

MODUL 6
GROUNDING
BENGKEL MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL
(VTI1E2)



DISUSUN OLEH :
Laboratorium Bengkel Mekatronika

UNIVERSITAS TELKOM
FAKULTAS ILMU TERAPAN
D3 TEKNOLOGI TELEKOMUNIKASI
2020

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR.....	ii
MODUL VI SISTEM PENTANAHAN (GROUNDING).....	1
6.1 Tujuan Praktikum	1
6.2 Alat dan Bahan dalam Sistem Pentanahan	1
6.3 Dasar Teori	2
6.3.1 Pengertian Grounding (Pentanahan)	2
6.3.2 Fungsi dan Tujuan Sistem Pentanahan	2
6.3.3 Sambaran Petir Langsung Melalui Bangunan.....	3
6.3.4 Sambaran Petir Melalui Jaringan Listrik.....	3
6.3.5 Sambaran Petir Melalui Jaringan Telekomunikasi.....	4
6.4 Bagian-Bagian Instalasi Grounding.....	4
6.5 Aspek-Aspek yang Mempengaruhi Nilai Resistansi Tanah	13
6.6 Pengukuran Tahanan Tanah.....	13
6.7 Cara Mengukur Grounding dengan Digital Earth Tester.....	14
6.8 Langkah Praktikum.....	14
DAFTAR PUSTAKA.....	16

DAFTAR GAMBAR

Gambar 6. 1 Splitzen	3
Gambar 6. 2 Arrester	3
Gambar 6. 3 Kabel Ground NYY	4
Gambar 6. 4 Kabel Ground NYA	5
Gambar 6. 5 Kabel BC & BCC	6
Gambar 6. 6 Clam.....	6
Gambar 6. 7 Pasak	7
Gambar 6. 8 Tembaga Grounding/Ground Rod	7
Gambar 6. 9 Digital Earth Tester.....	8
Gambar 6. 10 Busbar Grounding.....	8
Gambar 6. 11 Copper Butter Connector	9
Gambar 6. 12 Ground Rod Drilling Head	10
Gambar 6. 13 Instalasi Grounding.....	11
Gambar 6. 14 Digital Earth Tester	14
Gambar 6. 15 Menghubungkan Digital Earth Tester Ke Tanah.....	15

MODUL VI

SISTEM PENTANAHAN (GROUNDING)

6.1 Tujuan Praktikum

1. Praktikan dapat memahami dan mengetahui konsep dasar Grounding dan manfaatnya.
2. Praktikan dapat memahami dan mengetahui alat-alat yang digunakan dalam pemasangan Grounding.
3. Praktikan dapat memahami dan mengetahui tentang alat *Digital Earth Tester* Model 4105.
4. Praktikan dapat mengetahui cara-cara menggunakan alat *Digital Earth Tester* Model 4105.
5. Praktikan dapat mengetahui Nilai Resistansi Tanah untuk pentanahan menggunakan alat *Digital Earth Tester* Model 4105.

6.2 Alat dan Bahan dalam Sistem Pentanahan

Alat dan material yang biasa digunakan dalam sistem pentanahan ada banyak seperti:

1. Alat Ukur Resistansi / *Earth Ground Tester*
2. Kabel
3. Bus Bar Grounding (Terminal)
3. Copper Butter Connector
4. Ground Rod Drilling Head
5. Ground Rod Drive Head
6. Ground Rod Coupler
7. Bentonit

6.3 Dasar Teori

6.3.1 Pengertian Grounding (Pentanahan)

Grounding atau pentanahan adalah salah satu metoda kelistrikan dan elektornika yang digunakan untuk meneruskan energi listrik yang berlebihan dengan aman ke bumi. Para pengguna peralatan elektronik tentu membutuhkan sistem kelistrikan yang baik yang dapat menjamin kelangsungan operasional peralatan mereka. Tujuan utama dari adanya grounding sistem pentanahan ini adalah untuk menciptakan sebuah jalur yang low-impedance (tahanan rendah) terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik dan *transient voltage*.

Oleh karena itu metoda pentanahan atau grounding ini sangat diperlukan untuk kelangsungan kerja dan keamanan dalam banyak hal Grounding diukur nilainya dengan OHM. Alat pengukurnya menggunakan *Earth Ground Tester*. Nilai standar mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik atau PUIL 2000 (peraturan yang sesuai dan berlaku hingga saat ini) yaitu kurang dari atau sama dengan 5 (lima) ohm. Dijelaskan bahwa nilai sebesar 5 ohm merupakan nilai maksimal atau batas tertinggi dari hasil resistan pentanahan (grounding) yang masih bisa ditoleransi. Nilai yang berada pada range 0 ohm – 5 ohm adalah nilai aman dari suatu instalasi pentanahan/grounding. Nilai tersebut berlaku untuk seluruh sistem dan instalasi yang terdapat pentanahan (grounding) di dalamnya.

6.3.2 Fungsi dan Tujuan 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 baik bagi manusia maupun peralatan dari bahaya listrik.

Tujuan sistem pentanahan :

1. Menjaga keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari sengatan sentuh atau sengatan langkah.
2. Menjamin kerja peralatan listrik/elektronik.
3. Mencegah kerusakan peralatan listrik/elektronik.
4. Menyalurkan energi serangan petir ketanah.
5. Menstabilkan tegangan dan memperkecil kemungkinan terjadinya kelebihan arus listrik.

6.3.3 Sambaran Petir Langsung Melalui Bangunan



Gambar 6. 1 Splitzen

Sambaran petir yang langsung mengenai struktur bangunan rumah, kantor dan gedung, dapat menimbulkan kebakaran, kerusakan perangkat elektrik/elektronik atau bahkan korban jiwa. Maka dari itu setiap bangunan diwajibkan memasang instalasi penangkal petir. Cara penanganannya adalah dengan cara memasang terminal penerima sambaran petir serta instalasi pendukung lainnya yang sesuai dengan standart yang telah di tentukan. Terlebih lagi jika sambaran petir langsung mengenai manusia, maka dapat berakibat luka atau cacat bahkan dapat menimbulkan kematian. Banyak sekali peristiwa sambaran petir langsung yang mengenai manusia dan biasanya terjadi di areal terbuka.

6.3.4 Sambaran Petir Melalui Jaringan Listrik



Gambar 6. 2 Arrester

Bahaya sambaran ini sering terjadi, petir menyambar dan mengenai sesuatu di luar area bangunan tetapi berdampak pada jaringan listrik di dalam bangunan tersebut, hal ini karena sistem jaringan distribusi listrik/PLN memakai kabel udara terbuka dan letaknya sangat tinggi, apabila ada petir yang menyambar pada kabel terbuka ini maka arus petir akan tersalurkan ke pemakai langsung. Cara penanganannya adalah dengan cara memasang perangkat *arrester* sebagai

pengaman tegangan lebih (*over voltage*). Instalasi *surge arrester* listrik ini dipasang harus dilengkapi dengan grounding sistem.

6.3.5 Sambaran Petir Melalui Jaringan Telekomunikasi

Bahaya sambaran petir jenis ini hampir serupa dengan yang ke-2 akan tetapi berdampak pada perangkat telekomunikasi, misalnya telepon dan PABX. Penanganannya dengan cara pemasangan *arrester* khusus untuk jaringan PABX yang di hubungkan dengan grounding. Bila bangunan yang akan di lindungi mempunyai jaringan internet yang koneksinya melalui jaringan telepon maka alat ini juga dapat melindungi jaringan internet tersebut.

Pengamanan terhadap suatu bangunan atau objek dari sambaran petir pada prinsipnya adalah sebagai penyedia sarana untuk menghantarkan arus petir yang mengarah ke bangunan yang akan kita lindungi tanpa melalui struktur bangunan yang bukan merupakan bagian dari sistem proteksi petir atau instalasi penangkal petir, tentunya harus sesuai dengan standart pemasangan instalasinya. Ada 2 jenis kerusakan yang di sebabkan sambaran petir, yaitu :

1. Kerusakan *Thermis*, kerusakan yang menyebabkan timbulnya kebakaran.
2. Kerusakan *Mekanis*, kerusakan yang menyebabkan struktur bangunan retak, rusaknya peralatan elektronik bahkan menyebabkan kematian.

6.4 Bagian-Bagian Instalasi Grounding

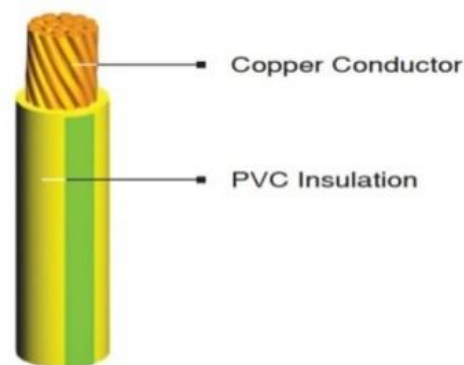
1. Kabel Ground

A. Kabel NYY & NYA



Gambar 6. 3 Kabel Ground NYY

Karakteristik kabel NYY adalah memiliki dua buah isolator (hal ini bisa dilihat dari kode YY yang ada pada kabel). Isolator pada kabel berfungsi melindungi dari induksi dan loncatan arus antara inti kabel dengan material lain dengan sifat konduktor penangkal petir (penghantar). Dengan adanya dua buah isolator maka induksi dan loncatan dapat diredam dengan sangat kecil hingga nyaris tidak terjadi. Untuk ukuran yang sering dipergunakan dalam suatu sistem pemasangan instalasi penangkal petir yaitu ukuran penampang 25 mm s/d 120 mm persegi. Umumnya ukuran kabel NYY yang sering digunakan dalam instalasi penangkal petir adalah ukuran luas penampang 25 mm sampai 70 mm persegi. Sebagaimana diketahui standarisasi untuk ukuran penampang kabel penghantar penurunan (*down conductor*) adalah minimal 50 mm persegi, sehingga untuk pemilihannya disesuaikan dengan kebutuhan dan juga memperhatikan faktor biaya.



Gambar 6. 4 Kabel Ground NYA

Karakteristik kabel NYA adalah memiliki satu buah isolator (hal ini bisa dilihat dari kode YA yang ada pada kabel). Isolator pada kabel berfungsi melindungi dari induksi dan loncatan arus antara inti kabel dengan material lain dengan sifat konduktor (penghantar). Dengan adanya isolator, maka induksi dan loncatan dapat diredam dengan sangat kecil hingga nyaris tidak terjadi. Untuk ukuran yang sering dipergunakan dalam suatu sistem pemasangan instalasi penangkal petir yaitu ukuran penampang 25 mm, 35 mm, 50 mm hingga 120 mm.

B. Kabel BC & BCC



Gambar 6. 5 Kabel BC & BCC

Bare Copper Conductor atau disebut kabel BCC. Kabel *Bare Copper Conductor* (BCC) merupakan Kawat Tembaga Telanjang yang biasanya digunakan untuk saluran udara dan kabel tanah. Kabel BC termasuk jenis kebel penghantar penurunan dari sistem instalasi penangkal petir. Karakteristik kabel BC ialah tidak memiliki isolator (telanjang). Jadi jenis kabel ini hanya terdiri dari inti kabel saja yang disebut *bare core*. Kabel BC sering digunakan pada penghantar penurunan instalasi penangkal petir jenis runcing / konvensional. Hal ini dikarenakan menggunakan kabel BC dengan ukuran luas penampang 50 mm lebih ekonomis dan juga telah memenuhi standarisasi minimum dari penghantar penurunan instalasi penangkal petir. Hanya saja seperti diketahui bahwa kabel BC tidak memiliki isolator pelindung, sehingga dikhawatirkan terjadi induksi dan loncatan arus pada material konduktor.

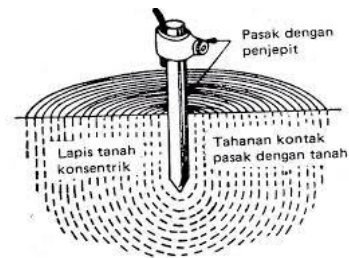
2. Clam



Gambar 6. 6 Clam

Clam Grounding adalah media yang digunakan untuk menyambungkan grounding rod dan kabel grounding.

3. Pasak



Gambar 6. 7 Pasak

Pasak adalah material logam yang ditanam sebagaimana pasak / paku menghunjam ke dalam tanah dengan kedalaman tertentu , material bisa As Tembaga , As Besi berlapis tahan karat , Pipa Galvanise yang dimasuki BC.

4. Tembaga Grounding



Gambar 6. 8 Tembaga Grounding/Ground Rod

Tembaga grounding merupakan 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.

5. Digital Earth Tester

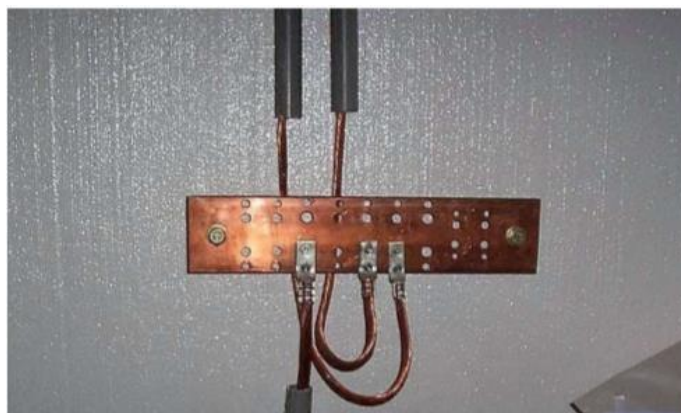


Gambar 6. 9 Digital Earth Tester

Alat pengukur resistansi grounding atau pentanahan sering disebut dengan *Earth Tester* atau *Ground Tester*, besarnya tahanan tanah sangatlah penting untuk diketahui sebelum dilakukan pentanahan dalam sistem pentanahan instalasi listrik. Untuk mengetahui besar tahanan tanah pada suatu area digunakan alat ukur *earth tester*, alat ukur ini digunakan untuk mengetahui hasil dari resistansi atau tahanan grounding sistem pada sebuah instalasi penangkal petir yang telah terpasang. Alat ukur ini digital, sehingga hasil yang ditunjukkan memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi.

6. Bus Bar Grounding (Terminal)

Alat ini digunakan sebagai titik temu antara kabel penyalur petir dengan kabel grounding. Biasanya terbuat dari plat tembaga atau logam yang berfungsi sebagai konduktor, sehingga kualitas dan fungsi instalasi penangkal petir yang terpasang dapat terjamin. Pilih Copper Bar yang TEBAL, jangan yang TIPIS.



Gambar 6. 10 Busbar Grounding

7. Copper Butter Connector

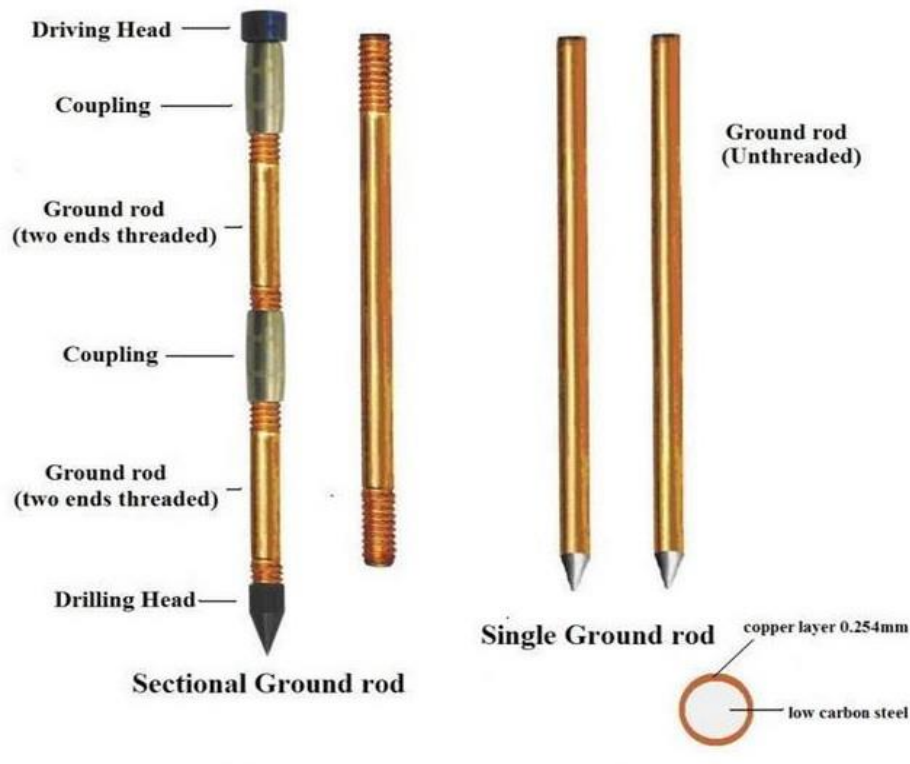
Alat ini digunakan untuk menyambung antar kabel atau kabel dengan Bus bar grounding. Biasanya kabel yang disambung pada instalasi penangkal petir adalah kabel grounding sistem, karena kabel penyalur pada penangkal petir tidak boleh terputus atau tidak boleh ada sambungan. Setelah kabel tersambung oleh alat ini tentunya harus diperkuat dengan isolasi sehingga daya rekat dan kualitas sambungannya dapat terjaga dengan baik. Penyambungan kabel instalasi penyalur petir konvensional umumnya menggunakan alat ini, karena pada penangkal petir konvensional jalur kabel terbuka hanya dilindungi oleh tingkah laku (*conduct*) dari PVC.



Gambar 6. 11 Copper Butter Connector

8. Ground Rod Drilling Head

Alat ini berfungsi untuk membantu mempercepat pembuatan grounding suatu instalasi penangkal petir, yaitu dengan cara memasang di bagian bawah copper rod atau ground rod yang akan dimasukkan ke dalam tanah, sehingga copper rod atau ground rod tersebut ketika didorong ke dalam tanah akan cepat masuk karena bagian ujung alat ini runcing. Selain itu, alat ini juga dapat menghindari kerusakan copper rod ketika dipukul ke dalam tanah.



Gambar 6. 12 Ground Rod Drilling Head

9. Ground Rod Drive Head

Alat ini dipasang di bagian atas copper rod atau ground rod dan berfungsi untuk menghindari kerusakan copper rod atau ground rod bagian atas yang akan dimasukkan ke dalam tanah. Hal tersebut karena, pada saat copper rod didorong ke dalam tanah dengan cara dipukul, alat pemukul tersebut tidak mengenai copper rod, akan tetapi mengenai alat ini.

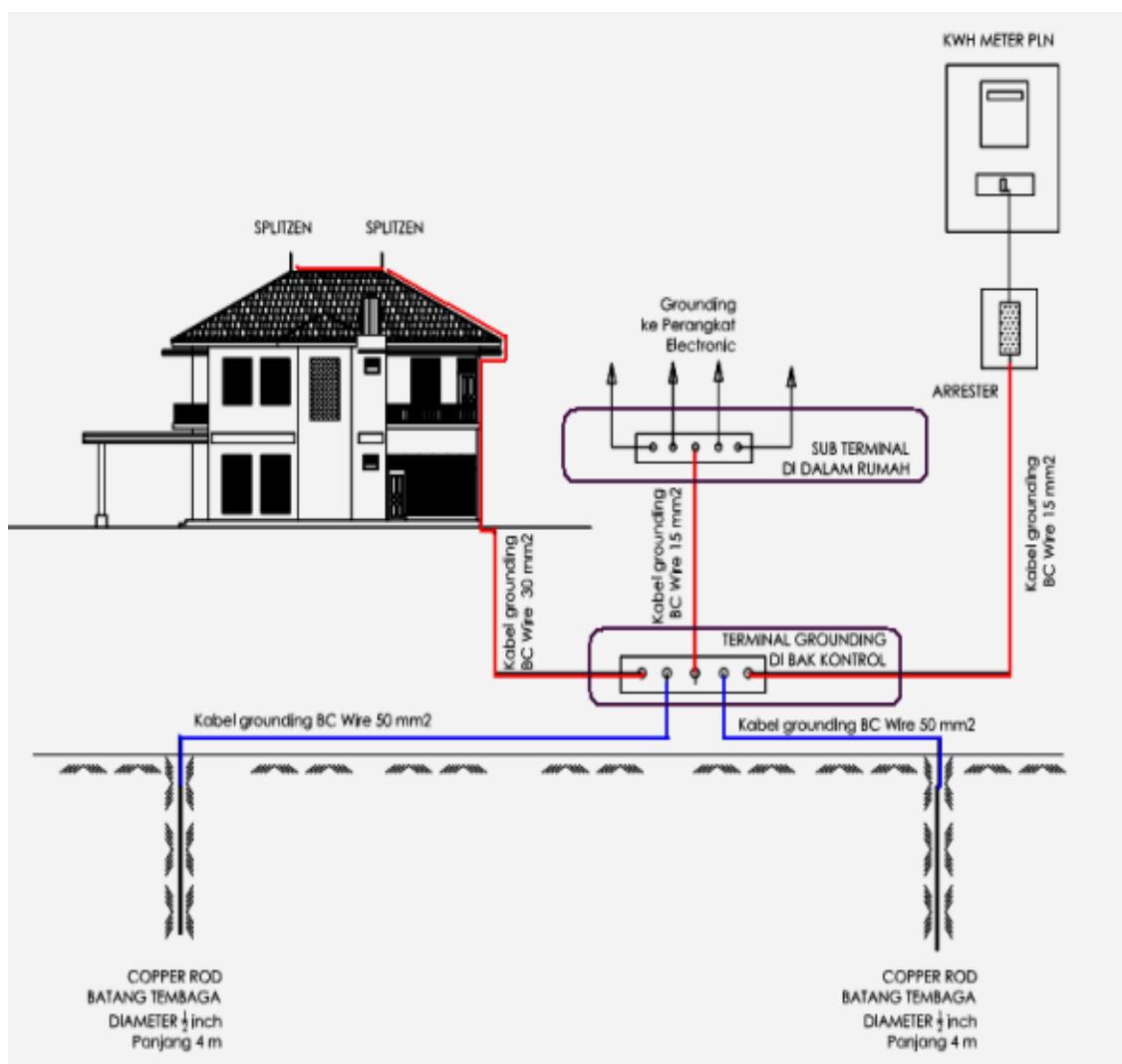
10. Ground Rod Coupler

Alat ini digunakan ketika kita akan menyambung beberapa segmen copper rod atau ground rod yang dimasukkan ke dalam tanah, sehingga copper rod atau ground rod yang masuk ke dalam tanah akan lebih panjang. Misalnya, ketika kita akan membuat grounding penangkal petir sedalam 12 meter dengan menggunakan copper rod, maka alat ini sangat diperlukan karena copper rod yang umumnya ada dipasaran paling panjang hanya 4 meter.

11. Bentonit

Bentonit adalah istilah pada lempung yang mengandung monmorillonit dalam dunia perdagangan dan termasuk kelompok dioktoedral. Dalam aplikasi grounding sistem, bentonit digunakan untuk membantu menurunkan nilai resistansi atau tahanan tanah. Bentonit digunakan saat pembuatan grounding (jika sudah tidak ada cara lain untuk menurunkan nilai resistansi). Pada umumnya, para kontraktor cenderung memilih menggunakan cara paralel grounding rod atau multi grounding sistem untuk menurunkan resistansi.

12. Sistem Pemasangan Instalasi Grounding atau Pentanahan



Gambar 6. 13 Instalasi Grounding

1. Batang Penangkal Petir (*Splitzen*) adalah bagian yang ditempatkan ditempat tertinggi di atas bangunan rumah. Dapat juga dilakukan dengan menambah ketinggian dengan menambahkan pipa untuk mendapatkan radius yang lebih besar dari sambaran petir. Bahan yang digunakan adalah dari batang tembaga, Jenis *Splitzen* ini ada bermacam dipasaran ada jenis *Splitzen* tunggal ataupun bentuk trisula. *Splitzen* dihubungkan ke terminal atau langsung ke pipa tembaga.

2. Untuk menjaga barang elektronik didalam rumah dari Petir, bisa memasang sub terminal dengan menggunakan plat tembaga dengan ukuran kira kira 5 cm x 20 cm. Kemudian sub terminal ini diintegrasikan ke Terminal dengan menggunakan kabel BCC/NYY.

3. Untuk mengamankan tegangan lebih dari jaringan listrik, Bisa menambah *Arester* di sistem Instalasi listrik , dimana *Arester* kemudian di hubungkan ke terminal grounding dengan menggunakan kabel BC/NYY.

4. Terminal adalah pusat yang menghubungkan beberapa kabel sebelum diteruskan ke pembumian/pentanahan. Bahan terminal dapat menggunakan plat tembaga. Terminal bisa dibuatkan diluar bangunan rumah dengan menempatkannya di sebuah bak kontrol. Kemudian terminal dihubungkan ke sistem pentanahan dengan menggunakan kabel BC.

5. Sebagaimana persyaratan dalam Grounding dimana dianjurkan nilai tahanan sitem pentanahn adalah 5 ohm untuk keamanan barang-barang elektronik. Pada dasarnya untuk sistem pentanahan yang bagus adalah berhubungan dengan tanah dimana pipa dipasangkan, dimana kedekatan tanah yang tinggi adalah tempat yang paling bagus untuk mendapatkan nilai tahanan pembumian yang rendah. Dianjurkan tidak menanam pipa didaerah berpasir ataupun berbatu, karena biasanya nilai tahanan pentanahan akan semakin tinggi.

6. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal bisa menambahkan beberapa pipa tembaga yang saling terintegrasi. Atau cara lain bisa dilakukan dengan

menanam pipa dalam hingga lebih dari 20 m. Apabila nilai tersebut tidak dapat dicapai, sistem pentanahan dapat ditambahkan dengan memasang Cooper Plate yang ditanamkan bersamaan dengan bentonit.

6.5 Aspek aspek yang mempengaruhi nilai resistansi tanah

Untuk mencapai nilai tahanan sebaran tersebut, tidak semua daerah bisa terpenuhi karena ada beberapa aspek yang mempengaruhinya, yaitu:

1. **Kadar air.** Bila air tanah dangkal/penghujan, maka nilai tahanan sebaran mudah didapatkan, sebab sela-sela tanah mengandung cukup air bahkan berlebih, sehingga konduktivitas tanah akan semakin baik.
2. **Mineral/garam.** Kandungan mineral tanah sangat mempengaruhi tahanan sebaran/resistansi karena semakin berlogam dan bermineral tinggi, maka tanah semakin mudah menghantarkan listrik. Daerah pantai kebanyakan memenuhi ciri khas kandungan mineral dan garam tinggi, sehingga tanah sekitar pantai akan jauh lebih mudah untuk mendapatkan tahanan tanah yang rendah.
3. **Derajat keasaman.** Semakin asam (PH rendah atau $PH < 7$) tanah, maka arus listrik semakin mudah dihantarkan. Begitu pula sebaliknya, semakin basa (PH tinggi atau $PH > 7$) tanah, maka arus listrik sulit dihantarkan. Ciri tanah dengan PH tinggi: biasanya berwarna terang, misalnya Bukit Kapur.
4. **Tekstur tanah.** Untuk daerah yang bertekstur pasir dan berpori (*porous*) akan sulit untuk mendapatkan tahanan sebaran yang baik karena jenis tanah seperti ini air dan mineral akan mudah hanyut dan tanah mudah kering. Jadi kondisi tanah yang bagus untuk grounding adalah : tanah liat (persawahan/ladang), tanah rawa. Untuk mengkondisikan agar tanah selalu lembab, bisa dengan menambahkan tanah humus, garam dan areng ke sekitar elektroda yang ditanam.

6.6 Pengukuran Tahanan Tanah

Besarnya tahanan tanah sangat penting untuk diketahui sebelum dilakukan pertanahan dalam sistem pengamanan dalam instalasi listrik. Untuk mengetahui besar tahanan tanah pada suatu area digunakan alat ukur. Perancangan alat ukur tahanan tanah menggunakan tiga batang elektroda yang ditanahkan yaitu elektroda E (*earth*), elektroda P (Potensial) dan elektroda C (*Current*). Tujuan penggunaan tiga batang elektroda ini adalah untuk mengetahui sejauh mana tahanan dapat mengalirkan arus listrik.

Grounding juga berhubungan erat dengan resistansi tanah, dan nilai resistansi tanah berhubungan dengan tekstur tanah di lingkungan sekitar. Semakin kering dan berbatu daerah tersebut maka nilai resistansi tanahnya akan semakin besar, berbanding terbalik dengan kondisi tanah yang basah dan cenderung berair. Resistansi tanah yang besar akan mempersulit untuk mendapat nilai resistansi pembumih suatu grounding. Untuk menanganinya ini diperlukan perlakuan dan teknik khusus agar didapat nilai grounding yang sesuai dengan yang dipersyaratkan.

Pengujian ini sebenarnya adalah pengukuran tahanan elektroda pentanahan yang dilakukan setelah dilakukan pemasangan elektroda atau setelah perbaikan atau secara periodik setiap tahun sekali.

6.7 Cara Mengukur Grounding dengan Digital Earth Tester

Earth Tester adalah alat yang digunakan untuk mengukur nilai resistansi dari grounding, berikut ini adalah cara penggunaan *earth tester* :

- Pada *switch* pilih mode Ω .
- Tekan *push button*.
- Lihat petunjuk tegangan/voltase tanah apabila jarum bergerak cepat sampai mentok ke ujung *voltmeter*, periksa kembali instalasi kabel.
- Adjust* ohm meter sampai nilai voltase pada *galvanometer* "0" volt.
- Lakukan instalasi *earth tester* seperti tampak pada jarak L adalah sebesar 5 meter.
- Baca nilai resistansi yang terbaca pada alat tersebut. Itulah nilai resistansi tanah.

6.8 Langkah Praktikum

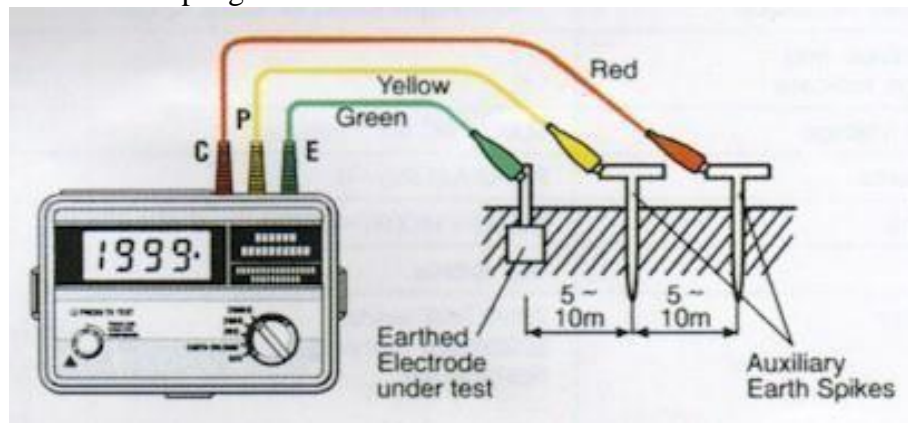
Pada praktikum kali ini kita akan mengukur nilai resistansi tanah yang akan digunakan untuk pentanahan. Alat yang digunakan dalam praktikum kali ini adalah *Digital Earth Tester*.



Gambar 6. 14 Digital Earth Tester

Langkah-langkah praktikum :

1. Bentangkan kabel warna merah sepanjang 20 meter. Ujung kabel yang menggunakan sepatu kabel adalah untuk dijepit ke batang angkur, sedangkan ujung yang lainnya dihubungkan ke alat ukur pada terminal C (Terminal C terdapat pada alat ukur). Kemudian tancapkan angkur kedalam tanah.
2. Bentangkan kabel warna Kuning sepanjang 10 meter. Ujung kabel yang menggunakan sepatu kabel adalah untuk dijepit ke batang angkur, sedangkan ujung yang lainnya dihubungkan ke alat ukur pada terminal P (Terminal P terdapat pada alat ukur). Kemudian tancapkan angkur kedalam tanah. Jarak angkur antara kabel warna merah dan biru adalah 5 sampai 10 meter.
3. Hubungkan jepitan kabel warna hijau ke kabel grounding dan ujung yang lain dihubungkan ke terminal E (terminal terdapat pada alat ukur).
4. Putar knob pada alat ukur keposisi CAL (*calibration*) sebelum melaksanakan pengukuran.



Gambar 6. 15 Menghubungkan Digital Earth Tester Ke Tanah

5. Tekan tombol warna kuning pada alat ukur dan akan muncul angka 100 pada displai alat ukur.
6. Lakukan pengukuran grounding (tahanan pentanahan) dengan memutar knob alat ukur pada poisisi 200 ohm atau 2000 ohm tergantung dari kondisi tanah pada area setempat yang akan diukur.
7. Kemudian tekan tombol warna kuning dan pada displai alat ukur akan muncul nilai tahanan pentanahan.
8. Nilai tahanan pentanahan yang ditentukan adalah ≤ 1 Ohm.

DAFTAR PUSTAKA

- DTHIE2-Tim Lab. Bengkel Mekanikal dan Elektrikal Universitas Telkom. 2018. *Modul Praktek Bengkel Mekanikal dan Elektrikal 2018*. Bandung : Universitas Telkom
- DTHIE2-Tim Lab. Bengkel Mekanikal dan Elektrikal Universitas Telkom. 2019. *Modul Praktek Bengkel Mekanikal dan Elektrikal 2019*. Bandung : Universitas Telkom
- Kuncara. 2017. “ Jenis-Jenis Kabel Penangkal Petir”. <https://purbakuncara.com/jenis-jenis-kabel-penangkal-petir/> diakses pada 13 Juli 2020 di Sumedang.
- Dawan. “Penjelasan Kabel NYA, NYM, NYY, NYFGBY dan Lainnya”. <https://ngertiaja.com/kabel-nyy/> diakses pada 13 Juli 2020 di Sumedang.
- Sutrado Kabel. 2017. “Jenis-Jenis Kabel Listrik Part 2”. <https://sutrakabel.com/news/uncategorized-id/jenis-jenis-kabel-listrik-part-2> diakses pada 14 Juli 2020 di Sumedang.
- Visiotek Global Indonesia. 2016. “Jenis-Jenis Kabel Penyalur Penangkal Petir”. <http://www.visiotek.co.id/2016/06/jenis-jenis-kabel-penyalar-penangkal.html> / diakses pada 14 Juli 2020 di Sumedang.
- Dewata Technoindo. “Cara Pembuatan Grounding Penangkal Petir”. <http://antipetir.asia/cara-pembuatan-grounding-penangkal-petir/> diakses pada 15 Juli 2020 di Sumedang.
- A Wijaya. 2016. “Bab II Tinjauan Pustaka 2.1 Sistem Pentanahan”. <http://eprints.polsri.ac.id/383/3/BAB%20II.pdf>. Politeknik Negeri Sriwijaya diakses pada 15 Juli 2020 di Sumedang.

Yuda Puspito. 2016. "Earth Tester". <https://www.slideshare.net/YudaPuspito/earth-tester-59152959>. Jurusan Teknik Elektro : Universitas Lampung diakses pada 15 Juli 2020 di Sumedang.

Citra Jogja Teknik. "Instalasi Penangkal Petir". <https://www.sumurjogja.com/2015/08/instalasi-penangkal-petir.html>. Drilling Contractor And Supplier. Diakses pada 25 Juli 2020 di Sumedang.