

ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TRAFO 3 DI PT INDOWIRE PRIMA INDUSTRINDO

Syarifuddin Zain¹

Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Telp. (031) 5931800 Faks. (031) 592 7817

E-mail:mochashabulkafi20@gmail.com

ABSTRAK

PT. Indowire Prima Industrindo adalah sebuah perusahaan manufaturing wire system otomotif, kabel mobil, selang mobil dan pelindung mobil, Beban yang terpasang pada perusahaan ini terdiri dari beberapa jenis yang tentunya dapat menimbulkan terjadinya ketidakseimbangan beban . perbedaan beban yang berbeda pada setiap fasa dapat menyebabkan terbuangnya daya pada netral dan gorund transformator. Data pengukuran dilaksanakan pada pagi dan siang hari dengan menggunakan persamaan yang matematis maka hasil analisa menunjukan bahwa, persentase beban pada pagi hari sebesar 21% dengan arus rata rata yang terjadi sebesar 917,6 Ampere dan untuk siang hari persentase beban sebesar 33 % dengan arus rata rata sebesar 1.431,76 Ampere. Ketidakseimbangan beban dipagi hari sebesar 5% dan untuk siang hari sebesar 3%. Rugi rugi daya dinetral 0,56 kW atau 2,1% pada pagi hari dan 7,3 kW atau 2,8 % pada siang hari, sedangkan rugi rugi daya pada ground pada pagi hari sebesar 0,36 kW atau 1,4 % dan pada suang hari sebesar 25,3 kW atau 9,9 %.

Kata kunci : Arus Netral, Ketidakseimbangan Beban, Losses Daya

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendistribusian listrik adalah salah proses penyaluran listrik dari jaringan tegangan tinggi ke tegangan rendah hingga ke masyarakat sekitar. Lain halnya dengan sistem transmisi, pada distribusi listrik tegangan diturunkan menjadi tegangan standart indoneisa yaitu 220/380 V sehingga bisa digunakan untuk penggunaan peralatan listrik. Disisi lain pendistribusian listrik merupakan daya yang langsung terhubung pada beban atau peralatan listrik sehingga jika tidak dilakukan perancangan yang sesuai pada setiap fasa maka akan mengakibatkan ketidakseimbangan beban yang dapat berpengaruh pada transformator distribusi [1].

Kebutuhan listrik di indonesia dari waktu ke waktu akan selalu terjadi peningkatan dikarenakan pertumbuhan sarana dan prasarana dikarenakan meningkatnya jumlah penduduk yang semakin pesat di setiap tahun. Sarana dan prasarana yang dibangun bermacam macam mulai dari sektor industri ataupun sektor rumah tangga. Penyediaan listrik menjadi syarat yang harus dipenuhi oleh PLN sebagai perusahaan listrik di indonesia. Dalam proses pendistribusian listrik terjadi pembagian beban yang tidak sama yang menyebabkan ketidakseimbangan beban. [2].

Ketidakeimbangan pada penyaluran tenaga listrik kepada konsumen merupakan hal yang selalu terjadi, hal ini terjadi karena beban pada setiap fasa berbeda antara fasa satu dengan yang lainnya sehingga dapa menimbulkan arus pada netral transformator. Arus ini yang menyebabkan hilangnya daya atau daya yang terbuang sia sia. Pendistribusian listrik sebelum

disalurkan ke konsumen di salurkan melalui saluran transmisi udara tegangan tinggi (SUTT) 150 kV kemudian di turunkan pada tegangan 20 kV pada transformator distribusi sehingga dapat digunakan pada konsumen pada tegangan rendah yaitu 220 V [3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transformator

Transformator memiliki peran yang penting dalam sistem penyaluran energi listrik dari awal pembangkit sampai ke sebuah industri ataupun rumah tangga. Transformator bekerja secara elektrik magnet yang sangat efisien dalam penyalurkan tegangan dari tegangan satu ke tegangan yang lain, dari tegangan rendah ke tegangan tinggi begitu pula sebaliknya. Pada transformator terdapat lilitan yaitu lilitan pada kumparan primer dan sekunder disesuaikan sesuai dengan kebutuhan untuk menaikkan tegangan atau untuk menurunkan tegangan [1]



Gambar 2. 1 Transformator Distribusi

Gambar 2.1 merupakan transformator distribusi, penggunaan transformator sudah digunakan secara luas pada dunia kelistrikan, seperti digunakan pada pendistribusian listrik ataupun pada perangkat elektronika. Contoh penggunaannya pada sistem pendistribusian listrik seperti menaikkan tegangan untuk transmisi jarak jauh ataupun menurunkan tegangan untuk tegangan rendah, serta pada perangkat elektronika bisa digunakan untuk impedansi. [1].

2.2 Arus Beban Penuh

Daya transformator dapat dirumuskan dengan [4]:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

Dimana :

S = daya pada transformator (kVA)

V = Tegangan primer transformator

I = arus jala jala (A)

Sehingga arus beban puncak pada transformator dapat dirumuskan :

$$I_{fn} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

Dimana :

S = daya pada transformator (kVA)

V = tegangan keluaran transformator (V)

Arus rata rata pada setiap fasa menggunakan persamaan

$$I_{avr} = \frac{I_r + I_s + I_t}{3}$$

Keterangan :

I_r = Arus fasa R (A)

I_s = Arus fasa S (A)

I_t = Arus fasa T (A)

Maka persentase pembebanan dapat di hitung dengan

$$\% \text{Pembelianan} = \frac{I_{rata-rata}}{I_{beban penuh}} \times 100 \%$$

2.3 Persentase Pembebanan

Daya pada transformator dapat dirumuskan dengan persamaan

$$P = 3 \cdot (V) \cdot (I) \cdot \cos \phi$$

Keterangan :

V = Tegangan sekunder (V)

ϕ = Faktor daya

untuk mencari perbedaan ketidakseimbangan beban maka dapat mencari koefisien pada setiap fasa dengan persamaan

$$I_r = a \times (i) \text{ diubah menjadi } a = \frac{I_r}{I}$$

$$I_s = b \times (i) \text{ diubah menjadi } b = \frac{I_s}{I}$$

$$I_t = c \times (i) \text{ diubah menjadi } c = \frac{I_t}{I}$$

Maka dalam keadaan seimbang =1 persentase ketidakseimbangan beban dapat dirumuskan dengan persamaan

$$\frac{[|a-1|+|b-1|+|c-1|]}{3} \times 100\%$$

2.4 Rugi – rugi daya

Ada 2 macam rugi rugi daya pada transformator, diantaranya [2].

Losses pada penghantar netral trafo dirumuskan sebagai :

$$P_n = I_n^2 \times R_n$$

Keterangan

P_n = rugi rugi daya pada netral (Watt)

I_n = Arus netral (A)

R_n = Tahanan penghantar netral (Ω)

Maka persentase rugi rugi netral menggunakan persamaan :

$$\% P_n = \frac{P_n}{P} \times 100\%$$

Sedangkan untuk mencari rugi rugi pada ground menggunakan persamaan :

$$P_g = I_g^2 \times R_g \quad (2.16)$$

Keterangan :

P_g = rugi rugi daya pada ground (Watt)

I_g = Arus pada Ground transformator (A)

R_g = Tahanan penghantar Ground (Ω)

Maka persentase rugi rugi ground menggunakan persamaan

$$\% P_g = \frac{P_g}{P} \times$$

100% (2.17)

Keterangan :

P_g = rugi rugi daya pada penghantar ground (Watt)

P = Daya aktif (kW)

3. Metode

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian bertempat di Jl. Margomulyo Indah No.C-1, Buntaran, Kec.Tandes, Kota SBY, Jawa Timur 60185.



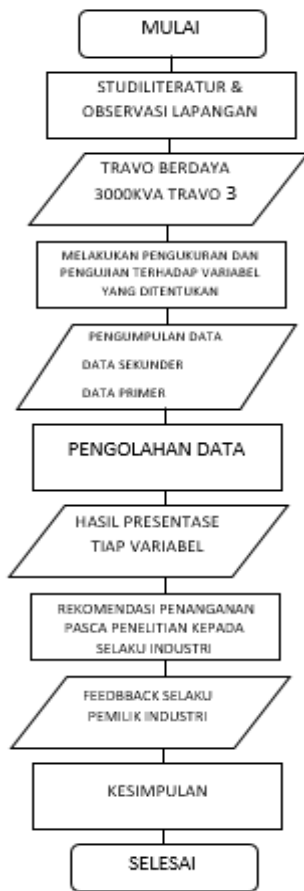
Gambar 3.2 PT. Indowire Prima Industrindo

3.2 Material Yang Digunakan Dalam Penelitian

Pada penelitian ini dibutuhkan peralatan diantaranya :

1. Tang Ampere
2. Multimeter
3. Test Pen
4. Tabel Pengukuran

3.3 Prosedur Pelaksanaan



Gambar 3.1 Prosedur Pelaksanaan

3.4 Metode Pengumpulan Data

Sebelum dilakukan penelitian dilakukan kajian pustaka mengenai penelitian-penelitian sebelumnya tentang ketidakseimbangan beban, baik kajian secara teori ataupun kajian penyelesaian masalah. Penelitian yang dilakukan di PT. Indowire Prima Industrindo bertujuan untuk mengetahui ketidakseimbangan beban yang supaya tidak terjadi kerugian pada saat pendistribusian.

Penelitian dilakukan dengan mengambil data pengukuran tegangan, arus, dan resistansi pada transformator distribusi PT. Indowire Prima Industrindo. Pengukuran pada penelitian ini dilaksanakan dipagi dan siang hari untuk mencari perbandingan ketidakseimbangan yang terjadi.

Selanjutnya dilakukan analisa menggunakan persamaan ketidakseimbangan beban, rugi-rugi daya, dan persentase pembebanan pada transformator distribusi PT. Indowire Prima Industrindo.

Terakhir menyimpulkan apakah ketidakseimbangan yang terjadi pada transformator

distribusi PT. Indowire Prima Industrindo sudah sesuai dengan SPLN yang sudah ditetapkan, dan apabila tidak sesuai dengan SPLN agar dilakukan penyeimbangan beban agar mengurangi rugi rugi yang terjadi pada transformator.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Pengukuran

Tabel 4.1 Data Teknis Trafo

Data Teknis Trafo					
Daya (KV A)	Frekuensi (Hz)	Tegangan (Volt)		Arus (Ampere)	
		Primer	Sekunder	Primer	Sekunder
3000	50	20.000	400	86.60	4330.13

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan Kondisi Pagi Hari

Pengukuran Pada Kondisi Pagi Hari					
Tegangan Fasa - Fasa (Volt)			Tegangan Fasa - Netral (Volt)		
R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
405,9	403,7	402,2	234,3	233,2	233,1

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Arus Kondisi Pagi Hari

Pengukuran Pada Kondisi Pagi Hari						
Pengukuran Beban (Ampere)					Tahanan (Ohm)	
R	S	T	N	G	R _n	R _g
938,1	910,7	905,1	30,5	11	0,6	3

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Tegangan Kondisi Siang Hari

Pengukuran Pada Kondisi Pagi Hari					
Tegangan Fasa - Fasa (Volt)			Tegangan Fasa - Netral (Volt)		
R-S	R-T	S-T	R-N	S-N	T-N
394,8	395,2	393,4	228,5	227,3	227,8

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Arus Kondisi Siang Hari

Pengukuran Pada Kondisi Siang Hari						
Pengukuran Beban(Ampere)					Tahanan (Ohm)	
R	S	T	N	G	R _n	R _g
1493,3	1436,5	1365,5	111	92	0,6	3

4.2 Analisa Pembebanan Trafo

Kawat untuk penghantar netra trafo adalah 50 mm² dengan R = 0,6Ω/km

$$S = 3000 \text{ KVA}$$

$$V = 400 \text{ V}$$

$$IFL = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{3.000.000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 4.330,25 \text{ Ampere}$$

$$I_{rata \text{ pagi}} = \frac{IR + IS + IT}{3} = \frac{938,1+910,7+905,1}{3} = \frac{2.753,9}{3} = 917,96 \text{ Ampere}$$

$$I_{rata \text{ siang}} = \frac{IR + IS + IT}{3} = \frac{1493,3+1436,5+1365,5}{3} = \frac{4.295,3}{3} = 1.431,76 \text{ Ampere}$$

Jadi untuk persentase pembebanan trafo adalah :

1. Pada Kondisi Beban Pagi Hari :

$$\frac{I_{rata \text{ pagi}}}{IFL} \times 100\% = \frac{917,96}{4.330,25} \times 100\% = 21\%$$

2. Pada Kondisi Beban Siang Hari :

$$\frac{I_{rata \text{ siang}}}{IFL} \times 100\% = \frac{1.431,76}{4.330,25} \times 100\% = 33\%$$

Dari perhitungan menggunakan persamaan diatas didapat bahwa persentase pembebanan pada pagi hari sebesar 21% dan pada siang hari sebesar 33 %

4.3 Analisa Ketidakseimbangan Beban

- Pada pagi hari :

$$I_R = a \cdot I_{rata-rata} \rightarrow \text{maka :}$$

$$a = \frac{IR}{I_{rata-rata}} = \frac{938,1}{917,96} = 1,02$$

$$I_S = b \cdot I_{rata-rata} \rightarrow \text{maka :}$$

$$b = \frac{IS}{I_{rata-rata}} = \frac{910,7}{917,96} = 0,99$$

$$I_T = c \cdot I_{rata-rata} \rightarrow \text{maka :}$$

$$c = \frac{IT}{I_{rata-rata}} = \frac{905,1}{917,96} = 0,98$$

maka persentase ketidakseimbangan bebanya adalah sebesar :

$$= \frac{\{|a-b| + |b-1| + |c-1|\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{\{|1,02-1| + |0,99-1| + |0,98-1|\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{\{|0,02| + |0,01| + |0,02|\}}{3} \times 100\% = 5\%$$

- Pada Siang Hari :

$$I_R = a \cdot I_{rata-rata} \rightarrow \text{maka :}$$

$$a = \frac{IR}{I_{rata-rata}} = \frac{1493,3}{1.431,76} = 1,04$$

$$I_S = b \cdot I_{rata-rata} \rightarrow \text{maka :}$$

$$b = \frac{IS}{I_{rata-rata}} = \frac{1.436,5}{1.431,76} = 1$$

$$I_T = c \cdot I_{rata-rata} \rightarrow \text{maka :}$$

$$c = \frac{IT}{I_{rata-rata}} = \frac{1.365,5}{1.431,76} = 0,95$$

maka persentase ketidakseimbangan bebanya adalah sebesar :

$$= \frac{\{|a-b| + |b-1| + |c-1|\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{\{|1,04-1| + |1-1| + |0,95-1|\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{\{|0,04| + |0| + |0,05|\}}{3} \times 100\% = 3\%$$

Dari perhitungan menggunakan persamaan diatas didapat besarnya persentase ketidakseimbangan beban diwaktu pagi sebesar 5% sedangkan diwaktu siang sebesar 3 %

4.4 Analisa Rugi-Rugi Daya

- Pada Pagi Hari :

Rugi rugi daya pada netral sebesar

$$P_N = I_N^2 \times R_N$$

$$= 30,586^2 \times 0,6$$

$$= 935,50 \times 0,6$$

$$= 561,3 \text{ W}$$

$$= 0,56 \text{ kW}$$

Dimana daya aktif pada trafo (P) :

$$P = S \cdot \cos \phi$$

$$P = 3000 \cdot 0,85$$

$$P = 2.550 \text{ kW}$$

Maka persentase rugi rugi pada netral sebesar

$$\%P_N = \frac{P_N}{P} \times 100\%$$

$$\%P_N = \frac{0,56}{2550} \times 100\%$$

$$\%P_N = 2,1 \%$$

Rugi rugi pada ground sebesar :

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

$$P_G = 11^2 \cdot 3$$

$$P_G = 363 \text{ W}$$

$$P_G = 0,36 \text{ kW}$$

Maka persentase rugi rugi pada ground sebesar :

$$\%P_G = \frac{P_G}{P} \times 100\%$$

$$\%P_G = \frac{0,36}{2550} \times 100\%$$

$$P_G = 1,4 \%$$

- Pada Siang Hari :

$$P_N = I_N^2 \times R_N$$

$$= 111^2 \times 0,6$$

$$= 12.321 \times 0,6$$

$$= 7.392,6 \text{ W}$$

$$= 7,3 \text{ kW}$$

Dimana daya aktif pada trafo (P) :

$$P = S \cdot \cos \phi$$

$$P = 3000 \cdot 0,85$$

$$P = 2.550 \text{ kW}$$

Maka persentase rugi rugi pada netral sebesar :

$$\%P_N = \frac{P_N}{P} \times 100\%$$

$$\%P_N = \frac{7,3}{2.550} \times 100\% = 2,8 \%$$

Rugi rugi pada ground sebesar

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

$$P_G = 92^2 \cdot 3$$

$$P_G = 25.392 \text{ W}$$

$$P_G = 25,3 \text{ kW}$$

Maka persentase rugi rugi pada ground sebesar

$$\%P_G = \frac{P_G}{P} \times 100\%$$

$$\%P_G = \frac{25,3}{2550} \times 100\%$$

$$\%P_G = 9,9 \%$$

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Maka kesimpulan yang didapat adalah :

1. Persentase pembebanan Trafo dipagi hari sebesar 21 % dan disiang hari sebesar 33 %
2. Ketidakseimbangan beban yang terjadi pada pagi ahri sebesar 5 % dan pada siang hari sebesar 3 %
3. Losses pada arus netral pada pagi hari sebesar 0,56 kW atau 2,1 % dan pada siang hari sebesar 7,3 kW atau 2,8 %
4. Losses pada ground pada pagi hari sebesar 0,36 kW atau 1,4 % dan pada siang hari sebesar 25,3 kW atau 9,9 %

5.2 Saran

1. Diperlukan pengecekan rutin terhadap beban agar apabila terjadi perbedaan beban yang besar antar fasa bisa di pindahkan ke beban yang lebih kecil agar beban yang terjadi pada transformator seimbang.
2. Melakukan pemeliharaan rutin agar tidak terjadi kerusakan yang fatal pada transformator
3. Pada saat pemeliharaan dan pengecekan rutin pekerja perlu memakai K3 sesuai dengan standart PLN..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Sya'roni and T. Rijanto, "Analisis Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi 20 kV Dan Solusinya Pada Jaringan Tegangan Rendah," *Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 173–180, 2019.
- [2] H. L. Latupeirissa, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses Daya Pada Trafo Distribusi Gardu KP-01 Desa Hative Kecil," *J. Simetrik*, vol. 7, no. 2, p. 2017, 2017.
- [3] J. Sentosa Setiadji, T. Machmudsyah, and Y. Isnanto, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi," *J. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 2, pp. 58–67, 2008, doi: 10.9744/jte.7.2.68-73.
- [4] R. Ruliyanto, "Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Arus Ground pada Trafo 1 dan Trafo 2 pada Beban Puncak Sesaat," *J. Ilm. Giga*, vol. 23, no. 1, p. 27, 2020, doi: 10.47313/jig.v23i1.867.