

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik**

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan). Fungsi lainnya yaitu sebagai sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV atau 500 kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir. Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula.

Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380 Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen. Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan.

Pada sistem penyaluran daya jarak jauh, selalu digunakan tegangan setinggi mungkin, dengan menggunakan trafo-trafo *step-up*. Nilai tegangan yang sangat tinggi ini (HV, UHV, EHV) menimbulkan beberapa konsekuensi

antara lain: berbahaya bagi lingkungan dan mahalnnya harga perlengkapan-perengkapannya, selain menjadi tidak cocok dengan nilai tegangan yang dibutuhkan pada sisi beban. Maka, pada daerah-daerah pusat beban tegangan saluran yang tinggi ini diturunkan kembali dengan menggunakan trafo-trafo *step-down*. Akibatnya, bila ditinjau nilai tegangannya, maka mulai dari titik sumber hingga di titik beban, terdapat bagian-bagian saluran yang memiliki nilai tegangan berbeda-beda. Sistem distribusi terdiri atas sistem distribusi primer dan sekunder.

## 2.2 Sistem Pentanahan

Dalam PUIL 2011 (PUIL : Persyaratan Umum Instalasi Listrik) dikenal beberapa jenis pembumian antara lain pembumian fungsional, pembumian paralel dan pembumian proteksi. Secara umum sistem pembumian adalah suatu rangkaian atau jaringan mulai dari kutub pembumian atau elektroda, hantaran penghubung atau konduktor sampai terminal pembumian yang berfungsi untuk menyalurkan arus lebih ke bumi sehingga dapat memberikan proteksi terhadap manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi agar dapat terhindar dari bahaya arus dan tegangan asing, serta perangkat dapat beroperasi sesuai dengan teknis yang semestinya.

Sistem pentanahan adalah hubungan penghantar listrik 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.<sup>5</sup> Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi bagian yang sangat penting pada sistem tenaga listrik. Secara umum, tujuan sistem pentanahan adalah menjamin keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan tegangan langkah, menjamin kerja peralatan listrik atau elektronik, mencegah kerusakan peralatan listrik atau elektronik, dan menyalurkan energi serangan petir ke tanah.

---

<sup>5</sup> Sumardjati Prih, dkk. *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid*. (Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan) Hal 159

Di Indonesia, kebanyakan sistem pentanahan tegangan tinggi seperti pada jaringan 150 kV dan 500 kV dilakukan dengan pentanahan langsung. Sementara itu pada sistem tegangan menengah, sistem pentanahan dilakukan dengan tujuan membatasi besarnya arus hubung singkat ke tanah.<sup>6</sup>

### 2.3 Tujuan Sistem Pentanahan

Secara umum tujuan sistem pentanahan (*grounding*) adalah sebagai berikut :

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

Menurut IEEE Std 142<sup>TM</sup>-2007 terdapat tujuan sistem pembumian adalah :

1. Membatasi besarnya tegangan terhadap bumi agar berada dalam batasan yang diperbolehkan.
2. Menyediakan jalur bagi aliran arus yang dapat memberikan deteksi terjadinya hubungan yang tidak dikehendaki antara konduktor sistem dan bumi. Deteksi ini akan mengakibatkan beroperasinya peralatan otomatis yang memutuskan suplai tegangan dari konduktor tersebut.

### 2.4 Fungsi Sistem Pentanahan

---

<sup>6</sup> Bonar Pandjaitan, 2012, *Praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. (Yogyakarta : Andi Offset Yogyakarta) Hal 43

Sistem *grounding* pada peralatan kelistrikan dan elektronika adalah untuk memberikan perlindungan pada seluruh sistem. Untuk lebih jelasnya, berikut ini adalah beberapa fungsi dari sistem pentanahan<sup>3</sup> :

1. Untuk keselamatan, sistem pentanahan berfungsi sebagai penghantar arus listrik langsung ke bumi atau tanah saat terjadi kebocoran isolasi atau percikan api pada konsleting, misalnya kabel *grounding* yang terpasang pada badan atau sasis alat elektronik seperti setrika listrik akan mencegah kita tersengat listrik saat rangkaian di dalam setrika bocor dan menempel ke badan setrika.
2. Dalam instalasi penangkal petir, sistem pentanahan berfungsi sebagai penghantar arus listrik yang besar langsung ke bumi. Meski sifatnya sama, namun pemasangan kabel *grounding* untuk instalasi rumah dan *grounding* untuk penangkal petir pemasangannya harus terpisah.
3. Sebagai proteksi peralatan elektronik atau instrumentasi sehingga dapat mencegah kerusakan akibat adanya bocor tegangan.
4. Sistem pentanahan di dunia elektronik berfungsi untuk menetralkan cacat yang disebabkan baik oleh daya yang kurang baik, ataupun kualitas komponen yang tidak standar.

Bila kabel *grounding* berfungsi sebagai penghantar arus, maka alat yang mendeteksi adanya arus sisa atau arus bocor adalah ELCB. ELCB ini adalah sebagai proteksi instalasi listrik sebagai pencegah arus bocor.

## **2.5 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.

---

<sup>3</sup> Hendi, 2016, *Mengenal Listrik Lebih Baik Dari Segala Sisi*. (Jakarta : PT. Elex Media Komputindo) Hal 57

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 atau diikat oleh sistem pentanahan, dengan tujuan untuk meminimalkan arus listrik melalui material yang bersifat konduktif pada potensial listrik yang sama.

## 2.6 Bagian Sistem Pentanahan

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

Faktor internal meliputi :

- a. Dimensi konduktor pentanahan (diameter atau panjangnya).
- b. Resistivitas (nilai tahanan) relatif tanah.
- c. Konfigurasi sistem pentanahan.

Faktor eksternal meliputi :

- a. Bentuk arusnya (pulsa, sinusoidal, searah).
- b. Frekuensi yang mengalir ke dalam sistem pentanahan.

## 2.7 Jenis Pentanahan

Secara garis besar sistem pentanahan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu sebagai berikut :

### 2.7.1 Pentanahan Sistem

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

Adapun tujuan pentanahan titik netral sistem adalah sebagai berikut :

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

### 2.7.2 Pentanahan Peralatan

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.<sup>1</sup>

Pentanahan peralatan bertujuan :

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 atau rendah dari jalan balik arus hubung singkat ke tanah.

---

<sup>1</sup> Aslimeri, dkk, 2008 Teknik Transmisi Tenaga Listrik Jilid 2 (Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan) Hal 254

### **2.7.3 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 ke bumi tanpa merusak benda disekitarnya.

### **2.8 Keuntungan Pentanahan**

Keuntungan penerapan pentanahan ada dua hal :

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

### **2.9 Tahanan Jenis Tanah**

Faktor keseimbangan antara tahanan pentanahan dan kapasitansi di sekelilingnya adalah tahanan jenis tanah ( $\rho$ ). Adanya perbedaan jenis tanah, kelembaban, temperatur, dan kadar garam sangat menempengaruhi tahanan jenis tanah itu sendiri. Pengukuran resistansi jenis tanah pada keadaan dalam banyak mengalami kendala serta membutuhkan waktu dan peralatan yang komplit. Nilai tahanan jenis tanah sangat bergantung pada jenis tanah tersebut. Dalam menentukan sistem pentanahan kita perlu mengetahui tahanan jenis tanah. Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tidaklah sama. Beberapa tahanan jenis tanah memiliki beragam hasil tahanan jenis tanah seperti tanah bercampur air garam, tanah rawa, tanah liat, tanah liat berpasir, dan lainnya. Di antara itu juga tahanan jenis tanah dipengaruhi beberapa faktor. Beberapa faktor yang mempengaruhi tahanan jenis tanah yaitu:

### 2.9.1 Pengaruh Keadaan Struktur Tanah

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.

Tabel 2.1 Tahanan Jenis Tanah<sup>2</sup>

No	Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah ( <i>Ohm.Meter</i> )
1	Tanah yang mengandung air garam	5-6
2	Rawa	30
3	Tanah liat	100
4	Pasir basah	200
5	Batu kerikil basah	500
6	Pasir dan batu kerikil kering	1.000
7	Batu	3.000

### 2.9.2 Pengaruh Unsur Kimia

Kandungan zat-zat kimia dalam tanah terutama sejumlah zat organik maupun anorganik yang dapat larut perlu untuk diperhatikan pula. Di daerah 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

<sup>2</sup> Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000)*. Hal 80



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 pengaraman harus dilakukan secara periodik, sedikitnya 6 (enam) bulan sekali.

### **2.9.3 Pengaruh Iklim**

Untuk mengurangi variasi tahanan jenis tanah akibat pengaruh musim, pembedaan dapat dilakukan dengan menanam elektroda pembedaan sampai mencapai kedalaman dimana terdapat air tanah yang konstan. Kadangkala penanaman 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.

### **2.9.4 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 ( $0^{\circ}\text{C}$ ), dibawah harga ini penurunan temperatur yang sedikit saja akan menyebabkan kenaikan harga tahanan jenis tanah dengan cepat.

Gejala diatas dapat dijelaskan sebagai berikut ; pada temperatur di bawah titik beku air ( $0^{\circ}\text{C}$ ), air di dalam tanah akan membeku, molekul-molekul air dalam tanah sulit untuk bergerak, sehingga daya hantar listrik tanah menjadi rendah sekali. Bila temperatur 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.

## 2.10 Faktor Penentu Tahanan Pentanahan

Tahanan pentanahan suatu elektroda yang tergantung pada tiga faktor yaitu sebagai berikut :

1. Tahanan elektroda itu sendiri dan penghantar yang menghubungkan ke peralatan yang ditanahkan.
2. Tahanan kontak antara elektroda dengan tanah.
3. Tahanan dari massa tanah sekeliling elektroda.

## 2.11 Elektroda Pentanahan

Menurut PUIL 2000, elektroda adalah pengantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi. Pada umumnya elektroda pentanahan yang sering digunakan ada 3 jenis, yaitu sebagai berikut:

### 2.11.1 Elektroda Batang

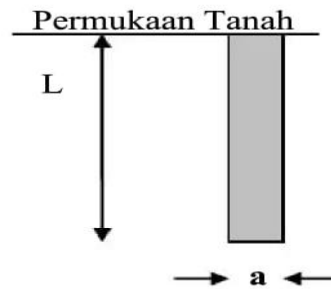
Elektroda batang adalah elektroda dari pipa besi baja profil atau batangan logam lainnya yang dipancangkan ke dalam tanah secara dalam.



Gambar 2.1 Elektroda Batang

#### 2.11.1.1 Satu Batang Elektroda

Pada gambar 2.2 menunjukkan satu batang elektroda berbentuk silinder dengan panjang  $L$  yang di tanam tegak lurus permukaan tanah , dengan bayangan di atas permukaan tanah. Elektroda tersebut ditanam dengan berbagai jenis kedalaman.



Gambar 2.2 Satu Batang Elektroda

Rumus (2.1) merupakan tahanan pentanahan elektroda batang tunggal :

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left[ \ln \left( \frac{8L}{d} \right) - 1 \right] \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

R = Tahanan pentanahan untuk elektroda batang (ohm)

$\rho$  = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)

L = Panjang elektroda (m)

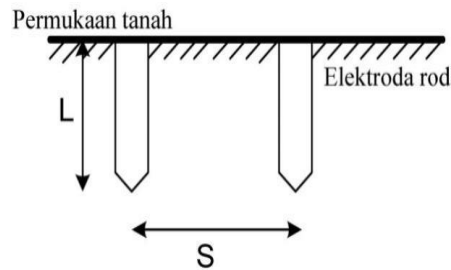
d = Diameter elektroda (meter)

Menurut persamaan di atas, tahanan pentanahan akan berkurang dengan menambah panjang batang pentanahan, tetapi hubungan ini tidak langsung dan akan mencapai satu titik di mana penambahan panjang batang pentanahan hanya akan mengurangi nilai tahanan pentanahan sedikit, dalam hal ini batang pentanahan digunakannya batang pentanahan paralel.<sup>4</sup>

### 2.11.1.2 Dua Batang Elektroda

Pada gambar 2.3 dapat dilihat bahwa kedua batang elektroda yang berbentuk silinder dengan panjang L yang ditanam tegak lurus permukaan tanah dan dihubungkan di atas tanah dengan jarak S diantara dua batang elektroda tersebut.

<sup>4</sup> Markoni, 2017, *Teori Dasar Teknik Tenaga Listrik Edisi 2*. (Yogyakarta : Graha Ilmu) Hal 10



Gambar 2.3 Dua Batang Elektroda

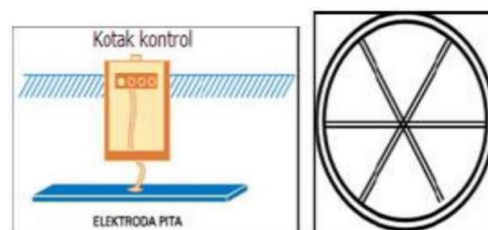
### 2.11.2 Elektroda Pita

Elektroda ini berupa pita atau kawat berpenampang bulat yang ditanam di dalam tanah umumnya penanamannya tidak terlalu dalam 0,5 - 1 meter. Rumus (2.3) merupakan rumus tahanan pentanahan untuk elektroda pita adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{\rho}{\pi L} \left[ \ln \left( \frac{2L}{\sqrt{dZ}} \right) + \frac{1,4L}{\sqrt{A}} - 5,6 \right] \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

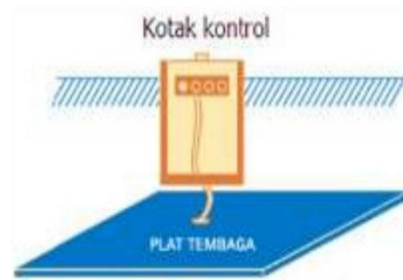
- R = Tahanan dengan kisi-kisi (grid) kawat (ohm)
- $\rho$  = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)
- L = Panjang total grid kawat (m)
- d = Diameter kawat (m)
- Z = Kedalaman penanaman (m)
- A = Luasan yang dicakup oleh grid (m<sup>2</sup>)



Gambar 2.4 Elektroda Pita

### 2.11.3 Elektroda Plat

Elektroda plat adalah elektroda dari plat logam. Cara pemasangannya adalah tegak lurus dengan kedalaman kira-kira 1 meter di bawah permukaan tanah dihitung dari sisi plat sebelah atas.



Gambar 2.5 Elektroda Plat

Rumus (2.3) merupakan tahanan pentanahan untuk elektroda bentuk plat sebagai berikut :

$$R = \frac{\rho}{\pi L} \left[ \ln \frac{8W}{0,5W+T} \right] - 1 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

- R = Tahanan pentanahan elektroda pita (ohm)
- $\rho$  = Tahanan jenis tanah (ohm-meter)
- L = Panjang elektroda pelat (m)
- W = Lebar pelat (m)
- T = Tebal pelat (m)

## 2.12 Jenis Bahan dan Ukuran Elektroda

Bahan yang digunakan untuk elektroda pentanahan adalah tembaga, baja berlapis seng atau baja berlapis tembaga. Untuk keadaan khusus, misalnya pabrik kimia, diperlukan bahan lain yang lebih tahan korosi.<sup>6</sup>

Berikut ini adalah tabel yang memuat ukuran-ukuran elektroda pentanahan yang umum digunakan dalam sistem pentanahan.

<sup>6</sup> E. Setiawan, dkk, 1992, *Instalasi Listrik Arus Kuat Jilid*. (Jakarta : Binacipta) Hal 240

Tabel 2.2 Ukuran Minimum Elektroda Bumi

No	Jenis Elektroda	Bahan Jenis Elektroda		
		Baja digalvanasi dengan proses pemanasan	Baja berlapis tembaga	Tembaga
1	Elektroda Pita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pita baja 100 mm<sup>2</sup> setebal minimum 3 mm</li> <li>• Penghantar pilin 95 mm<sup>2</sup> (bukan kawat halus)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 mm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pita tembaga 50 mm<sup>2</sup> tebal minimum 2 mm</li> </ul>
2	Elektroda Batang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipa baja 25 mm</li> <li>• Baja profil (mm)</li> <li>• Batang profil lain yang setaraf</li> </ul>	Baja berdiamete r 15 mm	
3	Elektroda Plat	Pelat besi tebal 3 mm luas 0,5 m <sup>2</sup> sampai 1 m <sup>2</sup>		Pelat tembaga tebal 2 mm luas 0,5 m <sup>2</sup> sampai 1 m <sup>2</sup>

### 2.13 Standarisasi Tahanan Pentanahan

Seperti yang diketahui bahwa tahanan pentanahan suatu sistem harus bernilai yang sekecil-kecilnya. Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000 menyatakan bahwa nilai tahanan pentanahan untuk sebuah instalasi listrik ialah maksimal 5 ohm. Bila tahanan terukur masih tinggi, maka panjang *grounding rod* harus ditambah supaya lebih dalam. Akan tetapi dalam penjelasan PUIL 2000, “jika daerah yang mempunyai tahanan jenis tanah dengan nilai tahanan tinggi, tahanan *grounding*-nya boleh mencapai maskimal 10 ohm”.<sup>8</sup>

### 2.14 Error atau Selisih Pengukuran Tahanan Pentanahan

<sup>8</sup> Joko Wardiyanto, 2015, *Pemeliharaan Sistem Kelistrikan*. (Yogyakarta : PT. Skripta Media Creative) Hal 46

Untuk mengetahui hasil pengukuran dan hasil perhitungan tahanan pentanahan perlu dibandingkan untuk kemudian dicari selisih diantara keduanya per masing-masing skema pengukuran.

Perbandingan antara nilai perhitungan dan nilai hasil pengukuran penulis sajikan dalam bentuk *persentase* (%) yang menggambarkan seberapa besar selisih antara nilai tahanan pentanahan sebenarnya (hasil perhitungan) dan nilai yang didapatkan dari variasi skema pengukuran. Untuk mendapatkan *persentase* selisih atau *error* pengukuran digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase selisih (\%)} : \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{hasil perhitungan}}{\text{nilai perhitungan}} \times 100\%$$