

STUDI PEMBUMIAN PERALATAN DAN SISTEM INSTALASI LISTRIK PADA GEDUNG KANTOR BICTPT. PELINDO I (PERSERO) BELAWAN

Oleh:

Thamrin Siahaan¹⁾, Sedrianus Laia²⁾
Universitas Darma Agung, Medan^{1,2)}

E-Mail :

thamrinms@gmail.com¹⁾, sedrianus@gmail.com²⁾

ABSTRACT

There are various consequences of the use of the electric power, namely the presence of electric shock or shock to humans, as well as fainting and death and also damage to various other electrical equipments causing a fire. One of the efforts made by humans in preventing the danger caused by the electric current is to make a neutral earthing from the electric power source and earthing on the electrical equipment. So, this earthing is to avoid interference with the electric power source and to avoid high touch voltage on the electrical equipment used. In making earthing equipment or neutral earthing in an electrical installation, what must be considered is the resistance of the earthing electrodes as small as possible and should not be more than 5 Ohms.

Keywords: *Electrodes, Earthing, Electrical Equipment*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan tenaga listrik dewasa ini menunjukkan suatu perkembangan yang terus meningkat, sebab penggunaan tenaga listrik sangat luas, mulai dari industri sampai pada konsumen, sebagai penerangan di rumah-rumah dan jalan raya. Disamping dapat memenuhi kebutuhan manusia, listrik juga sering merugikan manusia akibat terkejut karena terkena aliran listrik dan bahkan meninggal dunia.

Gedung yang megah dengan berbagai arsitektur mewah belum menjamin terciptanya suasana nyaman bila tidak didukung oleh instalasi listrik yang baik. Resiko kebakaran, boros listrik, dan suasana yang tidak nyaman jika instalasi listriknya asal jadi. Kebakaran dapat terjadi karena hubungan singkat ataupun karena kabel yang digunakan tidak memenuhi syarat. Arus yang berlebihan dapat menyebabkan kabel terbakar. Tidak adanya sistem pentanahan (*grounding system*) juga menjadi salah satu pemicu. Untuk itu diperlukan perancangan instalasi listrik yang baik dan ekonomis, khususnya untuk kabel instalasi listrik dan sistem pentanahan [1].

Salah satu usaha yang dilakukan manusia untuk mencegah bahaya listrik adalah membuat pembumian dari peralatan listrik dengan terlebih dahulu melakukan pembumian dibagian netral agar pembumian peralatan listrik dapat berfungsi dengan baik. Adapun pengertian pembumian secara umum adalah melakukan koneksi sirkuit atau peralatan ke bumi. Dengan adanya sistem pentanahan maka keandalan sistem untuk pemanfaatannya daya listrik dapat terjamin dengan baik. Sistem pentanahan atau pembumian yang kurang baik dapat menyebabkan penurunan kualitas tenaga listrik.

Ilmu pentanahan sering kali diabaikan, padahal sistem pentanahan ini sangat penting karena dapat melindungi peralatan listrik dan manusia. Sistem pentanahan dapat dihitung berdasarkan besarnya tahanan yang didapat melalui pengukuran.

PT. Pelindo 1 (Persero) Belawan adalah Badan Usaha Milik Negara Indonesia yang bergerak dibidang jasa kepelabuhan. Penelitian dilakukan di Gedung Kantor Belawan International Container Terminal (BICT) dimana sebelumnya di kantor ini telah ada sistem instalasi listriknya. Namun dalam penelitian ini dilakukan pengujian dan pengukuran tahanan pentanahan pada bagian elektroda untuk memastikan kelayakan dari pada pembumian peralatannya dan dapat berfungsi dengan baik. Pengukuran tersebut dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Earth Tester*.

Earth Tester adalah alat untuk mengukur nilai resistansi dari grounding. Dengan menggunakan alat ini hasil pengukuran yang didapat lebih akurat. Selain itu dalam sistem pembumian dibutuhkan suatu elektroda yang baik untuk dapat mempengaruhi efektifitas hantaran arus bocor yang akan di salurkan ke tanah.

1.1. Sistem Pembumian

Dalam sistem pembumian, terlebih dahulu kita ketahui bahwa sistem adalah sekelompok komponen dan elemen yang digabungkan menjadi satu untuk mencapai tujuan tertentu [3].

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 (shock), dan mengamankan komponen-komponen instalasi agar dapat terhindar dari bahaya arus dan tegangan asing, serta perangkat dapat beroperasi sesuai dengan ketentuan teknis yang semestinya.

1.2. Pengertian Pembumian

Pembumian adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga dari lonjakan arus listrik, dan

sistem pembumian atau grounding sistem ini digambarkan sebagai hubungan antara suatu peralatan atau sirkit listrik dengan bumi. Dengan adanya sistem pembumian ini maka keandalan sistem untuk pemanfaatan daya listrik dapat terjamin dengan baik.

Fungsi pembumian atau pentanahan adalah untuk mengalirkan arus gangguan kedalam tanah melalui suatu elektroda pentanahan yang ditanam dalam tanah bila terjadi gangguan, disamping itu pentanahan juga berfungsi sebagai pengaman baik bagi manusia maupun peralatan dari bahaya listrik.

Sampai kira-kira 1910, sistem-sistem tenaga listrik tidak diketanahkan. Hal itu dapat dimengerti karena pada waktu itu sistem-sistem tenaga listrik masih kecil jadi, bila ada gangguan fasa ketanah arus gangguan masih kecil dan biasanya masih kurang dari 5 Ampere.

Pada saat sistem tenaga listrik masih dalam skala kecil, gangguan hubung singkat ke tanah pada instalasi tenaga listrik tidak merupakan suatu masalah yang besar. Hal ini dikarenakan bila terjadi gangguan hubung singkat fasa ke tanah arus gangguan masih relatif kecil (lebih kecil dari 5 Amper), sehingga busur listrik yang timbul pada kontak-kontak antara fasa yang terganggu dan tanah masih dapat padam sendiri. Tetapi dengan semakin berkembangnya sistem tenaga listrik baik dalam ukuran jarak (panjang) maupun tegangan, maka bila terjadi gangguan fasa ke tanah arus gangguan yang timbul akan besar dan busur listrik tidak dapat lagi padam dengan sendirinya. Timbulnya gejala-gejala busur listrik ke tanah (*arching ground*) sangat berbahaya karena menimbulkan tegangan lebih transient yang dapat merusak peralatan.

Oleh karena itu mulai 1910-an pada saat mana sistem-sistem tenaga relatif mulai besar, sistem-sistem itu tidak lagi dibiarkan terapung yang dinamakan *sistem delta*, tetapi titik netral sistem itu diketanahkan melalui tahanan atau reaktansi [4].

Tujuannya pada pembumian yaitu:

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 atau penghantar dan bumi.

1.3 Macam-Macam Sistem Pentanahan

1. Sistem pentanahan titik netral (*Neutral Grounding System*)

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

Sistem pentanahan titik netral bertujuan untuk:

- a. Menghilangkan gejala-gejala busur api pada suatu sistem.
- b. Membatasi tegangan pada fasa yang tidak terganggu (pada fasa yang sehat).
- c. Meningkatkan keandalan (*reability*) pelayanan dalam penyaluran tenaga listrik.

- d. Mengurangi atau membatasi tegangan lebih transient yang disebabkan oleh penyalaan bunga api yang berulang-ulang (*retrike ground fault*).

2. Sistem pentanahan peralatan (*Grounding Equipment*)

Sistem pentanahan peralatan adalah pentanahan yang menghubungkan body atau kerangka bagian dari peralatan listrik terhadap titik grounding (tanah), dimana pentanahan ini pada kerja normal tidak dilalui arus. Sistem pentanahan atau pembumian peralatan ini juga tidak jauh beda dengan sistem pentanahan titik netral dimana keduanya sama-sama membuang arus atau tegangan lebih ke bumi melalui elektroda pentanahan.

Pembumian peralatan bertujuan mengamankan badan peralatan pada saat kerja tidak normal atau terjadi gangguan yang seakan-akan badan peralatan tersebut bertegangan yang diakibatkan oleh sambaran petir atau jebolnya isolasi pada suatu penghantar atau tersentuhnya badan peralatan pada suatu konduktor yang bertegangan sehingga badan peralatan tersebut dialiri oleh arus dan bertegangan tentu berbahaya bagi manusia, untuk itu harus diadakan pembumian. Bagian-bagian yang ditanahkan pada sistem pentanahan peralatan yaitu:

- a. Semua bagian instalasi yang terbuat dari logam (menghantar listrik) dan dengan mudah disentuh manusia. Hal ini perlu agar potensi dari logam yang mudah disentuh selalu sama dengan potensial tanah (bumi) tempat manusia berpijak sehingga tidak berbahaya bagi manusia yang menyentuhnya.
- b. Bagian pembuangan muatan listrik (bagian bawah) dari *lightning arrester*. Hal ini diperlukan agar *lightning arrester* dapat berfungsi dengan baik, yaitu membuang muatan listrik yang diterimanya dari petir ke tanah (bumi) dengan lancar.
- c. Titik netral dari transformator dan titik netral dari generator. Hal ini diperlukan dalam kaitan keperluan proteksi khususnya yang menyangkut gangguan hubung tanah.

1.4 Tahanan Pembumian

Yang dimaksud dengan tahanan pembumian adalah jumlah dari tahanan elektroda pembumian dan tahanan hubungan tanah. Dapat juga dikatakan jumlah tahanan yang terjadi pada hantaran yang menghubungkan bagian instalasi yang ditanahkan dengan elektroda tanah ditambah dengan tahanan yang terjadi antara elektroda pembumian dengan tanah.

Pembumian juga tidak hanya untuk sirkit listrik saja, melainkan seluruh sirkit atau instalasi yang dibumikan disebut juga pembumian (*grounding*, *arde*, *pentanahan*). Nilai standar mengacu pada Peraturan Umum Instalasi Listrik atau PUIL 2000 (peraturan yang sesuai dan berlaku hingga saat ini) yaitu kurang dari 5 (lima) ohm. Dijelaskan bahwa nilai sebesar 5 ohm merupakan nilai maksimal atau batas tertinggi dari hasil resistansi pembumian (*grounding*) yang masih ditoleransi. Nilai yang berada pada range 0 ohm – 5

ohm adalah nilai aman dari suatu instalasi pembumian grounding.

Tahanan pentanahan harus memenuhi syarat yang diinginkan untuk suatu keperluan pemakaian elektroda yang ditanam dalam tanah yaitu harus bahan konduktor yang baik, tahan korosi, cukup kuat, dan elektroda harus mempunyai kontak yang baik dengan tanah sekelilingnya [5].

Sedangkan yang dimaksud dengan elektroda pembumian adalah penghantar yang ditanam dalam bumi dan membuat kontak langsung dengan bumi. Elektroda pembumian umumnya digunakan pada instalasi rumah-rumah dan gedung-gedung. Untuk rumah-rumah pedesaan kedalaman elektroda pembumian bisa 1,5 meter dan tergantung dari kondisi tanahnya dan untuk bangunan atau gedung kedalaman elektroda mulai dari 1,5 sampai 6 meter tergantung dari kondisi tanahnya dimana elektroda ditanahkan.

1.5 Macam-Macam Pembumian Elektroda

Menurut Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000 ayat 3.18.2, jenis elektroda pembumian diantaranya:

1. Pembumian dengan elektroda batang
2. Pembumian dengan elektroda pelat
3. Pembumian dengan elektroda pita atau strip

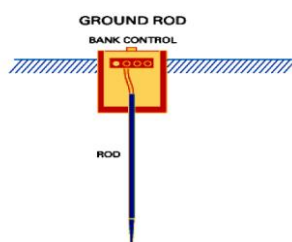
1.5.1 Pembumian dengan Elektroda Batang

Elektrode batang ialah elektrode dari pipa besi, baja profil, atau batang logam lainnya yang dipancangkan ke dalam tanah [6].

Pembumian dengan menggunakan elektroda batang yang mana pembumiannya ditanam secara vertikal atau tegak lurus ke dalam tanah. Pembumian jenis ini paling banyak digunakan karena mempunyai keuntungan jika dibandingkan dengan menggunakan jenis elektroda yang lain yaitu :

1. Elektroda batang memiliki harga yang terjangkau dan murah serta tidak membutuhkan biaya yang banyak.
2. Pemasangan mudah, cukup dipukul dengan pemukul atau dibuat lubang terlebih dahulu dengan bor.
3. Mudah dipasang, cukup menghubungkan keujung elektroda dipermukaan tanah yang keluar.
4. Jika besar tahanan tanah yang dibutuhkan kurang, maka tinggal memparalelkan elektroda batang lainnya didekatnya.

Elektroda batang yang sering dipergunakan pada umumnya yang mempunyai ukuran diameter ½ inci sampai 2 inci.



Gambar 1. Elektroda batang

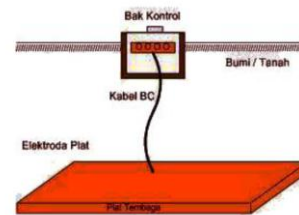
1.5.2 Pembumian Dengan Elektroda Pelat

Elektroda pelat terbuat dari besi baja atau tembaga yang berbentuk segi empat, ditanam vertikal dalam tanah. Ukuran pelat yang biasa dipakai adalah:

1. Ukuran pelat elektroda 60 x 60 Cm.
2. Tebal pelat dari besi 6,30 mm dan tembaga 3,15 mm.

Pembumian dengan menggunakan elektroda pelat sudah jarang dipakai karena tidak menguntungkan antara lain :

1. Harga elektroda pelat cukup mahal.
2. Mudah berkarat (dilapis).
3. Kurang praktis, dimana waktu pengecekan harus digali lubang terlebih dahulu atau penggalian kembali.

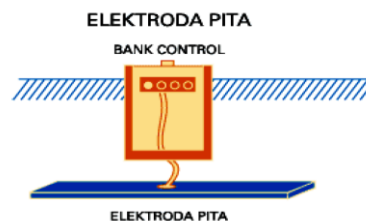


Gambar 2. Elektroda Plat

1.5.3 Pembumian dengan Elektroda Pita atau Strip

Elektroda pita sering juga disebut elektroda pipa yang berbentuk lempengan pelat tipis, kecil dan panjang. Bahan yang dipakai biasanya dari tembaga yang berbentuk I "X" mempunyai bentuk memanjang dengan caramelingkar dan ditanam pada kedalaman sampai 1 meter dari permukaan tanah.

Untuk memperoleh tahanan yang rendah biasanya diusahakan dengan elektroda yang paling panjang. Elektroda jenis ini sering dipakai pada tempat yang mempunyai tahanan tanah yang jenisnya tinggi, terutama pada tanah yang banyak mengandung batu-batuan dimana penempatan elektroda jenis batangan, pilar kurang praktis untuk digunakan.



Gambar 3. Elektroda pita atau Strip

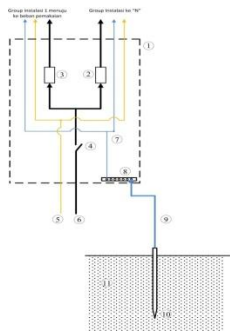
1.6 Jenis Elektroda yang Dipergunakan Pada Pembumian Peralatan di Gedung Kantor BICT

Jenis elektroda yang dipergunakan dalam instalasi pembumian di Gedung kantor BICT (Belawan International Container Terminal) PT Pelindo I

(Persero) Belawan adalah elektroda batang yang terbuat dari campuran kuningan dan tembaga.

Untuk pembumian elektroda batang pada umumnya berbentuk pipa atau elektroda batang dengan panjang 3 meter. Dalam pemasangan instalasi listrik biasanya elektroda pembumian ditanamkan didalam tanah secara tegak (vertikal) dengan ujung atas terbenam kira-kira 25 cm dari permukaan tanah.

Letak elektroda didalam tanah harus diusahakan sedekat mungkin dengan tempat dimana akan diletakkan KWH meter atau kas sekring sependek mungkin, sehingga hambatan kawat dapat dibuang sekecil mungkin. Letak elektroda pembumian didalam instalasi listrik dapat dilihat pada gambar gambar 4.



Gambar 4. Sistem Instalasi Pembumian Elektroda

2 METODE PENELITIAN

2.1. Tujuan Pembumian Netral Generator

Dari pengalaman-pengalaman pada sistem yang tidak dibumikan banyak motor-motor listrik dalam instalasi industri mengalami kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh tegangan lebih yang timbul karena terjadinya busur listrik.

Untuk mencegah terjadinya tegangan lebih tersebut maka generator atau sistem tenaga listrik ditanahkan

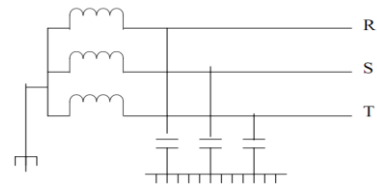
Biasanya dilakukan pentanahan secara langsung yang sangat efektif untuk membatasi tegangan fasa ke tanah maksimum, juga beban-beban yang terpasang diantara fasa dan netral tetap dapat dilayani tanpa menimbulkan bahaya tegangan antara netral dengan tanah pada saat mengalami gangguan tanah.

Adapun tujuan pembumian netral antara lain adalah :

1. Untuk mengurangi kerusakan pada titik gangguan.
2. Untuk membatasi tegangan lebih transien..
3. Mendeteksi dengan peka terhadap kerusakan titik netral.
4. Menstabilkan titik netral yaitu menjaga supaya titik netral berada pada didekat potensial tanah.

Metode pembumian netral yang digunakan di Gedung Kantor BICT (Belawan International Container Terminal) adalah pembumian netral secara langsung, sebab pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) yang dipergunakan menggunakan generator sistem hubung bintang.

Pembumian netral secara langsung dapat dilakukan seperti gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian ekuivalen pembumian netral secara langsung

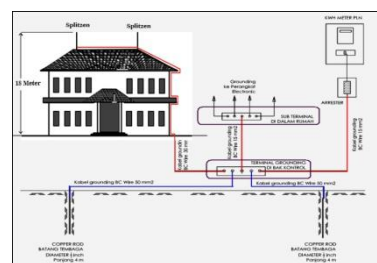
Pembumian netral secara langsung adalah sistem yang netralnya ditanahkan secara langsung atau tanpa impedansi, bila terjadi gangguan fasa ke fasa maka gangguan tersebut harus diisolir dengan membuka pemutus tenaga atau alat proteksi dapat bekerja saat terjadi gangguan.

Salah satu tujuan dengan pembumian netral secara langsung adalah untuk membatasi tegangan dari fasa-fasa yang tidak terganggu bila terjadi gangguan fasa ke tanah. Pembumian netral secara langsung biasanya digunakan pada sistem yang bertegangan rendah (0 – 600 V), dan bisa juga digunakan pada sistem bertegangan menengah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

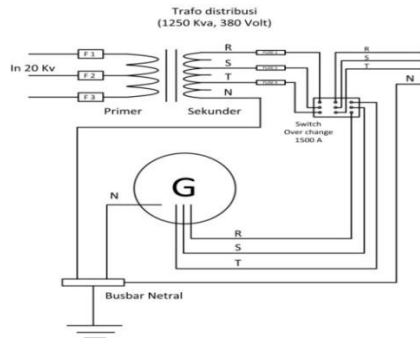
3.1 Sistem Instalasi Pembumian Pada Gedung Kantor BICT PT. Pelindo I (Persero) Cabang Belawan

Sistem instalasi atau biasa disebut sebagai grounding adalah sistem pengamanan terhadap perangkat-perangkat yang mempergunakan listrik sebagai sumber tenaga, dari lonjakan listrik, petir. Pada gambar 6 tampak sistem instalasi pembumian yang ada pada pada gedung kantor BICT PT. Pelindo I (Persero) Cabang Belawan.

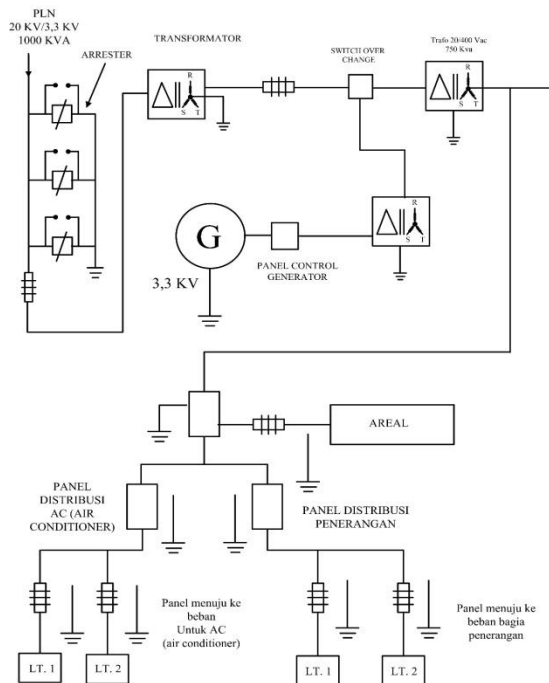


Gambar 6. Sistem instalasi pembumian pada gedung kantor BICT PT. Pelindo I (Persero) Cabang Belawan

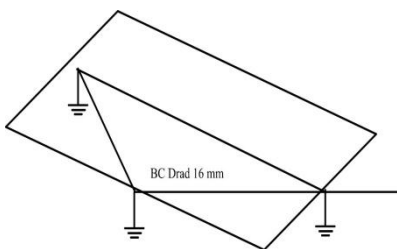
Rangkaian pembumian netral pada pembangkit listrik secara diesel (PLTD) digunakan di Gedung Kantor BICT (Belawan International Container Terminal).



Gambar 7. Rangkaian pbumian netral di BICTPT.Pelindo I (Persero) Belawan



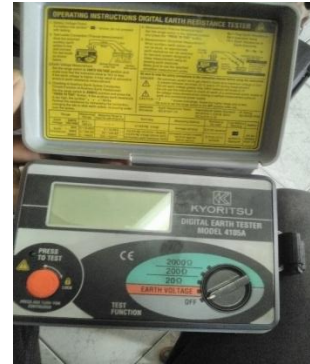
Gambar 8. Diagram satu garis pbumian sistem kelistrikan pada Gedung kantor BICT PT. Pelindo 1 (Persero) Cabang Belawan.



Gambar 9. Rangkaian pemasangan elektroda pada Gedung Kantor BICT

a. Pengukuran Tahanan Pbumian Elektroda

Dalam melakukan pengukuran tahanan pbumian pada elektroda yang telah terpasang maka dibutuhkan suatu alat yaitu *Earth tester* sebagai alat instrumen atau acuan dalam melakukan pengukuran tahanan elektroda pbumian.



Gambar 10. Gambar earth tester digital

Untuk menentukan besar tahanan elektroda dapat menggunakan rumus berikut ini.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{2L}{a}$$

Besar tahanan pada lokasi pbumian di gedung kantor BICT dimana diketahui:

- L= Panjang elektroda 3 meter
- a = diameter elektroda 1,5cm = 0,015 m
- ρ = tahanan jenis tanah 6 ohm-m

maka:

$$\begin{aligned} R &= \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{2L}{a} \\ R &= \frac{6}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \ln \frac{2 \cdot 3}{0,015} \\ &= \frac{6}{18,84} \ln \frac{6}{0,015} \\ &= \frac{6}{18,84} \ln 400 \\ &= 0,0318 \cdot 5,99 \\ &= 0,0318 \Omega \end{aligned}$$

Jadi harga tahanan elektroda pbumian adalah 0,0318 Ohm.

Untuk mengetahui tahanan jenis tanah pada beberapa hasil pengukuran tahanan elektroda pbumian di BICT maka berikut rumus perhitungannya.

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

1. Data (1): $R = 2,50 \Omega$
 $L = 2 \text{ m}$
 $a = 1,5 \text{ cm (0,015 m)}$
 diminta : $\rho 1 = \dots\dots?$
 Jawab : $R = \frac{\rho 1}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$
 $2,50 = \frac{\rho 1}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \left(\ln \frac{4 \cdot 2}{0,015} - 1 \right)$
 $2,50 = \frac{\rho 1}{12,56} \left(\ln 5333 - 1 \right)$
 $2,50 = \frac{\rho 1}{12,56} \cdot 8,58 \rho 1$

$$31,4 = 8,58 \rho_1$$

$$\rho_1 = \frac{31,4}{8,58}$$

$$\rho_1 = 3,6597 \Omega\text{-m}$$

2. Data (2): $R = 1,93 \Omega$

$$L = 3 \text{ m}$$

$$a = 1,5 \text{ cm (0,015 m)}$$

Diminta = $\rho_1 \dots\dots\dots?$

$$\text{Jawab : } R = \frac{\rho_1}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$

$$1,39 = \frac{\rho_1}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{4 \cdot 3}{0,015} - 1 \right)$$

$$1,39 = \frac{\rho_1}{18,84} (\ln 800 - 1)$$

$$1,39 = \frac{\rho_1}{18,84} 6,68$$

$$36,3612 = 6,68 \rho_1$$

$$\rho_1 = \frac{36,3612}{6,68}$$

$$\rho_1 = 5,443 \Omega\text{-m}$$

3. Data (3): $R = 1,06 \Omega$

$$L = 4 \text{ m}$$

$$a = 1,5 \text{ cm (0,015 m)}$$

Diminta : $\rho_1 = \dots\dots\dots?$

$$\text{Jawab : } R = \frac{\rho_1}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right)$$

$$1,06 = \frac{\rho_1}{2 \cdot 3,14 \cdot 4} \left(\ln \frac{4 \cdot 4}{0,015} - 1 \right)$$

$$1,06 = \frac{\rho_1}{25,12} (\ln 1,066 - 1)$$

$$1,06 = \frac{\rho_1}{25,12} 6,97$$

$$1,5072 = 6,97 \rho_1$$

$$\rho_1 = \frac{1,5072}{6,97}$$

$$\rho_1 = 0,216 \Omega\text{-m}$$

4. KESIMPULAN

1. Pembumian diperlukan untuk menghindari tegangan sentuh yang tinggi pada peralatan listrik.
2. Pembumian dapat lebih efektif jika tahanan elektroda yang ditanam dalam tanah adalah rendah, atau semakin baik untuk hantaran arus terhadap bumi dalam gangguan hubung singkat.
3. Untuk memperkecil tahanan pembumian maka dilakukan dengan cara:
 - a. Memparalelkan elektroda
 - b. Menanam elektroda lebih dalam
 - c. Memperbesar elektroda dari pada elektroda
4. Bagian-bagian yang dibumikan adalah :
 - a. Titik netral dari sistem distribusi
 - b. Titik netral dari generator
 - c. Body dari peralatan
5. Sistem pembumian pada gedung kantor BICT PT. Pelindo I (Persero) Belawan yaitu mempergunakan elektroda batang dengan diameter 0,015 meter dan panjang 3-4 meter maka besar tahanan pembumian adalah 1,06 Ohm.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunarno. 2006. Mekanikal elektrikal (lanjutan). Yogyakarta. Andi.
- [2] Wahyu Imam Buhori. 2014. Pengertian Listrik dan Besaran-Besaran Listrik, <http://otak01.blogspot.com/2014/01/pengertian-listrik-dan-besaran-besaran.html>. Diakses 17 Juni 2018.
- [3] Imanudin. 2010. Sistem Pentanahan (pembumian) TitikNetral, <http://teaiman.blogspot.com/2010/09/sistem-pentanahan-pembumian-titik.html>. Diakses pada 10 juli 2018.
- [4] Hutauruk, T.S. 1995. Pengetanahan Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan. Jakarta. Erlangga.
- [5] Orlando I P Ginting. 08 Februari 2014. "Mengapa pembumian listrik dirumah begitu penting?, dan Mengapa kita Membutuhkan Pembumian Listrik (electrical grounding)". <https://orlandoginting.webs.com/apps/blog/show/4137684> diakses 11 juli 2018.
- [6] Panitia Revisi PUIL.Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000).Jakarta.
- [7] Simon patabang. 2016. "Sistem pentanahan" <https://www.slideshare.net/simonpatabang/9-sistem-pentanahan>. Diakses pada 17 juli 2018.