpa pengaturan jarak elektroda pentanahan yang tepat, bidang pengaruhnya akan berpotongan dan tahanan tidak akan menurun.

2.10 Pengukuran Tahanan Pentanahan¹³

2.10.1 Pengukuran Normal (Metode 3 Kutub)

1. Cek tegangan baterai! (*Range* saklar : BATT, aktifkan saklar / ON). Jarum harus dalam *range* BATT.
2. Cek tegangan pentanahan (*Range* saklar : ~ v, matikan saklar / OFF)
3. Cek tahanan pentanahan bantu (*Range* saklar : C & P, matikan saklar / OFF). Jarum harus dalam *range* P/C (lebih baik posisi jarum berada saklar 0).
4. Ukurlah tahanan pentanahan (*Range* saklar : x1 Ω ke x100 Ω) dengan menekan tombol pengukuran dan memutar selektor, hingga diperoleh jarum pada galvanometer seimbang / menunjuk angka nol, hasil pengukuran adalah yang ditunjukkan pada selektor dikalikan dengan posisi *range* saklar (x1 Ω) atau (x100 Ω).

¹³ Prih Sumardjati, dkk, 2005, *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid I*, (Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan), halaman 174



Gambar 2.7 Pengukuran Metode 3 Kutub

2.10.2 Pengukuran Praktik (Metode 2 Kutub)

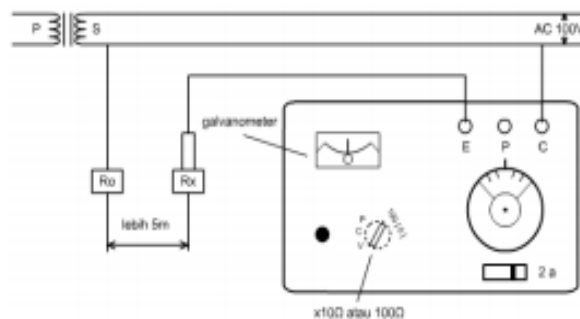
Langkah awal adalah memposisikan saklar terminal pada 2a.

Jika jalur pentanahan digunakan sebagai titik referensi pengukuran bersama, maka semua sambungan yang terhubung dengan pentanahan itu selalu terhubung dengan tanah. Jika terjadi bunyi bip, maka putus dan cek lagi.

1. Cek tegangan baterai dan cek tegangan pentanahan.

Caranya hampir sama dengan metoda pengukuran normal, hanya pengecekan tekanan tahanan bantu tidak diperlukan.

2. Ukurlah tahanan pentanahan (Range saklar : $\times 10 \Omega$ atau $\times 100 \Omega$). Hasil pengukuran = $R_x + R_o$



Gambar 2.8 Pengukuran Metode 2 Kutub