

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pentanahan²

Sistem pentanahan mulai dikenal pada tahun 1900. Sebelumnya 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.

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 elektronik dari tegangan/arus yang tidak normal. Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik.

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.

Oleh karena itu, tujuan sistem tahanan pentanahan yang bekerja secara efektif adalah sebagai berikut :

1. Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan.
2. Menjaga keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal maupun abnormal dari sengatan sentuh atau sengatan langkah.

²Wijdan Sidiq Ramadhan , 2016 “Mengenal Sistem Pentanahan Atau Grounding” (<https://www.kelistrikanku.com/2016/05/sistem-pentanahan.html>)



3. Menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki antara konduktor system dan bumi.
4. Mencegah kerusakan pada peralatan listrik / elektronik pada suatu sistem.
5. Menstabilkan tegangan dan memperkecil kemungkinan terjadinya flashover.

Pentanahan (grounding) suatu gedung/bangunan adalah salah satu sistem proteksi, yaitu berupa alat pengaman listrik yang berfungsi untuk menjaga keselamatan jiwa 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). Jika terjadi kerusakan isolasi pada suatu instalasi yang bertegangan, maka bahaya tegangan sentuh dapat dihindari, karena arus terus mengalir menuju tanah melalui sistem pentanahan.

Sedangkan tujuan pengukuran pentanahan adalah untuk mengetahui nilai dari tahanan pentanahan instalasi gedung tersebut apakah masih sesuai dengan persyaratan yang berlaku atau tidak.

2.2 Fungsi Sistem Pentanahan

Fungsi pentanahan adalah untuk mengalirkan arus gangguan kedalam tanah melalui suatu elektroda pentanahan yang ditanam dalam tanah bila terjadi gangguan. Disamping itu berfungsi juga sebagai pengaman bagi manusia maupun peralatan elektronik dari bahaya listrik. Berikut untuk lebih jelasnya fungsi dari sistem pentanahan :

1. Sebagai perlindungan dari tegangan tinggi seperti kilat atau surja petir. Karena dapat membahayakan suatu bangunan atau gedung, maupun ekosistem yang berada di dalamnya baik manusia maupun peralatan elektronik. Maka dari itu, suatu sistem pentanahan akan mengurangi atau menghindari kerusakan yang disebabkan oleh tegangan tinggi tersebut.
2. Sebagai pelindung bagi manusia, grounding berfungsi sebagai penghantar arus listrik langsung ke bumi atau tanah saat terjadi kebocoran isolasi, arus berlebih dan percikan api yang menyebabkan konsleting.



3. Sebagai pelindung bagi alat elektronik sehingga dapat mencegah rusaknya komponen elektronik dikarenakan tegangan yang bocor.

2.3 Persyaratan Sistem Pentanahan

Supaya sistem pentanahan dapat bekerja secara efektif, harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

1. Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personil dan peralatan menggunakan rangkaian yang efektif.
2. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah.
3. Elektroda harus mempunyai kontak yang baik dengan tanah sekelilingnya.
4. Tanah pentanahan harus memenuhi syarat yang diinginkan sesuai keperluan pemakaian dan harus baik untuk berbagai musim dalam setahun.
5. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surge current.
6. Semua komponen metal harus ditahan/diikat oleh sistem pentanahan, dengan tujuan untuk meminimalkan arus listrik melalui material yang bersifat konduktif pada potensial listrik yang sama.³

2.4 Tujuan Sistem Pentanahan

Adapun tujuan dari sistem pentanahan adalah sebagai berikut :

1. Menjaga keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak, dari sengatan sentuh atau sengatan langkah.
2. Menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki antara konduktor sistem dan bumi.
3. Menyalurkan energi serangan petir ke tanah.
4. Menstabilkan tegangan dan memperkecil kemungkinan terjadinya flash over.
5. Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan. (*IEEE Std 142TM-2007 4)⁴

³ Hendi, 2016, "Mengenal Listrik Lebih Baik Dari Segala Sisi". (Jakarta : PT. Elex Media Komputindo) Hal 57

⁴ Bonar Pandjaitan, 2012, "Praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik". (Yogyakarta : Andi Offset Yogyakarta) Hal 43



2.5 Jenis – Jenis Pentanahan

Secara garis besar sistem pentanahan dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. Pentanahan Sistem
2. Pentanahan Peralatan
3. Pentanahan Penangkal Petir

2.5.1 Pentanahan Sistem

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

Adapun tujuan pentanahan titik netral sistem adalah sebagai berikut :

1. Memudahkan dalam menentukan sistem proteksi serta memudahkan dalam menentukan lokasi gangguan.
2. Meningkatkan keandalan (realibility) pelayanan dalam penyaluran tenaga listrik.
3. Menghilangkan gejala-gejala busur api pada suatu sistem.
4. Mengurangi/membatasi tegangan lebih transient yang disebabkan oleh penyalaan bunga api yang berulang-ulang (restrike ground fault).
5. Membatasi tegangan-tegngan pada fasa yang tidak terganggu (pada fasa yang sehat)⁵.

2.5.2 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.

Adapun tujuan dari pentanahan peralatan adalah sebagai berikut :

⁵ Aslimeri, dkk, 2008, “Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 2”, (Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan) Hal 254

1. Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak dilalui arus dan antara bagian-bagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman untuk semua kondisi operasi normal atau tidak normal.
2. Untuk memperoleh impedansi yang kecil/rendah dari jalan balik arus hubung singkat ke tanah.

2.5.3 Pentanahan Penangkal Petir

Penangkal Petir berfungsi untuk menghindari timbulnya kecelakaan atau kerugian akibat sambaran petir, maka diadakan usaha pemasangan instalasi penangkal petir pada bangunan akibat sambaran petir ini yang akan mengakibatkan langsung objek yang tersambar. Dengan adanya instalasi penangkal petir, maka diharapkan sambaran petir dapat dikendalikan melalui instalasi penangkal petir yang diteruskan ke bumi atau tanah tanpa merusak benda disekitarnya.

Terdapat 3 bagian pada penangkal petir, yaitu :

1. Batang 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 ke bumi tanpa merusak benda disekitarnya.



Gambar 2.1 Batang penangkal petir terdapat di atas bangunan.

Batang penangkal petir berupa batang tembaga/logam bersifat konduktor yang ujungnya runcing. Dibuat 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, sehingga dapat melindungi bangunan tersebut saat adanya petir.

2. Kabel Konduktor (Kabel BC)⁶

Kabel penangkal petir BC (Bare Copper) merupakan inti kabel penangkal petir yang tidak di lindungi adanya isolator (pembungkus kabel). Dengan menggunakan kabel penangkal petir BC akan memudahkan adanya induksi yang di sebabkan oleh sambaran petir. Kabel penangkal petir BC dalam praktek penggunaannya biasanya di bungkus menggunakan conduit PVC sebagai isolator kabel penangkal petir.

Kabel BC di aplikasikan untuk penyalur penangkal petir konvensional (splitzen) karena jenis penangkal petir tersebut mempunyai sifat pasif. Kabel BC juga bisa di aplikasikan untuk sistem grounding penangkal petir, semakin besar kabel penampang penangkal petir semakin baik pula dalam menyalurkan arus sambaran petir. Diameter kabel BC memiliki berbagai variasi, yaitu mulai dari 25 mm – 120 mm.



Gambar 2.2 Kabel BC 50 mm sebagai konduktor.

⁶ CV BUANA JAYA TEKNIK , 2017 , “Penangkal Petir Surabaya – Kabel BC”, <https://www.antipetir.co.id/kabel-bc/>

3. Batang Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Adanya kontak langsung tersebut bertujuan agar diperoleh pelaluan arus yang sebaik- baiknya apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ketanah.



Gambar 2.3 Batang elektroda pentanahan yang ditanam di tanah.

2.6 Elektroda Pentanahan dan Tahanan Pentanahan

Elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Penghantar bumi yang tidak berisolasi yang ditanam didalam tanah dianggap sebagai elektroda tanah.

Sebagai bahan elektroda tanah yang digunakan adalah tembaga atau baja yang digalvanis atau dilapisi tembaga sepanjang kondisi dan situasi di lapangan tersebut. Elektroda tanah harus diberi tanda pengenal dengan mencantumkan merk pabrik tersebut, ukuran diameter dan panjang elektroda tersebut.

**Tabel 2.1** Jenis – Jenis Elektroda

No.	Jenis Elektroda	Panjang (m)	Ukuran (m ²)	Resistansi Pembedaan
1.	Pita atau penghantar lilin	10		20
		25		10
		50		5
		100		3
2.	Batang atau Pipa	1		70
		2		40
		3		30
		5		20
3.	Plat vertical dengan sisi atas (-), ± 1 m dibawah permukaan tanah		0,5 x 1	35
			1 x 1	25

Tabel 2.2 Jenis Bahan Elektroda

No.	Bahan Jenis Elektroda	Baja Digalvanisasi Dengan Proses Pemanasan	Baja Berlapis Tembaga	Tembaga
1.	Elektroda Pita	Pipa baja 100mm ² setebal minimum 3mm	50 mm ²	Pita tembaga 50mm ² tebal minimum 2mm
		Penghantar pilin 95mm ²		Penghantar pilin 35mm ²
2.	Elektroda Batang	<ul style="list-style-type: none">• Pipa baja 25mm• Baja Profil	Baja berdiameter 15mm	

		(mm) L 65 x 65 x 7 U 6,5 T 6 x 50 x 3 • Batang profil lain yang setaraf	dilapisi tembaga setebal 250 mm	
3.	Elektroda Plat	Plat besi tebal 3mm, luas 0,5 – 1m ²		Plat tembaga tebal 2mm, luas 0,5 – 1m ²

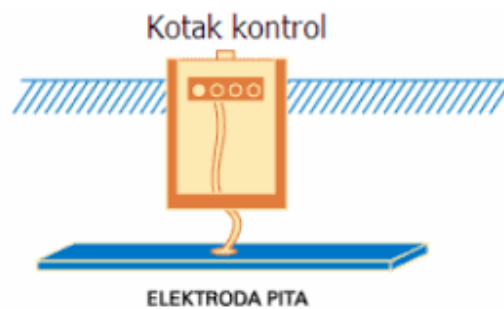
2.7 Bentuk Elektroda

Berdasarkan jenisnya, elektroda dibagi menjadi 3 jenis bentuk, yaitu :

A. Elektroda Pita

Elektroda pita adalah elektroda yang terbuat dari hantaran yang berbentuk pita atau berpenampang bulat atau hantaran pilit. Dalam pemasangan elektroda ini mempunyai kombinasi bentuk antara lain memanjang dengan cara radial, melingkar atau kombinasi dari bentuk tersebut. Jika keadaan tanah mengijinkan, elektroda pita harus ditanam sedalam 0,5 sampai 1,0m secara horizontal didalam tanah. Menurut Prih Sumardjati (2008 : 168), 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 (horizontal) dan dangkal.



Gambar 2.4 Elektroda Pita

Rumus (2.1) merupakan rumus tahanan pentanahan elektroda pita

$$R_G = R_W = \frac{\rho}{\pi L_w} \left[\ln \left(\frac{2 L_w}{\sqrt{d_w Z_w}} \right) + \frac{1,4 L_w}{\sqrt{A_w}} - 5,6 \right] \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

R_w = Tahanan dengan kisi-kisi (grid) kawat (ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)

L_w = Panjang total grid kawat (m)

d_w = Diameter kawat (m)

Z_w = Kedalaman penanaman (m)

A_w = Luasan yang dicakup oleh grid (m²)

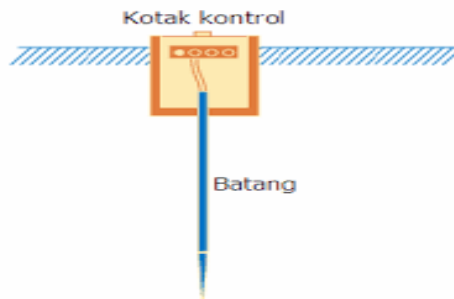
B. Elektroda Batang⁷

Elektroda batang adalah elektroda dari besi baja profil yang dipasang tegak lurus (vertikal) ke dalam tanah. Umumnya digunakan batang tembaga dengan diameter 5/8 inc sampai 3/4 inc, dengan panjang yang bervariasi.

Elektroda batang adalah elektroda dari pipa atau besi baja profil yang ditanamkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda ini banyak digunakan di gardu-gardu induk. Secara teknis, elektroda jenis ini mudah pemasangannya, yaitu dengan cara menanamkannya ke dalam tanah.

⁷ Ramadhan Sidiq Widjan , 2016 “Mengenal elektroda pentanahan, jenis tahanan tanah dan cara mengukurnya”, (<https://www.kelistrikanku.com/2016/05/elektroda-pentanahan.html>)

Disamping itu, elektroda jenis ini tidak memerlukan lahan yang besar dan luas.



Gambar 2.5 Elektroda Batang

Rumus (2.2) merupakan rumus tahanan pentanahan elektroda batang

$$R_G = R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[\ln\left(\frac{4L}{A}\right) - 1 \right] \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

R_G = Tahanan pentanahan (ohm)

R = Tahanan pentanahan untuk batang tunggal (ohm)

ρ = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)

L = Panjang elektroda (meter)

A = Diameter Elektroda (meter)

Perhitungan tahanan pentanahan untuk 2 elektroda batang dibagi menjadi dua, yaitu :

Rumus (2.3) untuk $s < L$; jarak antar elektroda

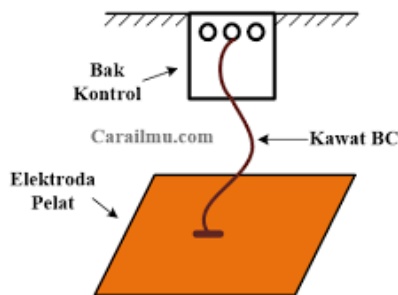
$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln\frac{4L}{a} + \ln\frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

Rumus (2.4) untuk $s > L$; jarak antar elektroda

$$R = \frac{\rho}{4\pi a} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{L^2}{3S^2} + \frac{2L^4}{5S^4} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

C. Elektroda Plat

Elektroda plat adalah elektroda dari bahan pelat logam (utuh atau berhubung) atau juga dari kawat kasa. Elektroda jenis ini juga biasa ditanam didalam tanah dan umumnya cukup dengan plat ukuran 4m x 0,5m untuk memperoleh tahanan yang lebih rendah, maka beberapa plat dapat digunakan secara bersama dengan rangkaian parallel. Elektroda ini digunakan bila diinginkan tahanan pentanahan yang kecil dan sulit diperoleh dengan menggunakan jenis-jenis elektroda yang lain.



Gambar 2.6 Elektroda Plat

Rumus (2.5) untuk pengukuran tahanan pentanahan untuk elektroda Pelat –Tunggal :

$$R_G = R_p = \frac{\rho}{2\pi L_p} \left[\ln \left(\frac{8 W_p}{0,5 W_p + T_p} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

- R_p = Tahanan pentanahan pelat (ohm)
- ρ = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)
- L_p = Panjang pelat (m)
- W_p = Lebar Pelat (m)
- T_p = Tebal Pelat (m)



2.8 Tahanan Jenis Tanah

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, yang merepresentasikan tahanan tanah yang diukur dari tanah yang berbentuk kubus yang bersisi 1 meter.

Yang menentukan tahanan jenis tanah ini tidak hanya tergantung pada jenis tanah saja melainkan dipengaruhi oleh kandungan moister, kandungan mineral yang dimiliki dan suhu. Oleh karena itu, tahanan jenis tanah bisa berbeda-beda dari satu tempat dengan tempat yang lain tergantung dari sifat-sifat yang dimilikinya. Sebagai pedoman kasar, tabel berikut ini berisikan tahanan jenis tanah yang ada di Indonesia.

Tabel 2.3 Tahanan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Tanah rawa	Tanah liat dan tanah ladang	Pasir basah	Kerikil basah	Pasir dan kerikil kering	Tanah berbatu
Resistansi Jenis (Ohm – m)	30	100	200	500	1000	3000

2.8.1 Komposisi Zat – Zat Kimia di Dalam Tanah

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 masih terdapat larutan garam.



2.8.2 Temperatur Tanah

Temperatur bumi pada kedalaman 5 feet (= 1,5 m) biasanya stabil terhadap perubahan temperatur permukaan. Bagi Indonesia daerah tropis, perbedaan temperatur selama setahun tidak banyak, sehingga faktor temperatur boleh dikatakan tidak ada pengaruhnya.

2.9 Penghantar Pentanahan

Penghantar pentanahan adalah penghantar pengaman yang digunakan pada sistem pentanahan, yaitu untuk menghubungkan sistem pentanahan dari elektroda pentanahan ke terminal utama pentanahan dan dari terminal utama pentanahan sampai ke peralatan listrik yang ditanahkan. Penghantar tanah harus dibuat dari bahan tembaga atau aluminium atau baja atau perpaduan dari bahan tersebut. Berdasarkan kekuatan mekanisnya, luas penampang minimum penghantar bumi yaitu :

1. Untuk penghantar yang terlindung kokoh secara mekanis $1,5\text{mm}^2$ tembaga atau $2,5\text{mm}^2$ aluminium.
2. Untuk penghantar yang tidak terlindungi kokoh secara mekanis 4mm^2 tembaga atau pita baja yang tebalnya $2,5\text{mm}^2$ dan luas penampang 50mm^2 .

Ukuran penampang penghantar pentanahan pada penangkal petir berbeda dengan penampang penghantar pentanahan pada saluran utama. Untuk ukuran penampang penghantar pentanahan pada saluran utama akan lebih besar dari saluran cabang. Hal ini disesuaikan dengan luas penampang penghantar fasanya.

Sambungan antara hantaran pentanahan dan elektroda pentanahan harus mekanis kuat dan membuat kontak listrik yang baik, sambungan ini dapat berupa sambungan las atau baut, yang tidak mudah lepas sendiri. Diameter baut yang digunakan sekurang-kurangnya 10mm. Hantaran pentanahan yang dipasang di atas tanah harus mudah terlihat dan jika tertutup harus mudah tercapai. Jika perlu hantaran ini harus dilindungi terhadap bahaya kerusakan mekanis ataupun kimiawi.

Efektivitas sistem pentanahan tidak hanya ditentukan oleh elektroda

pentanahan, namun juga oleh hantaran pentanahan atau hantaran pengaman. Hantaran pengaman ini harus diusahakan mempunyai tahanan yang sekecil-kecilnya dan disesuaikan dengan komponen instalasi lain seperti pengaman arus lebih dan hantaran fasanya. Alat pengaman arus lebih dan ukuran hantaran fasa adalah sepaket karena alat pengaman tersebut juga berfungsi sebagai pengaman hantaran.

Oleh karena itu, dalam penentuan ukuran hantaran pengaman dapat dilakukan berdasarkan ukuran hantaran fasanya. Kondisi hantaran mempunyai konsekuensi terhadap dampak yang mungkin terjadi. Hantaran berisolasi berinti satu mempunyai kondisi yang berbeda dengan yang berinti banyak, begitu juga hantaran telanjang yang dilindungi dan yang tidak dilindungi juga mempunyai konsekuensi yang berbeda. Pada tabel berikut ini memberikan petunjuk tentang luas penampang minimum dari beberapa jenis kondisi hantaran pengaman.

Tabel 2.4 Luas Penampang Minimum Hantaran Pengaman

Hantaran Fasa	Hantaran Pengaman Berisolasi		Hantaran Pengaman Cu Telanjang	
	Kawat	Kawat Tanah	Dilindungi	Tanpa Perlindungan
0,5	0,5	-	-	-
0,75	0,75	-	-	-
1	1	-	-	-
1,5	1,5	1,5	1,5	4
2,5	2,5	2,5	1,5	4
4	4	4	4	4
6	6	6	4	4
10	10	10	6	6
16	16	16	10	10
25	16	16	16	16



35	16	16	16	16
50	25	25	25	25
70	35	35	35	35
95	50	50	50	50
120	70	70	50	50
150	70	70	50	50
185	95	95	50	50
240	-	120	50	50
300	-	150	50	50
400	-	185	50	50

2.10 Metode Pengukuran Tahanan Pentanahan

Seperti yang telah dibahas pada bagian sistem pentanahan, betapa pentingnya sistem pentanahan baik dalam sistem tenaga listrik ac maupun dalam pentanahan penangkal petir dan peralatan untuk menghindari sengatan listrik bagi manusia, rusaknya peralatan dan terganggunya pelayanan sistem akibat gangguan tanah. Untuk menjamin suatu sistem pentanahan memenuhi persyaratan, maka perlu dilakukan pengujian. Pengujian ini dilakukan setelah dilakukan pemasangan elektroda atau setelah perbaikan atau secara periodik setiap tahun sekali. Hal ini harus dilakukan untuk memastikan tahanan pentanahan yang ada karena bekerjanya sistem pengaman arus lebih akan ditentukan oleh tahanan pentanahan ini.

Pada saat ini telah banyak beredar di pasaran alat ukur tahanan pentanahan yang biasa disebut Earth Tester atau Ground Tester. Dari yang untuk beberapa fungsi sampai dengan yang banyak fungsi dan kompleks. Penunjukkan alat ukur ini ada yang analog, ada pula yang digital dan dengan cara pengoperasian yang mudah serta aman. Untuk lingkungan kerja yang cukup luas, sangat disarankan untuk memiliki alat semacam ini.

Bahasan dalam bagian ini menjelaskan tentang prinsip-prinsip pengujian pengukuran tahanan pentanahan, teknik pengukuran yang presisi baik untuk



elektroda tunggal maupun banyak.

Berikut adalah beberapa metode yang dapat dilakukan untuk melakukan pengukuran terhadap tahanan pentanahan :

2.10.1 Metode Von Werner

Cara pengukuran dilakukan dengan terlebih dahulu mengatur jarak antara elektroda. Jarak antar elektroda adalah sejauh a meter, sehingga jarak antara terminal secara berurut adalah sama. Peralatan ukur akan mengalirkan arus melalui terminal 1 dan 4 lalu susut tegangan pada terminal 2 dan 3 akan diukur. Jika beda tegangan antara terminal 2 dan 3 adalah V , dan arus yang dialirkan melalui terminal 1 dan 4 adalah I , maka perbandingan ini adalah nilai tahanan pentanahan R .

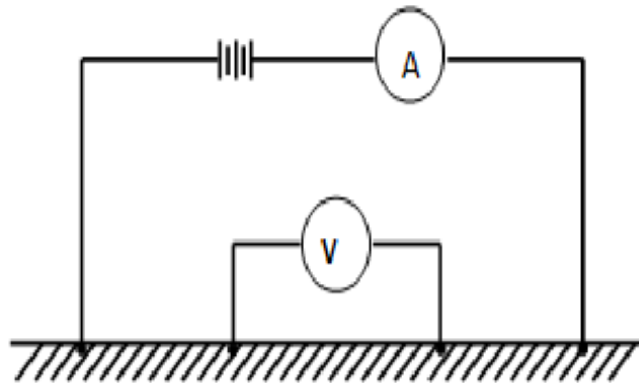
2.10.2 Metode Pengukuran Dengan Voltmeter dan Amperemeter

Cara pengukuran metode ini adalah dengan cara penghantar pembumian dihubungkan dengan penghantar phasa instalasi melalui gawai proteksi arus lebih, sakelar, tahanan yang dapat diatur dari 20Ω sampai 1000Ω , dan Amperemeter.

Antar titik sirkit setelah amperemeter dengan elektroda bumi bantu dipasang voltmeter. Jarak elektroda bantu disesuaikan dengan jenis elektroda yang digunakan. Jika elektroda batang atau pipa maka elektroda bantu harus berjarak sekurang-kurangnya 20 meter dari elektroda yang akan diukur. Pada saat sakelar dimasukkan, tahanan tersebut harus dalam keadaan maksimum. Setelah sakelar dimasukkan, tahanan diatur sedemikian rupa hingga amperemeter dan voltmeter menunjukkan simpangan secukupnya sesuai dengan apa yang diharapkan.

2.10.3 Metode Empat Elektroda

Pengukuran tahanan jenis tanah dengan metoda empat elektroda menggunakan empat buah elektroda, sebuah batere, sebuah amperemeter, dan sebuah voltmeter yang sensitife, sebagaimana terlihat pada gambar dibawah ini.

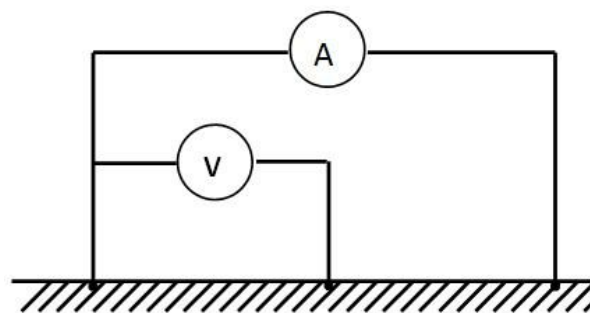


Gambar 2.7 Pengukuran Tahanan Pentanahan Metode Empat Elektroda

Bila arus (I) masuk ketanah melalui salah satu elektroda dan kembali ke elektroda yang lain yang cukup jauh sehingga pengaruh diameter dapat diabaikan. Arus yang masuk ketanah mengalir secara radial dari elektroda.

2.10.4 Metode Tiga Titik

Metode tiga titik (three-point method) dimaksudkan untuk mengukur tahanan pentanahan. Misalkan tiga buah batang pentanahan dimana batang 1 yang tahananannya hendak diukur dan batang-batang 2 dan 3 sebagai batang pentanahan pembantu yang juga belum diketahui tahananannya.

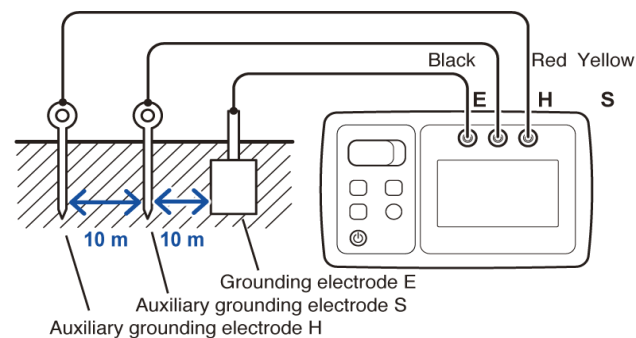


Gambar 2.8 Pengukuran Tahanan Pentanahan Metode Tiga Titik

2.10.5 Pengukuran Tahanan Pentanahan dengan menggunakan Earth Tester

Ada berbagai macam instrument pengukur tahanan pentanahan, salah satu contohnya adalah Earth Hi Tester. Berikut adalah pengukuran normal (metode 3 kutub). Langkah awal adalah memposisikan saklar terminal pada 3a, selanjutnya :

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 : $\times 1\Omega$ ke $\times 100\Omega$) dengan menekan tombol pengukuran dan memutar selektor, hingga diperoleh jarum pada galvanometer seimbang / menunjuk angka nol.
5. hasil pengukuran adalah angka yang ditunjukkan pada selektor dikalikan dengan posisi range saklar ($\times 1\Omega$) atau ($\times 100\Omega$).



Gambar 2.9 Pengukuran Tahanan Pentanahan Menggunakan Earth Tester