

ANALISIS PEMERATAAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DARI SISI SEKUNDER TERHADAP PENYALURAN TENAGA LISTRIK DI PT. PLN (PERSERO) UP3 CENGKARENG

Tasdik Darmana^a, Syarif Hidayat^b, Miftahul Hair^c

^{a,b,c}Teknik Elektro, tasdik.darmana@itpln.ac.id, Institut Teknologi PLN

ABSTRACT

The problem in this study is entitled "analysis of load distribution on the transformer from the secondary side to the distribution of electric power at PT. PLN (Persero) UP3 Cengkareng". In accordance with the formulation of the problem in this study, namely finding out how much load is on the distribution transformer BC302 before and after the load equalization analysis is carried out, what is the percentage of load imbalance on the transformer before and after the load distribution analysis is carried out, what are the benefits experienced by PT. PLN (Persero) UP3 Cengkareng after load analysis. The method used in this study is a comparative quantitative method. From the results obtained in this study, with the distribution planning of the BC302 distribution transformer, the power loss due to current in neutral (IN) is 162 A during the day, 6.44 kW before the load is balanced, and 6.289 kW at night 162 A before distribution. kilowatt load, and after the simulated load is balanced, the current flowing to ground is close to 0A. So the more current that flows in the neutral, the greater the power losses.

Keywords: Transformer, Load Inbalanced, Load Equalization.

ABSTRAK

Masalah pada penelitian ini yang berjudul "analisis pemerataan beban pada transformator dari sisi sekunder terhadap penyaluran tenaga listrik di PT. PLN (Persero) UP3 Cengkareng". Sesuai dengan rumusan masalah pada penelitian ini yaitu mencari tahu berapa beban pada trafo distribusi BC302 sebelum dan sesudah dilakukan analisis pemerataan beban, berapa persentase ketidakseimbangan beban pada transformator sebelum dan sesudah dilakukan analisis pemerataan beban, apa manfaat yang dialami PT. PLN (Persero) UP3 Cengkareng setelah analisis beban. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif komparatif. Dari hasil yang didapatkan pada penelitian ini Dengan perencanaan distribusi pembebanan Transformator distribusi BC302 maka rugi daya akibat arus di netral (IN) adalah 162 A pada siang hari, 6,44 kW sebelum di seimbangkan bebannya, dan 6,289 kW pada malam hari 162 A sebelum distribusi beban kilowatt, dan setelah beban simulasi diseimbangkan, arus yang mengalir ke tanah mendekati 0A. Jadi semakin banyak arus yang mengalir pada netral maka rugi-rugi daya akan semakin besar.

Kata Kunci: Transformator, Ketidakseimbangan Beban, Pemerataan Beban.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi yang digunakan dalam masyarakat. Tidak hanya digunakan oleh daerah dan kalangan atas, tetapi juga kalangan menengah ke bawah. Kegiatan di desa didukung oleh ketersediaan listrik. Sistem kelistrikan yang digunakan di seluruh wilayah Indonesia adalah sistem AC tiga fasa. Mengapa Anda suka menggunakan sistem AC tiga fasa? Hal ini dikarenakan daya tiga fasa yang dihidupkan oleh generator tiga fasa melewati saluran transmisi tiga fasa. Ketika arus dibangkitkan, ia dikirim dalam netral tiga fasa dan nilai energi tambahan dikirim dalam fasa yang sama dengan nilai arus tiga fasa yang dikirim. Faktanya, energi listrik yang dicatat untuk konsumsi daya selama periode waktu tertentu berbeda dengan energi listrik yang dicatat dalam sistem global tiga tingkat.

Sistem distribusi merupakan sistem yang paling dekat dengan pusat beban, dimana distribusi daya harus dijaga dengan sangat baik agar kapasitas daya menjadi baik dan handal. Kebutuhan tenaga listrik dalam rangka peningkatan biaya semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan ekonomi di Indonesia yang semakin meningkat setiap tahunnya, yang membuat konsumsi daya dan biaya pada tingkat persaingan semakin besar dan meningkat. Sistem distribusi tenaga listrik memegang peranan penting dalam menyalurkan

energi dari pusat transmisi ke pusat beban (konsumen) dimana trafo harus kontinyu agar distribusi energi selalu terjamin. Kinerja trafo distribusi harus mampu beroperasi secara optimal dalam segala hal, baik dalam sistem pemeliharaan maupun pemantauan beban-beban yang terhubung ke trafo.

Dengan beban medan yang memiliki karakteristik berbeda dan tingkat beban yang sering berubah, trafo distribusi harus mampu beradaptasi dengan perubahan yang terjadi pada sisi beban, bahkan pada saat beban puncak atau beban di luar periode beban puncak. Ketidakseimbangan beban yang terjadi pada sisi tegangan rendah akan tetap terjadi tetapi harus selalu dibatasi pada toleransi yang telah ditetapkan baik untuk sistem distribusi itu sendiri sekitar 25% maupun pada trafo distribusi distribusi.

2 METODOLOGI PENELITIAN

Teknik Analisis

Teknik analisis menggunakan metode kuantitatif komparatif yang berfungsi membandingkan dua perlakuan atau lebih dari suatu variable sekaligus. Kerja lapangan dengan observasi dan pengumpulan data langsung dari lokasi penelitian. Dan penelitian orientasi, dalam bentuk pertukaran atau sesi tanya jawab dengan seorang guru orientasi, ahli tentang masalah yang timbul selama penelitian.

a. Rumus Presentase Pembebanan Transformator

Presentase beban transformator distribusi dapat diukur dan dirumuskan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

S = Daya Transformator (kVA)

V = Tegangan Phasa-Phasa (Volt) I = Arus jala-jala (A)

Cara perhitungan arus penuh bisa memakai rumus :

Arus Beban Penuh (Full Load)

$$I_{fl} = \frac{s}{\sqrt{3} \cdot 380} \dots \dots \dots (3.2)$$

Sebagaimana:

I_{fl} = Arus Beban penuh (A)

S = Daya Transformator (kVA)

Rumus Presentase Pembebanan Trafo

$$\% \text{ pembebanan Transformator} = \frac{I_{Phasa}}{I_{fl}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana:

Presentasi Pembebanan Trafo(%) I_{ph} = Arus Phasa (A)

I_{fl} = Arus Beban Penuh (A)

b. Rumus Perhitungan Ketidak seimbangan Beban

Untuk menghitung presentase nilai ketidak seimbangan pada suatu bebandapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I_{rata-rata} = \frac{IR+IS+IT}{3} \quad (3.4)$$

3

Jika besar arus fasa pada kesetimbangan (I) sama dengan besar arus rata-rata, maka koefisien a,b, dan c dapat dihasilkan dengan:

$$a = \frac{I_R}{I_{rata-rata}} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$b = \frac{I_S}{I_{rata-rata}} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$c = \frac{I_T}{I_{rata-rata}} \dots\dots\dots(3.7)$$

pada kesetimbangan, amplitudo koefisien a,b, dan c hasilnya 1.Oleh karena itu ketidakseimbangan beban (dalam%) maka dirumuskan dengan :

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

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Transformator Distribusi Sebelum Keseimbangan Beban

Data pengukuran beban pada gardu merupakan hasil dari pengukuran pada saat waktu beban puncak malam hari dan waktu beban puncak siang hari. Dimana pengukuran beban puncak dilakukan pada saat malam hari pukul 18:30 tanggal 20/01/2022 dan siang hari pada pukul 11:00 tanggal 15/04/2022 di gardu BC302.



Gambar 4.1 Gardu BC302 Penyulang A,B,C,D,E,F dan G

Berdasarkan data pada lampiran B yaitu hasil pengukuran beban trafo pada siang hari yang dilakukan oleh petugas PT.PLN (PERSERO) Distribusi Jakarta Raya dan Tangerang Area Cengkareng yang dilakukan pada tanggal 20 januari 2022 pada pukul 09:30 dapat dilihat pada table 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1 Pengukuran Gardu Distribusi Sebelum pemerataan beban pada saat siang hari

Phasa		Beban			
Urutan	Volt	Jurusan	R	S	T
		Beban Induk	(Amp)	(Amp)	(Amp)
R-S	404	A	85	114	55
S-T	403	B	25	144	128
R-T	403	C	116	135	125
R-N	231				

S-N	230		D	39	68	93
T-N	231		E	108	97	78
			F	80	50	65
Total Phasa	Sebelum Dibagi			453	608	544
Total Phasa	Sesudah dibagi			226,5	304	272
IN	162 A					

Pada lampiran C yaitu hasil pengukuran beban trafo malam hari yang dilakukan oleh PT.PLN (PERSERO) Distribusi Jakarta Raya dan Tangerang area cengkareng yang dilakukan pada tanggal 20 januari 2022 pada pukul 18:30 dapat dilihat pada table 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2 Pengukuran Gardu Distribusi Sebelum pemerataan beban pada saat malam hari

Phasa			Beban			
Urutan	Volt		Jurusan	R	S	T
				(Amp)	(Amp)	(Amp)
R-S	398		A	30	24	73
S-T	399		B	15	35	15
R-T	399		C	83	60	89
R-N	230		D	0	0	0
S-N	230		E	55	73	150
T-N	230		F	20	26	45
			G	137	83	125
			H	35	30	11
Total Phasa	Sebelum Dibagi			375	331	508
Total Phasa	Setelah Dibagi			187,5	165,5	254
IN	160 A					

Dari data hasil pengukuran yang sudah dilakukan di lapangan, dapat diketahui bahwa kondisi gardu dalam keadaan pembebanan rendah untuk sebuah transformator distribusi. Berikut ini adalah perhitungan pembebanan pada daya yang dipakai :

1. Siang Hari

$$\begin{aligned}
 \text{Daya yang Terpakai} &= V \text{ phasa-phasa} \times I \text{ phasa-phasa} \times \sqrt{3} \\
 &= 403,3 \times 535 \times \sqrt{3} \\
 &= 373,71 \text{ kVA} \\
 \%P &= \frac{P}{\text{Kapasitas Trafo}} \times 100\% \\
 &= \frac{373,71 \text{ kVA}}{630 \text{ kVA}} \times 100 \\
 &= 59,3\%
 \end{aligned}$$

2. Malam Hari

$$\begin{aligned}
 \text{Daya yang Terpakai} &= V \text{ phasa-phasa} \times I \text{ phasa-phasa} \times \sqrt{3} \\
 &= 398,6 \times 403,6 \times \sqrt{3} \\
 &= 278,7 \text{ kVA} \\
 \%P &= \frac{P}{\text{Kapasitas Trafo}} \times 100\% \\
 &= \frac{278,8 \text{ kVA}}{630 \text{ kVA}} \times 100\% \\
 &= 44,3\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas pada siang hari daya terpakai pada gardu induk UP3 Cengkareng sebesar 59,3% dan pada malam hari sebesar 44,3%. Hal ini menunjukkan bahwa pembebanan trafo pada siang hari lebih besar dari pada disaat malam hari. Karena daerah yang dilayani oleh UP3 cengkareng merupakan Kawasan perkantoran dan industri rumah tangga. Oleh karena itu perlu dilakukan pemerataan beban. Untuk penghantar netral yang digunakan adalah tipe tembaga Berlapis atau aluminium polos 2x4x95 mm² dengan nilai Tahanan DC nya sebesar = 0,320 Ω mengacu pada SPLN 41-1:1991. Total panjang saluran pada tegangan rendah dari transformator ke tiang paling ujung yaitu 786 m, maka nilai tahanan netral penghantar sebesar 0,246 Ω.

2. Presentase Ketidak seimbangan pembebanan

1. Perhitungan Ketidakseimbangan pembebanan pada penghantar

Nilai rata-rata arus serta nilai koefisien a, b, dan c dapat diketahui dari besarnya nilai fasa dalam keadaan seimbang. Pada penghantar sesuai tabel 4.2 maka besar nilai per phasa sebesar :

- Siang Hari

$$I_R = 453 \text{ A}$$

$$I_S = 608 \text{ A}$$

$$I_T = 544 \text{ A}$$

Dengan arus rata-rata per phasa diatas dapat digunakan persamaan seperti pada berikut ini

:

$$\begin{aligned}
 I_{\text{rata-rata}} &= \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \\
 &= \frac{453 + 608 + 544}{3} \\
 &= 535
 \end{aligned}$$

Nilai koefisien a,b, dan c dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{a. } I_R &= a \times I_{\text{rata-rata}} \\ \frac{I_R}{I_{\text{rata-rata}}} &= \frac{453}{535} \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } I_S &= b \times I_{\text{rata-rata}} \\ \frac{I_S}{I_{\text{rata-rata}}} &= \frac{608}{535} \\ &= 1,136 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } I_T &= c \times I_{\text{rata-rata}} \\ \frac{I_T}{I_{\text{rata-rata}}} &= \frac{544}{535} \\ &= 1,016 \end{aligned}$$

- Malam Hari

$$I_R = 375 \text{ A}$$

$$I_S = 331 \text{ A}$$

$$I_T = 508 \text{ A}$$

Dengan seperti ini arus rata-rata dapat di peroleh dengan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} I_{\text{rata-rata}} &= \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \\ &= \frac{375 + 331 + 508}{3} \\ &= 404,6 \end{aligned}$$

Nilai koefisien a,b, dan c dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{a. } I_R &= a \times I_{\text{rata-rata}} \\
 &= \frac{I_R}{I_{\text{rata-rata}}} \\
 &= \frac{375}{404,6} \\
 &= 0,926
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } I_S &= b \times I_{\text{rata-rata}} \\
 &= \frac{I_S}{I_{\text{rata-rata}}} \\
 &= \frac{331}{404,6} \\
 &= 0,82
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } I_T &= c \times I_{\text{rata-rata}} \\
 &= \frac{I_T}{I_{\text{rata-rata}}} \\
 &= \frac{508}{404,6} \\
 &= 1,255
 \end{aligned}$$

Besar presentase ketidakseimbangan pembebanan (%) dapat diketahui dengan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{([a - 1] + [b - 1] + [c - 1])}{3} \times 100\% \\
 &= \frac{([0,926 - 1] + [0,82 - 1] + [1,255 - 1])}{3} \times 100\% \\
 &= 66,7\%
 \end{aligned}$$

Besar presentase ketidakseimbangan pembebanan (%) dapat diketahui dengan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{([a - 1] + [b - 1] + [c - 1])}{3} \times 100\% \\
 &= \frac{([1,85 - 1] + [1,136 - 1] + [1,016 - 1])}{3} \times 100\% \\
 &= 66,7\%
 \end{aligned}$$

3. Data Transformator Distribusi BC302 Setelah Perhitungan Pemerataan Beban

Tabel 4.3. Pengukuran setelah dilakukan pemerataan beban pada saat waktu beban puncak.

Phasa		Beban			
Urutan	Volt	Jurusan	R	S	T
R-S	404	Beban Induk	(Amp)	(Amp)	(Amp)
S-T	403	A	84,3	84,3	84,3
R-T	403	B	99	99	99
R-N	231	C	116	135	125

S-N	230		D	66,7	66,7	66,7
T-N	231		E	108	97	78
			F	80	50	65

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari Penelitian yang telah dilakukan, peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengolahan data, beban transformator pada saat siang adalah 55,8%, Setelah dilakukan keseimbangan. Pada penghantar jurusan A,B, dan D didapat nilai yang semula sebelum dilakukan pemerataan pembebanan yaitu 33,3%;49,6% dan 66,3% menjadi 0% setelah dilakukan pemerataan pembebanan pada transformator.
2. Dengan perencanaan distribusi pembebanan Transformator distribusi BC302 maka rugi daya akibat arus di netral (IN) pada siang hari 6,44 KW sebelum di seimbangkan beban, setelah beban simulasi diseimbangkan, arus yang mengalir ke tanah menjadi kecil..

5.2. Saran

Adapun pada penelitian kali ini, penulis menyarankan sebagai berikut :

1. Melakukan upaya untuk mengukur beban secara berkala untuk memprediksi penggunaan daya dan pelanggan baru yang baru terhubung ke setiap instalasi jaringan baru untuk menjaga keseimbangan beban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arifin, MHD Siregar (2013). Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi Di Pt. Pln (Persero) Rayon Panam Pekanbaru.
- [2] Arsad, Muslimin. & Syamsul (2021). Analisis Pembebanan Transformator Distribusi Gedung Iqra. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- [3] Fikri, Achmat & Wahab, Herlina (2020). Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Rugi-Rugi Penghantar Pada Trafo Distribusi I.427 Pt. Pln (Persero) Ws2jb Cabang Palembang Rayon Demang.
- [4] PT.PLN PERSERO No,0017. E/Dir/(2014). Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset, Jakarta.
- [5] Rizki, Ahmad. (2021). Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo 200 Kva.
- [6] Saputro Ahmad, Eko Yuli & , Agus, Supardi. S.T., M.T (2018). Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Efisiensi Transformator Distribusi Di Pt.Pln (Persero) Rayon Palur Karanganyar.
- [7] Silviyanty, Wily. (2014). Analisa Gangguan Transformator Distribusi 20kv/400v Di Pt. Pln Rayon Kenten Palembang. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [8] Soadrul Iman, M. (2019). Perencanaan Pemerataan Beban Pada Transformator Sisi Sekunder Terhadap Penyaluran Tenaga Listrik Di PT.PLN (Persero) UP3 Cikokol.
- [9] Deni Muliadi, Achmad. (2020). Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Pada Rugi Daya Saluran Netral Jaringan Distribusi Tegangan Rendah. Politeknik Negeri Bandung.
- [10] Abdul Latif, M & Budi Santoso Dian. (2022). Analisis Ketidakseimbangan Transformator Untuk Identifikasi Beban Lebih Gardu E308. Politeknik harapan Kota Tegal.