

ANALISIS PENGAMAN GANGGUAN SATU FASA KETANAH SALURAN TRANSFORMATOR TENAGA PT.PLN (Persero) UPP SUMBAGSEL 2

Raden Ahmad Yani¹, RM. Edy Suherman², Rimbun Parmonangan Manalu³
ray@gmail.com¹

*Dosen Tetap Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang^{1,2}
Alumni Prodi Teknik Elektro Universitas Palembang³*

ABSTRAK

Transformator tenaga merupakan suatu alat listrik yang dapat mengkonversi dan mengubah energy listrik dari suatu rangkaian kerangkaian listrik lainnya melalui gandengan magnet bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, dan berfungsi untuk menyalurkan daya atau tenaga dari tegangan menengah ketegangan rendah atau sebaliknya. Transformator tenaga menggunakan prinsip hukum induksi faraday dan hukum Lorentz dalam menyalurkan tenaga, dimana arus bolak balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet. Dan apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu belitan maka pada kedua ujung belitan tersebut akan menjadi beda potensial. Dalam bidang teknik elektro transformator tenaga digunakan sebagai gandengan impedansi antara sumber dan beban. Kebutuhan beban yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan tenaga listrik semakin besar salah satu faktor yang perlu di perhatikan adalah gangguan pada transformator tenaga baik gangguan satu fasa, dua fasa ataupun tiga fasa. Pada tugas akhir ini dilakukan suatu evaluasi system pentanahan, gangguan satu fasa ketanah, tegangan sentuh satu fasa ketanah, serta setting rele arus lebih pada transformator tenaga gardu induk.

Kata kunci :Gangguan satu fasa ketanah, tegangan sentuh, setting rele

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegagalan transformator daya 10MVA saat mengoperasikan transformator dapat dibagi menjadi dua jenis: kegagalan internal dan kegagalan eksternal. Gangguan internal adalah gangguan yang terjadi di dalam trafo daya itu sendiri, dan gangguan eksternal adalah gangguan yang terjadi di luar trafo daya (di dalam jaringan listrik), tetapi dapat menimbulkan gangguan pada trafo terkait.

Trafo daya 10 MVA merupakan perangkat yang sangat penting dalam distribusi jaringan listrik karena merupakan perangkat yang digunakan untuk mendistribusikan energi listrik langsung ke beban, tegangan menengah dan rendah. Kegagalan umum termasuk kegagalan arus lebih yang dapat menyebabkan gangguan daya, dan kegagalan arus lebih transformator daya 10 MVA adalah kesalahan ground satu fasa untuk mengatasi arus kegagalan besar transformator daya 10 MVA. Ini adalah ukuran dan arus harus menjadi impedansi yang tepat. Ketika fase korsleting ke tanah dan pengaturan relai tercapai sesegera mungkin, relai akan berfungsi dan transformator dapat diperbaiki.

1.2. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan maka tujuan dari penelitian ini adalah menghitung nilai besar kecilnya arus fasa pada saluran transformator 10 MVA di PT. PLN (Persero) upp Sumbagsel 2.

1.3. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang dapat diambil penelitian ini diantaranya yaitu :

1. Dapat mengetahui nilai tegangan sentuh satu fasa ketanah

2. Dapat mengetahui nilai arus gangguan hubung singkat satu fasa ketanah
3. Dapat mengetahui nilai setting rele arus lebih pada saluran transformator tenaga 10 MVA

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menganalisa mengenai gangguan satu fasa ketanah dan setting rele pada saluran transformator listrik energy yang dihasilkan. Studi awal dibatasi pada aliran setting rele tenaga listrik fi Pt.PLN (persero) upp Sumbagsel 2.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Transformator Tenaga

Transformator tenaga 10 MVA merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkantenaga dari tegangan menengahmaupun tegangan rendah. Transformator tenaga 10 MVA pada umumnya ditanahkan pada titik netral, sesuai dengan kebutuhan untuk sistem pengamanan atau proteksi.

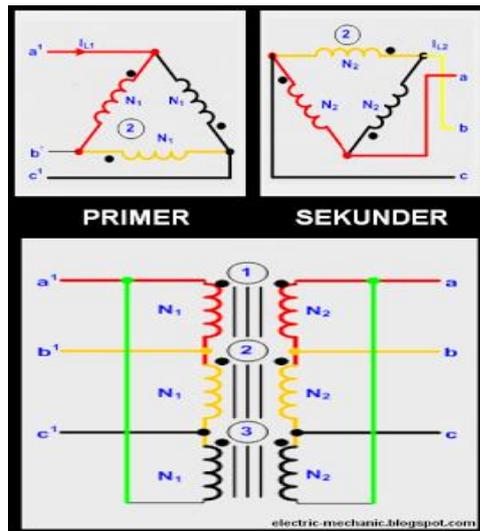


Gambar 2.1 Transformator 3 Fasa

2.2. Hubungan Transformator

- **Transformator Hubungan Segitiga-Segitiga (Δ - Δ)**

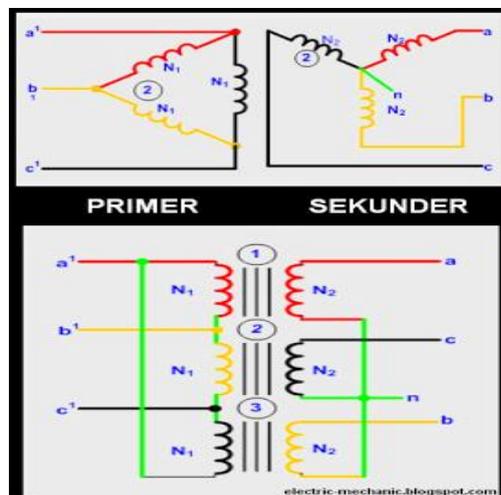
Pada tipe ini, ujung fasa dihubungkan ke ujung netral kumparan lainnya, yang membentuk sambungan segitiga/segitiga secara keseluruhan. Sambungan ini biasanya digunakan pada sistem tegangan rendah dan arus tinggi. Ini terutama digunakan ketika Anda perlu mempertahankan kontinuitas layanan jika terjadi kegagalan fase.



Gambar 2.2 Transformator Hubungan Delta-Delta

- **Transformator Hubungan Segitiga Bintang (Δ -Y)**

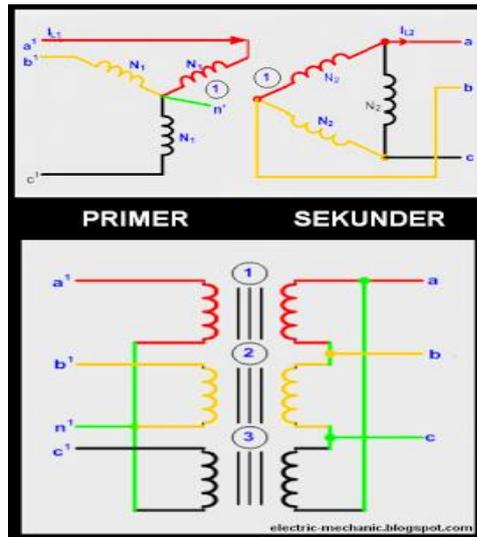
Pada transformator ini Sisi primer transformator dihubungkan dengan delta dan sisi sekunder dihubungkan dengan hubungan bintang, sehingga pada sisi sekunder terdapat titik bintang. Biasanya digunakan untuk menaikkan tegangan pada awal sistem transmisi daya tegangan tinggi. Perbandingan tegangan 3 kali perbandingan lilitan transformator dan tegangan sekunder 30° sebelum tegangan primer.



Gambar 2.3 Transformator Hubungan Delta Bintang

- **Transformator Hubungan Bintang Segitiga (Y- Δ)**

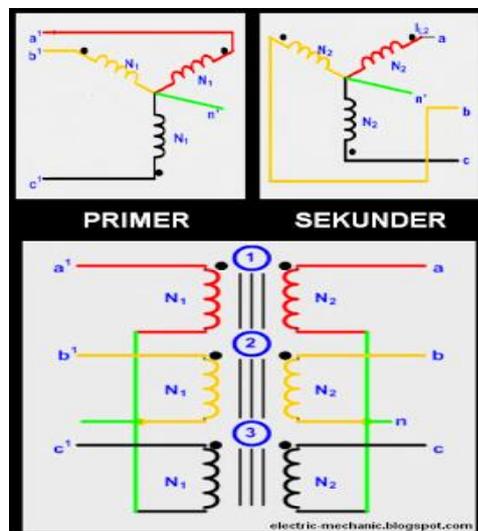
Pada Kumparan dihubungkan dengan bintang di sisi primer dan segitiga di sisi sekunder. Ini biasanya digunakan pada transformator di jaringan listrik (step down) di mana tegangan turun.



Gambar 2.4 Transformator Hubungan Bintang Delta

- **Transformator Hubungan Bintang-Bintang (Y-Y)**

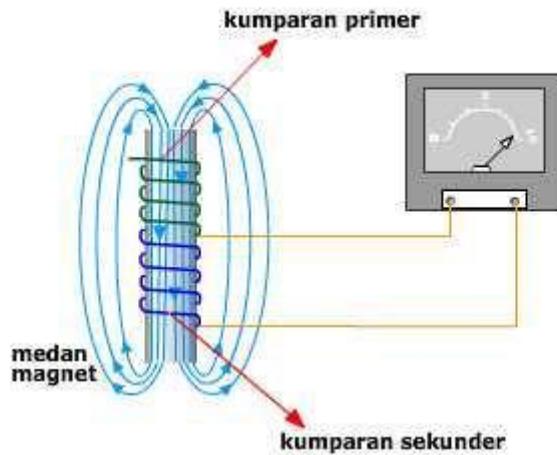
Pada tipe ini, ujung setiap terminal dihubungkan dalam bentuk bintang. Titik netral digabungkan menjadi satu. Jenis sambungan ini lebih ekonomis untuk arus pengenal rendah dari transformator tegangan tinggi.



Gambar 2.5 Transformator Hubungan Bintang-Bintang

2.3 Prinsip Dasar Kerja Transformator

Prinsip kerja ini adalah ketika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan dihantarkan inti besi ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul Gerak Gaya Listrik (GGL) induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (mutual inductance).



Gambar 2.6 Prinsip Kerja Transformator

Untuk mengetahui jumlah lilitan primer dan jumlah lilitan skunder transformator ada dua jenis yaitu:

1. Transformator step up
2. Transformator step down

3. METODE PENELITIAN

3.1 Langkah- langkah Analisa Data

Langkah-langkah yang diambil sebagai bahan analisa adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan Data
Pengambilan data langsung ke tempat objek penelitian. Seperti data, tegangan listrik, transformator daya.
2. Perhitungan Data
Data yang telah diperoleh kemudian dihitung dengan menggunakan rumus-rumus yang berkaitan dengan transformator tenaga listrik.
3. Pembahasan Hasil dan Analisa Data
Dari hasil perhitungan data yang menggunakan rumus-rumus tersebut akan diperoleh suatu informasi yang dapat dibahas dan dapat dianalisis meliputi : perhitungan arus gangguan, kapasitas yang dihasilkan.

3.2 Perhitungan Resistansi Pentanahan

Untuk menghitung resistansi tanah dari berbagai system elektroda, Semua penyataan itu diperoleh dari hubungan $R = \rho.L/A$ dan didasarkan pada asumsi bahwa resistansi tanah seragam pada seluruh tanah, untuk satu batang elektroda yang ditanamkan tegak lurus makadapat ditentukan dengan rumus :

$$R = \frac{\rho}{2.\pi.L} \left[\ln \left(\frac{4L}{d} \right) - 1 \right] \dots \dots \dots (3.7)$$

Dimana :

- R = Tahanan pentanahan elektroda batang (ohm)
- ρ = Tahanan jenis tanah (ohm - m)
- L = Kedalaman penanaman (m)
- d = Diameter pentanahan (m)

4. ANALISA PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi Transformator 10 MVA di PT.PLN (Persero)UPP Sumbagsel 2

Adapun data-data transformator 10 MVA pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.1. Data TransformatorUnindo

NO	Data	Keterangan
1	Merk	Osaka
2	Type	As – 585
3	Try Quency GLRTZ	50
5	Serial Number	5A2281005
6	Coling System	ONAN
7	Fasa	3
8	Temp Rise Oil	53c
9	Manufactured	1979
10	Ambient Temp Max	40c
11	Standard	JEC 168-1966
12	Temp Rise Winding	58 ⁰ C
13	Hubungan	Y-Y
14	Vector group	YNYn0
15	Oil Type	Diala e
16	Tank	3700 kg
17	Oil	7800 kg
18	Made in	Indonesia
19	Kapasitas	10 MVA
20	Impedansi (Z%)	9,5%

Berdasarkan tabel di atas koordinasi tegangan sentuh pada transformator maka perlu dilakukan perhitungan atau pengolahan data untuk mendapatkan nilai impedansi dan arus hubungan singkat, setting rele arus lebih. analisa ini didapatkan data-data transformator 10 MVA yaitu, Tegangan 70/20 atau 68/19, Fasa 3 , frekuensi 50 Hz dan Impedansi 9,5 %.

4.2 Perhitungan Impedansi Transformator

$$\begin{aligned}
 Z_{t1} = Z_{t2} &= Z \times \frac{(kV)^2}{MVA} \\
 &= 9,5 \% \times \frac{70 kV^2}{10 MVA} \\
 &= 0,095 \\
 &= 46,55 \Omega
 \end{aligned}$$

Impedansi transformator urutan positif dan urutan negative tersebut selanjutnya diubah dengan menggunakan persamaan (3.2).

$$\begin{aligned}
 \frac{Z_{t1}(\rho u)}{MVA} &= \frac{46,55}{(20 kv \times \frac{70 kv}{20kv})^2} \\
 \frac{Z_{t1}(\rho u)}{10 MVA} &= \frac{46,55}{(20 kv \times \frac{70 kv}{20kv})^2} \\
 Z_{t1}(\rho u) &= 0,095 \rho u
 \end{aligned}$$

Untuk Impedansi urutan nol dapat menggunakan persamaan (3.3) sehingga didapat hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Z_{t0} &= 10 \times Z_{t1} \\
 &= 10 \times 0,095 = 0,95pu
 \end{aligned}$$

Untuk menghitung arus nominal primer dan sekunder transformator dapat menggunakan persamaan (3.4) dan (3.5).

$$\begin{aligned} I_{NP} &= \frac{KVA}{V_P \cdot \sqrt{3}} \\ &= \frac{10.000 \text{ KVA}}{V_P \cdot \sqrt{3}} \\ &= \frac{10.000 \text{ KVA}}{121,243} \\ &= 82,4789 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{NS} &= \frac{KVA}{V_S \cdot \sqrt{3}} \\ &= \frac{10.000 \text{ KVA}}{V_S \cdot \sqrt{3}} \\ &= \frac{10.000 \text{ KVA}}{34,641} \\ &= 288,67 \text{ A} \end{aligned}$$

4.3 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa Ketanah

$$\begin{aligned} I_{f1}(\text{pu}) &= \frac{3v_f}{Z_0 + Z_1 + Z_2} \\ &= \frac{3.1}{0,95 + 0,095 + 0,095} \\ &= \frac{3}{1,14} = 2,6315 \text{ pu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{sebenarnya}} &= I_f \times I_{NP} \\ &= 2,6315 \times 82,4789 \\ &= 217,0432 \text{ A} \end{aligned}$$

4.4 Perhitungan Tegangan Sentuh Satu Fasa Ketanah

Menghitung gangguan tegangan sentuh satu fasa ke tanah menggunakan persamaan (3.8) dan (3.9).

$$\begin{aligned} U_e &= I \cdot R_{st} \\ &= 217,0432 \times 5,07 \\ &= 1100,40 \text{ V} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} E_{\text{sentuh}} &= 50\% \times U_e \\ &= 50\% \times 1100,40 \\ &= 550,2 \text{ V} \end{aligned}$$

Lalu mencari lamanya gangguan menggunakan persamaan (3.10)

$$\begin{aligned} E_{\text{sentuh}} &= (1000 + 1.5 \rho_s) 0,116 / \sqrt{t} \\ 345,103 &= (1000 + 1.5 (3000)) 0,116 / \sqrt{t} \\ 345,103 &= (5500) 0,116 \sqrt{t} \\ \sqrt{t} &= 0,8 \text{ detik} \end{aligned}$$

4.5 Setting rele arus transformator tenaga lebih sisi 20 KV

Arus nominal transformator sisi 20 KV : 288,67 Ampere
Ratio CT 600 / 5 Ampere

$$\begin{aligned}
 \text{Primer} &= 1,1 \times 288,67 \\
 &= 317,53 \text{ A} \\
 \text{Sekunder} &= 317,53 \times \frac{1}{600/5} \\
 &= 2,64 \text{ A}
 \end{aligned}$$

4.6. Analisa

Dari hasil analisa perhitungan di atas, maka didapatkan nilai tahanan pentanahan menggunakan satu batang elektroda sebesar 5,07 Ohm. Berdasarkan hasil perhitungan nilai tahanan pentanahan lebih besar daripada yang diinginkan karena melebihi kapasitas PLN. Sedangkan di PT.PLN (Persero) UPP Sumbagsel 2 dalam keadaan baik ≤ 1 Ohm.

Sedangkan untuk hasil perhitungan besar arus gangguan hubung singkat satu fasa ketanah sebesar $I_f = 217,0432$ Ampere. Besar tegangan sentuh pada gangguan satu fasa ke tanah adalah 550,2 Volt dan lama gangguannya 0,8 detik dalam keadaan baik, maka tegangan sentuh dapat diizinkan. Untuk setting rele arus lebih pada sisi 20 KV sebesar 317,53 Ampere untuk sisi primer, 2,64 Ampere sisi sekunder. Berdasarkan hasil perhitungan nilai setting rele pada sisi 20 KV lebih kecil dari pada yang terpasang di PLN. Sedangkan setting rele yang terpasang di PT. PLN (Persero) UPP Sumbagsel 2 sebesar 320 Ampere. Maka nilai setting rele yang dihitung dalam keadaan baik.

5. PENUTUP

Dari hasil analisa dan perhitungan diperoleh sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan nilai tahanan pentanahan lebih besar dari pada yang diinginkan karena melebihi kapasitas PLN. Sedangkan di PT.PLN (Persero) UPP Sumbagsel 2 tahanan pentanahan yang terpasang ≤ 1 Ohm.
2. Sedangkan untuk hasil perhitungan besar arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah sebesar $I_f = 217,0432$ Ampere. Besar tegangan sentuh pada gangguan satu fasa ke tanah adalah 550,2 Volt dan lama gangguannya 0,8 detik dalam keadaan baik.
3. Berdasarkan hasil untuk setting rele arus lebih pada sisi 20 KV sebesar 317,53 Ampere sedangkan arus setting rele yang terpasang sebesar 320 Ampere.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hutauruk, T.S. 1986 “*Transmisi Daya Listrik*” Jakarta, Erlangga.
- [2] Hutauruk, T.S. 1999 “*Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*” Jakarta, Erlangga.
- [3] Irfan affandi. 2009 “*Analisa Setting Relai arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah Pada Penyulang Sedewa di GI Cawang*” FT. UI
- [4] Pandjaitan, Bonar. 2012 “*Proteksi Sistem Tenaga Listrik*” Yogyakarta CV. ANDIOFFSET
- [5] Stevenson, Williana, 1996 “*Analisa Sistem Tenaga Listrik*” Jakarta, Erlangga.
- [6] Zuhail, 1977, “*Dasar Tenaga Listrik*” Bandung, ITB