

# SISTEM PENTANAHAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI DI PT.PLN (PERSERO) RAYON MEDAN HELVETIA

Oleh:

Jumari <sup>1)</sup>, Yahya Ginting <sup>2)</sup>, Poniran Tamba <sup>3)</sup>  
Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2,3)</sup>

E-Mail :

[62jumarieska@gmail.com](mailto:62jumarieska@gmail.com) <sup>1)</sup>, [ginting1972@yahoo.com](mailto:ginting1972@yahoo.com) <sup>2)</sup>,  
[poniran@gmail.com](mailto:poniran@gmail.com) <sup>3)</sup>

## ABSTRACT

Electricity systems should be avoided as far as possible from disturbances so that electricity services will not be interrupted to serve the consumers. If the electrical energy service is interrupted, it will result in losses for those producing electrical energy and consumers. Failures to deliver electrical energy from those producing to consumers are caused by natural disturbances, living things, rupture of insulators, lightning strikes and others. To avoid these disturbances, then one of the safeguards is needed with a system using grounding distribution networks and electrical network installations aimed at ensuring human security / safety, preventing the occurrence of overvoltage in disturbed phases, which can cause fires in distribution and installation network equipment. Thus grounding distribution and installation networks are needed to improve the reliability of a system to increase power to consumers.

**Keywords:** *Grounding, Distribution Network, Short Circuit*

## I. PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan utama bagi masyarakat saat ini untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka sehari-hari. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang dapat memberikan pasokan listrik yang baik agar dapat mendistribusikan energi listrik ke seluruh lapisan masyarakat.

PT. PLN (PERSERO) adalah perusahaan yang bertujuan untuk menyelenggarakan usaha penyedia tenaga listrik bagi kepentingan umum dalam jumlah dan mutu yang memadai serta memupuk keuntungan dan melaksanakan penugasan pemerintah di bidang ketenagalistrikan dalam rangka menunjang pembangunan. Kegiatan utama PT. PLN (PERSERO) adalah menjalankan usaha penyediaan tenaga listrik yang mencakup pembangkitan tenaga listrik, penyaluran tenaga listrik dan distribusi tenaga listrik. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 150kV, 220kV atau 500kV 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 ( $I^2 R$ ). 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 induk 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. Sistem distribusi tenaga listrik adalah suatu jaringan tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan.

Sistem pentanahan pada jaringan distribusi digunakan sebagai pengaman langsung terhadap peralatan dan manusia bila terjadinya gangguan tanah atau kebocoran arus akibat kegagalan isolasi dan tegangan lebih pada peralatan jaringan distribusi. Petir dapat menghasilkan arus gangguan dan juga tegangan lebih dimana gangguan tersebut dapat dialirkan ke tanah dengan menggunakan sistem pentanahan.

Sistem pentanahan adalah suatu tindakan pengamanan dalam jaringan distribusi yang langsung rangkaiannya ditanahkan dengan cara mentanahkan badan peralatan instalasi yang diamankan, sehingga bila terjadi kegagalan isolasi, terhambatlah atau bertahannya tegangan sistem karena terputusnya arus oleh alat-alat pengaman tersebut.

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

1. Membuat jalur impedansi rendah ketanah untuk pengamanan personil dan peralatan menggunakan rangkaian yang efektif.
2. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (surgecurrent).

3. Menggunakan bahan tahan terhadap korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah. Untuk meyakinkan kontinuitas penampilan sepanjang umur peralatan yang dilindungi.

4. Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanannya.

Secara umum tujuan dari sistem pentanahan dan grounding pengaman adalah sebagai berikut :

1. Mencegah terjadinya perbedaan potensial antara bagian tertentu dari instalasi secara aman.
2. Mengalirkan arus gangguan ke tanah sehingga aman bagi manusia dan peralatan.
3. Mencegah timbul bahaya sentuh tidak langsung yang menyebabkan tegangan kejut.

### 2.1 Sistem Pentanahan Jaringan Distribusi

Sistem pentanahan pada jaringan distribusi digunakan sebagai pengaman langsung terhadap peralatan dan manusia bila terjadinya gangguan tanah atau kebocoran arus akibat kegagalan isolasi dan tegangan lebih pada peralatan jaringan distribusi. Petir dapat menghasilkan arus gangguan dan juga tegangan lebih dimana gangguan tersebut dapat dialirkan ke tanah dengan menggunakan sistem pentanahan.

Sistem pentanahan adalah suatu tindakan pengamanan dalam jaringan distribusi yang langsung rangkaiannya ditanahkan dengan cara mentanahkan badan peralatan instalasi yang diamankan, sehingga bila terjadi kegagalan isolasi, terhambatlah atau bertahannya tegangan sistem karena terputusnya arus oleh alat-alat pengaman tersebut.

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

1. Membuat jalur impedansi rendah ketanah untuk pengamanan personil dan peralatan menggunakan rangkaian yang efektif.
2. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (surgecurrent).
3. Menggunakan bahantahan terhadap korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah. Untuk meyakinkan kontinuitas penampilan sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
4. Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanannya.

Secara umum tujuan dari sistem pentanahan dan grounding pengaman adalah sebagai berikut :

1. Mencegah terjadinya perbedaan potensial antara bagian tertentu dari instalasi secara aman.
2. Mengalirkan arus gangguan ke tanah sehingga aman bagi manusia dan peralatan.
3. Mencegah timbul bahaya sentuh tidak langsung yang menyebabkan tegangan kejut.

Sistem pentanahan dapat dibagi dua :

1. Pentanahan Sistem (netral) berfungsi :
  - a. Melindungi peralatan / saluran dari bahaya kerusakan yang diakibatkan oleh adanya gangguan fasa ke tanah
  - b. Melindungi peralatan / saluran dari bahaya kerusakan isolasi yang diakibatkan oleh tegangan lebih

c. Untuk keperluan proteksi jaringan

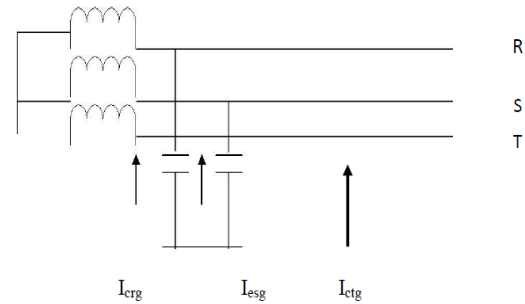
d. Melindungi makhluk hidup terhadap tegangan langkah (step voltage)

2. Pentanahan umum berfungsi :

- a. Melindungi makhluk hidup dari tegangan sentuh
- b. Melindungi peralatan dari tegangan lebih.

### 2.2. Sistem Pentanahan Netral

#### 2.2.1. Sistem Pentanahan Netral Tidak Ditanahkan

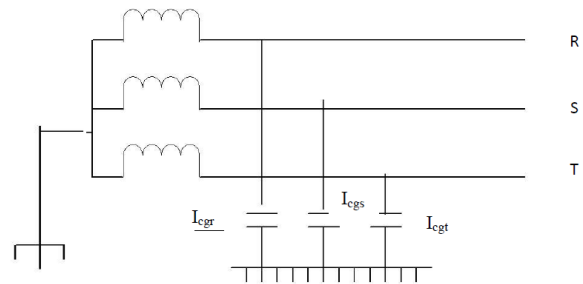


Gambar1. Sistem pentanahan netral tidak ditanahkan

Arus  $I_{ctg}$  yang mengalir dari fasa yang terganggu ketanah, yang mana mendahului tegangan fasa aslinya kenetral dengan sudut  $90^\circ$ . Akan terjadi busur api (arcing) pada titik gangguan karena induktansi dan kapasitansi dari system. Tegangan fasa yang sehat akan naik menjadi tegangan line (fasa-fasa) atau 3 kali tegangan fasa, bahkan sampai 3 kali tegangan fasa.

#### 2.2.2 Pentanahan Netral Langsung

Pentanahan netral yang sederhana dimana hubungan langsung dibuat antara netral dengan tanah.



Gambar 2. Sistem pentanahan netral langsung

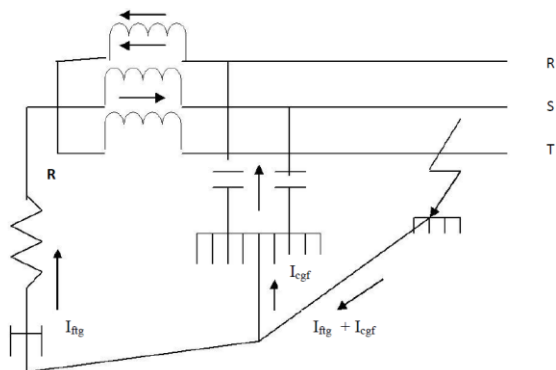
Jika tegangan seimbang, juga kapasitansi fasa ke tanah sama, maka arus - arus kapasitansi fasa tanah akan menjadi sama dan saling berbeda fasa  $120^\circ$  satu sama lainnya. Titik netral dari impedansi adalah pada potensial tanah dan tidak ada arus yang mengalir antara netral impedansi terhadap netral trafo tenaga.

#### 2.2.3 Pentanahan Netral Dengan Tahanan

Untuk membatasi arus gangguan tanah, alat pembatas arus dipasang antara titik netral dengan tanah. Salah satu dari pembatas arus ini adalah tahanan dan tahanan ada dua yaitu metalik dan cair

(liquid). Besar dan hubungan fasa arus gangguan I<sub>fg</sub> tergantung pada - pada harga reaktansi urutan nol dari sumber daya dan harga tahanan dan pentanahan. Arus gangguan dapat dipecah menjadi dua komponen yaitu yang sefasa dengan teggangan ke netral dari fasa terganggu yang lain ketinggalan 90°.

Komponen yang ketinggalan dari arus gangguan I<sub>fg</sub> dalam, fasanya akan berlawanan arah dengan arus kapasitif I<sub>ctg</sub> pada lokasi gangguan. Dengan pemeliharaan harga tahanan pentanahan yang sesuai komponen yang logging dari area gangguan dapat dibuat samaatau lebih besar dari arus kapasitif sehingga tidak ada oscilasi transien karena dapat terjadi di busur api.



**Gambar 3.** Fasa Tegangan Tanah pada Pentanahan Netral dengan Tahanan.

Jika harga tahanan pentanahan tinggi sehingga komponen logging dari arus gangguan kurang dari arus kasitif, maka kondisi sistem akan mendekati sistem netral yang tidak ditanahkan dengan resiko terjadinya tegangan lebih.

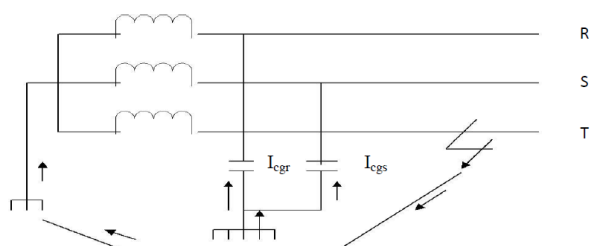
#### 2.2.4 Pentanahan Netral Dengan Raktansi

Suatu sistem dapat dikatakan ditanahkan reatansi bila suatu impendansi yang lebih induktif, disisipkan dalam titik netral trapo (generator) dengan tanah.

Metode ini mempunyai keuntungan dari pentanahan tahanan :

- Untuk arus gangguan tanah maksimum peralatan reaktor lebih kecil dari resistor.
- Energi yang disisipkan dalam reaktor lebih kecil.

Dengan ketiga tegangan fasa yang dipasang seimbang arus dari masing- masing impedansi akan menjadi sama dan saling berbeda fasa 120° satu sama lainnya. Secara konsekuen tidak ada perbedaan pontensial antara titik netral dari suplai trafo tenaga.



**Gambar 4.** Gangguan fasa T ke tanah pada pentanahannetral langsung

### 2.3 Tahanan Jenis Tanah

Faktor keseimbangan antara tahanan pengetanahan dan kapasitansi di sekelilingnya adalah tahanan jenis tanah ( $\rho$ ). Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tidaklah sama. Beberapa faktor yang mempengaruhi tahanan jenis tanah yaitu:

#### 2.3.1 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. 11

**Tabel 1.** Tahanan Jenis Tanah

Tahanan jenis tanah	Tanah rawa	Tanah liat dan ladang	Pasir basah	Kerikil basah	Pasir kerikil kering	Tanah berbatu
Tahanan jenis tanah (ohm)	30	100	200	500	1000	3000

## 2. METODE PELAKSANAAN

Penggunaan energi listrik umumnya selalu menunjukkan gejala yang meningkat. Hal ini tidak bisa dipungkiri lagi, karena tenaga listrik merupakan bentuk energi yang sangat menguntungkan dan sangat membantu manusia dalam menyelenggarakan kehidupannya. Untuk menyalurkan kebutuhan tenaga listrik tersebut dari produsen listrik ke konsumen diperlukan suatu jaringan dan gardu distribusi. Berdasarkan Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN), sistem dapat dikatakan efektif bila drop tegangannya tidak melebihi + 5 % dan - 10 % dari tegangan nominal, rugi - daya dan dari total daya yang disalurkan.

Pada saat terjadi gangguan, arus gangguan yang dialirkan ke tanah akan menimbulkan perbedaan tegangan pada permukaan tanah yang disebabkan karena adanya tahanan tanah. Jika pada waktu gangguan itu terjadi seseorang berjalan di atas switch yard sambil memegang atau menyentuh suatu peralatan yang diketanahkan yang terkena gangguan, maka akan ada arus mengalir melalui tubuh orang tersebut. Pemakaian beban listrik juga banyak dipakai dalam pemasangan lampu penerangan dan peralatan - peralatan listrik lainnya. Akibatnya penambahan beban yang menyebabkan terjadi ketidakseimbangan beban, nilai tahanan pentanahan peralatan sangat besar dan terjadi kelebihan beban (Over load) pada transformator distribusi. Transformator ini bertujuan untuk mensuplai energi listrik, Yaitu :

1. Menganalisa dan menghitung besar tahanan pentanahan transformator distribusi.
2. Menghitung besar arus gangguan pada transformator distribusi.
3. Menghitung besar tegangan sentuh dan tegangan langkah pada transformator distribusi.
4. Menghitung rugi - rugi daya akibat arus netral pada transformator distribusi.

Sistem pentanahan bertujuan untuk mengamankan peralatan - peralatan listrik maupun manusia yang berlokasi di sekitar gangguan dengan cara mengalirkan arus gangguan ke tanah. Salah satu faktor untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang kecil yaitu letak elektroda yang akan ditanam dan kondisi tanah didaerah dimana sistem pentanahan tersebut akan dipasang. Nilai tahanan pentanahan sangat dipengaruhi oleh kedalaman elektroda yang ditanam, jumlah elektroda, jarak antar elektroda, ukuran konduktor dan kondisi tanah dimana elektroda tersebut ditanam. Pemilihan metode pentanahan pada multi transformator menjadi pertimbangan penting dalam sebuah industri yang memiliki tegangan menengah. Hal ini dikarenakan seringnya terjadi gangguan ke tanah serta besarnya arus gangguan satu fasa ke tanah pada masing – masing transformator. Jika terjadi kesalahan dalam pemilihan pentanahan transformator akan menyebabkan kerusakan yang sangat berarti pada peralatan tersebut.

Metode Penelitian Pengumpulan data dilakukan dengan cara :

- a. Survey lapangan untuk mengumpulkan data primer dari transformator distribusi dan pada gedung yang terpasang.
- b. Analisa data - data hasil survey lapangan tentang transformator distribusi dan gedung akan digunakan untuk penghitungan dan analisa pemasangan pengukuran dengan menggunakan persamaan :  
Arus Gangguan Hubung singkat :

$$I_{f\ 1\phi\ (L-G)} = \frac{3Ea}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3R_n}$$

Kenaikan tegangan fasa :

$$\Delta = -E_{ph} \left[ \frac{k-1}{k+2} \right]; \quad V_B = V_C = E_{ph} + \Delta$$

Tegangan sentuh :

$$E_s = (R_k + R_f / 2) \cdot I_k$$

Tegangan langkah :

$$E_l = (R_k + 2 R_f) \cdot I_k$$

Rugi-rugi daya akibat arus netral :

$$P_G = I_G^2 \times R_G$$

Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan standar sistem pentanahan IEC atau SPLN pada transformator distribusi dan gedung. Sekarang ini untuk mengetahui apakah pemasangannya sudah sesuai atau tidak.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun tegangan primer transformator sebesar 20 kV dan tegangan sekunder yang dipakai adalah tegangan tiga fasa 380 volt dan tegangan satu fasa 220 volt. Hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur Earthtester untuk mengukur besar tahanan pentanahan pada transformator distribusi dan gedung baik pentanahan peralatan maupun pentanahan netral serta Tang Amper untuk mengukur tegangan, arus beban. Hasil pengukuran yang diperoleh ditunjukkan dalam tabel 2.

**Tabel 2** Hasil Pengukuran Transformator Distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Medan Helvetia

NO	Uraian	Pengukuran
1	Beban Fasa R	266 A
2	Beban Fasa S	216 A
3	Beban Fasa T	271 A
4	Beban Netral	1,65 A
5	Tegangan Fasa R	388 V
6	Tegangan Fasa R	360 V
7	Tegangan Fasa R	386 V
8	Pentanahan Titik Netral	41 ohm
9	Pentanahan Peralatan	30 ohm
10	Tahanan Jenis Tanah liat (ρ)	100 ohm
11	Impedansi (Z)	12,6 %

#### 4.1 Perhitungan Besar Tahanan Pentanahan Transformator Distribusi

Berdasarkan tabel 2, maka perhitungan besar nilai tahanan pentanahan peralatan pada transformator distribusi menggunakan persamaan

$$R_g = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{4}}$$

$$= \frac{100}{4} \sqrt{\frac{3,14}{4}}$$

$$R_g = 22,15 \text{ ohm}$$

#### 4.2 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Transformator

Perhitungan arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah berdasarkan rumus dan tabel 2, maka perhitungan arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah menggunakan impedansi sebesar 12,6 % atau 0,126 pu.

$$\begin{aligned}
I_{f \ 1\phi \ (L-G)} &= \frac{3E_a}{Z_1+Z_2+ Z_0+ 3R_n} \\
&= \frac{3(1.0)}{j0,126+ j0,126 + j0,126 + 3(41)} \\
&= \frac{3}{\sqrt{(0,376)^2 + (123)^2}} \\
&= \frac{3}{\sqrt{0,1414+15129}} \\
&= \frac{3}{\sqrt{15129,1414}} \\
&= \frac{3}{123} \\
&= 0,024 \text{ ampere}
\end{aligned}$$

$$I_{f \ 1\phi \ (L-G)} = 0,024$$

Maka,

$$\begin{aligned}
I_{f \ 1\phi \ (L-G)} &= I_f \times I_{base} \\
&= 0.024 \times 47,92 \text{ Ampere}
\end{aligned}$$

$$I_{f \ 1\phi \ (L-G)} = 1,15 \text{ Ampere}$$

#### 4.3 Perhitungan Tegangan Fase Sehat

Sambungan netral diketanahkan tanpa impedansi pada sistem transformasi juga bias berguna untuk membatasi atau mencegah naiknya tegangan fase yang sehat, seandainya terjadi gangguan salah satu fase, misal hubung singkat ketanah. Besar kenaikan tegangan saluran jaringan kenetral menjadi sebesar 3 tegangan fase andaikata tanpa adanya sambungan netral dan tanpa impedansi ketanah. Perhitungan kenaikan tegangan pada fase sehat menggunakan persamaan.

$$\begin{aligned}
\Delta &= -0,38 \left[ \frac{k-1}{k+2} \right] \\
&= -0,38 \left[ \frac{47,92-1}{47,92+2} \right] \\
&= -0,38 \left[ \frac{46,92}{49,92} \right] \\
&= -0,38 (0,9399) \\
&= -0,3572 \text{ KV}
\end{aligned}$$

Besar kenaikan tegangan fase sehat diperoleh sebesar -0,3372 kV, maka tegangan pada titik netral adalah :

$$\begin{aligned}
V_B = V_C &= E_{ph} + \Delta \\
&= \sqrt{(0,38)^2 + (-0,3572)^2 - 2(0,38)(-0,3572) \cos 80} \\
&= \sqrt{0,144 + 0,1296 + 0,2736 \times 0,174} \\
&= \sqrt{0,095}
\end{aligned}$$

$$V_B = V_C = 308 \text{ Volt}$$

#### 4.4 Perhitungan Tegangan Sentuh Dan Tegangan Langkah

Perhitungan tegangan sentuh dapat di hitung dengan menggunakan persamaan tegangan langkah, maka persamaan tegangan sentuh sebagai berikut dengan jenis tanah liat ( $= 100 \Omega$ ) :

$$\begin{aligned}
E_L &= \left( R_k + \frac{R_k}{2} \right) \times I_k \\
&= \left( 1000 + \frac{3 \cdot pS}{2} \right) \times \frac{0,116}{\sqrt{e}} \\
&= \left( 1000 + \frac{3 \cdot 100}{2} \right) \times \frac{0,116}{\sqrt{0,75}} \\
&= (1000+300) \times 0,134 \\
&= 1300 \times 0,134 \\
&= 174,2 \text{ Volt}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E_L &= (R_k + 2 R_f) \cdot I_k \\
&= (1000 + 2 (3 \times 100)) \frac{0,116}{\sqrt{t}} \\
&= (1000 + 2 (300)) \frac{0,116}{\sqrt{0,75}} \\
&= (1000 + 600) \times 0,13 \\
&= 1600 \times 0,134 \\
&= 214,4 \text{ Volt}
\end{aligned}$$

#### 4.5 Perhitungan Rugi – Rugi Daya (Losses)

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap - tiap fase pada sisi sekunder trafo (fase R, fase S, fase T) mengalir arus di netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan rugi - rugi daya (*losses*). Perhitungan *Losses* pada penghantar netral trafo ini menggunakan persamaan 6 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
P_N &= I_N^2 \cdot R_N \\
&= (1,65)^2 \times 0,9217 \\
&= 2,51 \text{ Watt}
\end{aligned}$$

Dimana daya aktif trafo :

$$\begin{aligned}
P &= S \times \cos \phi \\
&= 315 \times 0,80 \\
&= 252 \text{ Kw}
\end{aligned}$$

Sehingga, persentase rugi - rugi daya (*losses*) akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo adalah:

$$\begin{aligned}
\% P_N &= P_N / P \times 100\% \\
&= 2,51 / 252 \times 100\% \\
&= 0,632 \%
\end{aligned}$$

Maka rugi-rugi daya (*Losses*) akibat arus netral yang mengalir ke tanah dapat dihitung besarnya dengan menggunakan persamaan (6), yaitu:

$$P_G = I_G^2 \times R_G$$

$$= 1,65^2 \times 41$$

$$= 111,62 \text{ Watt}$$

Berdasarkan pada analisa perhitungan besar nilai pentanahan pada transformator distribusi ditunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Transformator Distribusi

NO	Uraian	Hasil	Standar IEC
1	Tahanan Pentanahan	279,5 Ohm	5 ohm
2	Tahanan Peralatan	0,0465 Ohm	5 ohm
3	Tegangan Sentuh	288,1 Volt	490 V
4	Tegangan langkah	938 Volt	1615 V
5	Arus Gangguan	1,15 A	5 Amper
6	Kenaikan tegangan	308 V	380 volt
7	Rugi – rugi Daya	111,62 watt	500 watt

Berdasarkan tabel 3 diperoleh bahwa hasil perhitungan pada pentanahan transformator distribusi belum memenuhi standar yang dikeluarkan oleh badan standar internasional (IEC) sebesar 5 ohm. Sedangkan pentanahan titik netral pada transformator distribusi memenuhi standar yang dikeluarkan oleh badan standar internasional (IEC) sebesar 5 ohm.

Hasil perhitungan tegangan sentuh dan tegangan langkah yang diperoleh belum memenuhi standar IEC. Serta hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat sudah memenuhi standar IEC (dibawah standar IEC). Sedangkan kenaikan tegangan phasa sehat dan rugi - rugi daya akibat arus netral sudah memenuhi nilai standar dari IEC.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Besar nilai tahanan pentanahan transformator distribusi sebesar 279 ohm.
2. Besar arus gangguan hubung singkat pada transformator distribusi sebesar 1,15 amper.
3. Kenaikan tegangan phasa sehat diperoleh untuk transformator distribusi sebesar 308 volt.
4. Pada transformator distribusi diperoleh tegangan sentuh 288,1 volt dan tegangan langkah sebesar 938 volt.
5. Besar rugi – rugi daya akibat arus netral pada transformator distribusi sebesar 111,62 watt

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.Aris Munandar, Dr, MSc. Dan Susumu Kawahara, Dr. *Teknik Tenaga Listrik II, Transmisi, Distribusi*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- [2] Badan Standarisasi Nasional BSN, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*
- [3] Hutahuruk.T. S, Ir., 1987, *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*, Penerbit Erlangga.
- [4] SPLN 03/1978, *Jaringan Distribusi dengan Sistem Netral Bersama antara JTM dan JTR*, Jakarta.

[5] Andi Sofyan, *Sistem Pentanahan Grid Pada Gardu Induk Pltu Teluk Sirih*, Jurnal Momentum, Vol.14 No.1. Februari.2013

[6] Johari, dkk, *Instalasi Pentanahan Dan Proteksi Gangguan Ke Tanah Pada Pembangkitan Multi Generator Di Sistem Kelistrikan PT.Wilmar Nabati Gresik*, JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1 2012

[7] Julius, Sentosa dkk, *Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi*, Jurnal Teknik Elektro Vol. 6, No. 1, Universitas Petra Jakarta 2006

[8] Marsudi, Djiteng. *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Yogyakarta : Graha Ilmu 2006

[9] Stevenson, William Jr. D, *Analisa Sistem Tenaga Listrik*, Edisi Ke – 4, Penerbit Erlangga, Jakarta 1983

[10] Zuhail, *Dasar Tenaga Listrik*, Penerbit ITB Bandung, 1991.