

ANALISA PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRAFO DT50 DI PT.PLN (PERSERO) ULP KRUENG GEUKUEH

Ekaliana, Badriana* dan Andik Bintoro

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

**Email:badriana@unimal.ac.id*

Abstrak

Tenaga listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan. Salah satu komponen kelistrikan tersebut adalah trafo distribusi yang digunakan untuk menyalurkan energi dari gardu induk ke pusat beban. Pada trafo distribusi sering terjadi ketidakseimbangan beban akibat perbedaan beban pada setiap fasa sisi sekunder trafo. Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Akibat ketidakseimbangan beban tersebut maka menimbulkan arus dinetral trafo. Arus yang mengalir di netral trafo ini menyebabkan terjadinya *losses*(susut), yaitu susut yang diakibatkan karena adanya arus netral penghantar netral trafo dan arus yang mengalir ke tanah. Analisa persentase ketidakseimbangan beban pada siang hari dan pada malam hari, dan persentase akibat arus netral pada penghantar fasa, netral dan arus netral yang mengalir ketanah. Hasil perhitungan ketidakseimbangan Transformator 50kVA DT 50 PLN Krueng Geukueh adalah 13.66% siang hari dan 4.66% pada malam hari.

Kata kunci: Ketidakseimbangan Beban , Susut, Arus Netral.

Pendahuluan

Arus listrik merupakan salah satu energi sekunder, Diproduksi, dikirim, didistribusikan untuk digunakan pelanggan/konsumen untuk tujuan apa pun. Sistem energi ini merupakan sekumpulan sistem energi pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi terpadu, dan sistem distribusi. Sistem distribusi memenuhi kebutuhan listrik seluruh masyarakat. Dengan Pembangkit listrik dapat mengubah energi potensial menjadi energi mekanik kemudian digunakan untuk menghasilkan listrik[1][2].

Sistem catu daya yang terhubung ke pelanggan disebut jaringan distribusi tenaga listrik. Sistem ini termasuk sistem tegangan menengah dan rendah. Seiring dengan perkembangan teknologi, masyarakat secara tidak langsung bergantung pada listrik. Sistem tenaga secara terus menerus menghasilkan ketidakseimbangan beban. Beban tidak seimbang pada setiap penampang (fase R, fasa S, fasa T) dapat menyebabkan arus mengalir di netral peralatan listrik (IN) yang amplitudonya bergantung pada besarnya gangguan ketidakseimbangan tersebut. Arus yang mengalir pada penghantar netral transformator ini akan menyebabkan rugi daya pada penghantar tersebut [3][4].

Tinjauan Pustaka

Transformator atau sering disebut trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah daya suatu uatu rangkaian kerangkaian yang lain secara elektromagnetik dengan frekuensi yang tetap. Daya listrik yang dihasilkan pada stasiun pembangkit harus mengalami beberapa tahap pendistribusian sebelum daya itu dapat digunakan oleh beban listrik[5].

Ketidakseimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab terjadinya ketidakseimbangan tersebut adalah pada beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Akibat ketidakseimbangan beba tersebut karena munculnya arus dinetral trafo. Arus yang mengalir dinetral trafo ini menyebabkan terjadi rugi-rugi (losses), yaitu losses akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo dan losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah[7].

Yang dimaksud dengan keadaan seimbang adalah suatu keadaan dimana :

- a. Ketiga vektor arus/tegangan sama besar
- b. Ketiga vektor saling membentuk 120° satu sama lain.

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah keadaan dimana salah satu atau kedua syarat keadaan tidak seimbang tidak dipenuhi[6]. Kemudian keadaan tidak seimbang ada 3:

- a. Ketika vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.
- b. Ketika vektor tidak sama tetapi tmembentuk sudut 120° satu sama lain.
- c. Ketika vektor tidak sama besar dan tidak saling membentuk sudut 120° satu sama lain[8].

Jika I adalah besaran arus fasa dalam penyaluran saya sebesar P pada keadaan seimbang, maka penyaluran daya yang sama tetapi dengan keadaan takseimbang besar arus-arus fase dapat dinyatakan dengan koefsien a , b , dan c sebagai berikut:

$$IR = a \times [I] \text{ maka } a = \frac{IR}{I} \quad (1)$$

$$IS = b \times [I] \text{ maka } b = \frac{IS}{I} \quad (2)$$

$$IT = c \times [I] \text{ maka } c = \frac{IT}{I} \quad (3)$$

Dengan IR , IS , dan IT adalah berturut-turut arus fasa R , S , dan T . Faktor daya ($\cos\phi$) ketiga fasa dianggap sama walaupun besarnya arus berbeda, besarnya daya yang disalurkan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P = (a + b + c) \times V \times I \times \cos\phi \quad (4)$$

Untuk menghitung persentase rata-rata ketidakseimbangan beban dapat digunakan rumus dibawah ini :

$$\% \text{ketidakseimbangan beban} = \frac{\{|a-1| + |b-1| + |c-1|\}}{3} \times 100\% \quad (5)$$

Arus netral pada sistem distribusi merupakan arus yang mengalir pada penghantar netral pada sistem tiga fasa empat kawat. Terjadinya arus netral disebabkan karena ketidakseimbangan beban dan juga bisa disebabkan karena adanya arus harmonis sebagai akibat banyaknya pengguna beban nonlinier. Arus yang mengalir pada

penghantar netral trafo ini menyebabkan losses (rugi-rugi)[3]. Rugi-rugi pada penghantar netral transformator dapat dirumuskan:

$$PN=IN^2.RN \quad (6)$$

Keterangan:

PN = rugi daya penghantar netral (watt)

IN = arus pada penghantar netral trafo (A)

RN = tahanan penghantar netral (ohm)

Sehingga daya aktif transformator dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = S \times \cos\phi \quad (7)$$

Keterangan :

P = Daya aktif transformator

S = daya semu transformator

Cos ϕ = 0,85 (asumsi)

Presentase rugi-rugi daya akibat adanya arus netral pada penghantar netral transformator dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\%PN = \frac{PN}{P} \times 100\% \quad (8)$$

Rugi-rugi daya yang diakibatkan karena arus netral yang mengalir ke tanah (*ground*) dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$PG = IG^2 \times RG \quad (9)$$

Keterangan :

PG = losses akibat arus netral mengalir ke tanah (watt)

IG² = Arus netral yang mengalir ke tanah (A)

RG = Tahana pembumian netral trafo (Ω)

Sehingga daya aktif transformator dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = S \times \cos\phi \quad (10)$$

Keterangan :

P = Daya aktif transformator

S = daya semu transformator

Cos ϕ = 0,85 (asumsi)

Presentase rugi-rugi daya akibat adanya arus netral yang mengalir ke tanah dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\% PG = \frac{PG}{P} \times 100\% \quad (11)$$

Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif, kenapa disebut penelitian deskriptif karena melakukan penyelidikan yang bertujuan untuk memecahkan masalah yang terjadi sekarang ini.

Objek penelitian dilaksanakan dengan memusat pada sistem distribusi PLN krueng geukuh. Dengan memandang kasus yang diangkat oleh penulis yaitu Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses.

Adapun alat dan bahna yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagi berikut:

- a. Tangk Ampere
- b. Earth Tester
- c. Buku catatat

d. Laptop

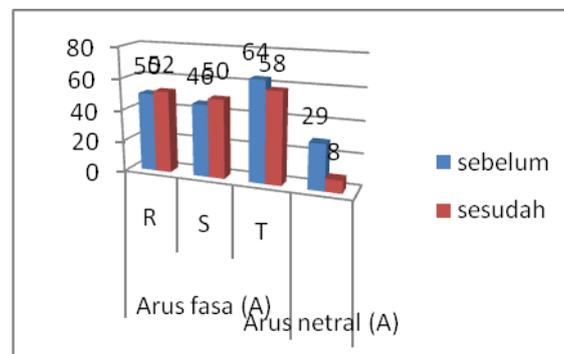
Untuk melakukan pengumpulan berbagai data yang valid serta informasi akurat dalam penelitian, penulis menggunakan pengumpulan sumber data yang masih ada hubungan dengan objek penelitian, metode pengumpulan data yang kami maksud yaitu:

- a. Metode penelitian lapangan
- b. Pustaka
- c. Wawancara
- d. Bimbingan

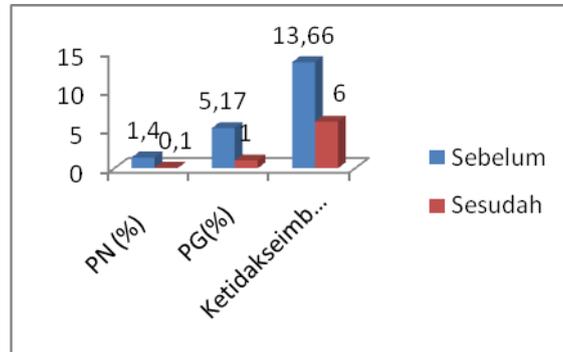
Hasil Dan Pembahasan

Setelah melakukan penyeimbangan beban pada transformator pada saat waktu beban puncak (pada malam hari) dan pada saat waktu luar beban puncak (pada siang hari) maka melakukan perhitungan kembali rugi-rugi daya akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo dan rugi-rugi akibat adanya arus netral yang mengalir ketanah.

Perbandingan Sebelum Penyeimbangan Beban Dan Setelah Penyeimbangan Beban. Dari hasil analisa setelah penyeimbangan mendapatkan Perbandingan sebelum dan setelah penyeimbangan beban pada grafik dibawah ini

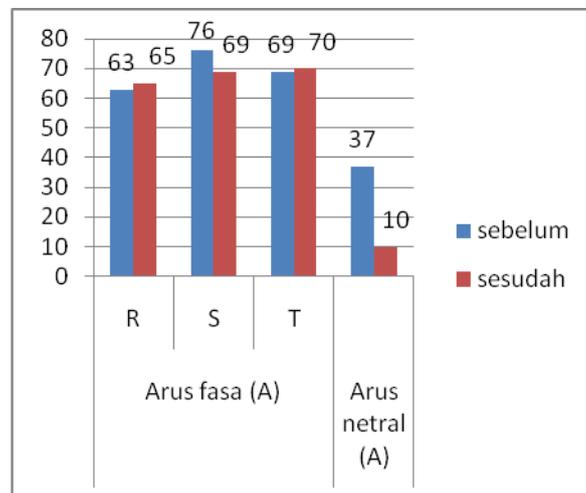


Gambar 1. Grafik Perbandingan Arus (WLBP)

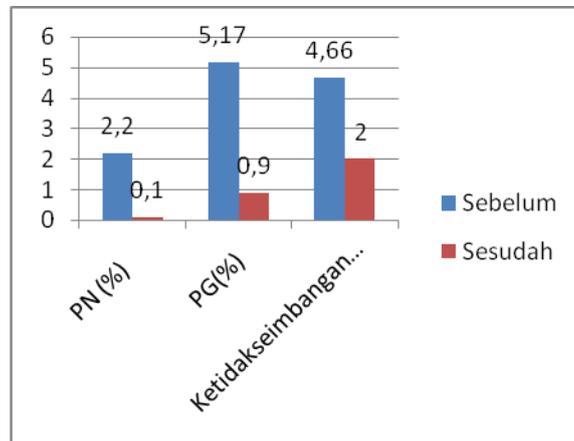


Gambar 2. Grafik Perbandingan PN, PG Dan Ketidakseimbangan Beban (WLBP)

Pada gambar 4.2 grafik perbandingan PN, PG Dan Ketidakseimbangan Beban (WLBP) menunjukkan bahwa sebelum penyeimbangan beban rugi-rugi akibat adanya arus netral pada penghantar sebesar 1,4% dan setelah penyeimbangan beban rugi-rugi tersebut menurun menjadi 0,1%. Rugi-rugi akibat adanya arus netral mengalir ke tanah sebelum penyeimbangan beban sebesar 5,17% dan sesudah penyeimbangan beban menurun menjadi 1%. Ketidakseimbangan beban sebelum penyeimbangan beban sebesar 13,66% dan setelah penyeimbangan beban menurun menjadi 6%.

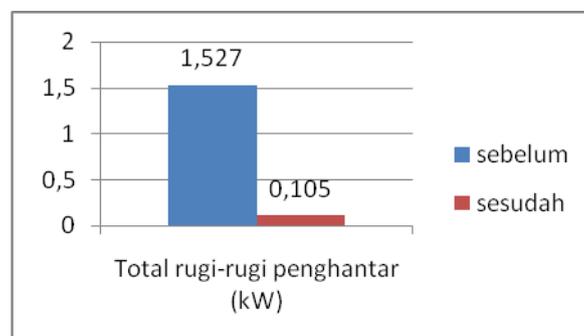


Gambar 3. Grafik Perbandingan Arus Pada (WBP)

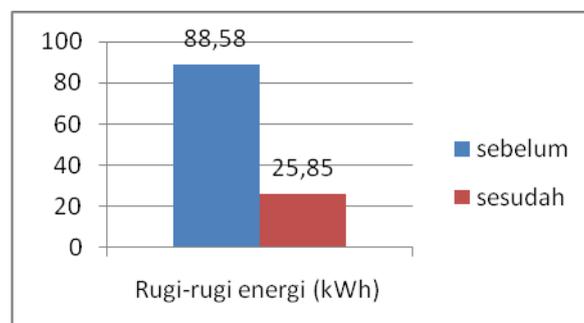


Gambar 4. Grafik Perbandingan PN, PG Dan KetidakseimbanganBeban (WBP)

Dari gambar grafik 4.4 diatas dapat dilihat bahwa presentase perbandingan PN, PG Dan Ketidakseimbangan Beban(WBP) sebelum dan setelah penyeimbangan beban pada malam hari. sebelum penyeimbangan beban rugi-rugi akibat adanya arus netral pada penghantar sebesar 2,2% dan setelah penyeimbangan beban rugi-rugi tersebut menurun menjadi 0,1%. Rugi-rugi akibat adana arus netal mengalir ke tanah sebelum penyeimbangan beban sebesar 5,17% dan sesudah penyeimbangan beban menurun menjadi 0,9%. Ketidakseimbangan beban sebelum penyeimbangan beban sebesar 4,66% dan setelah penyeimbangan beban menurun menjadi 2%.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Total Kerugian Penghantar



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Total Rugi-Rugi Energi

Dari gambar grafik 4.5 dan 4.6 diatas dapat terlihat bahwa rugi-rugi daya pada penghantar yang ditotalkan dan rugi-rugi energi yang ditotalkan.

Kesimpulan

Dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya maka penulis mengambil kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Persentase ketidakseimbangan beban pada transformator 50kVA Pada siang hari 13.66% dan Pada malam hari 4.66%
2. Hasil perhitungan persentase pembebanan transformator 50kVA pada siang hari 73% Dan Pada malam hari 96%.
3. Besarnya rugi-rugi akibat arus mengalir pada penghantar netral trafo 50kVA Pada siang hari sebesar 1.34% dan Pada malam hari sebesar 2.18%.sedangkan besarnya rugi-rugi akibat arus mengalir ketanah pada trafo 50kVA berdasarkan perhitungan Pada siang hari sebesar 5.17% dan Pada malam hari sebesar 14.6%

Daftar Pustaka

- [1] A. S. A. Ektianto and A. Darwanto, "Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi Di PT . PLN (Persero) Rayon Cepu," *Simetris*, vol. 15, no. 1, pp. 35–42, 2021.
- [2] Dasman and Handayani, "Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi 20 Kv Menggunakan Metode Saidi," *J. Tek. Elektro ITP*, vol. 6, no. 2, p. 173, 2017, [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/0a1c/0f36298394581d93136e7414f92c2ca6366d.pdf>
- [3] M. D. Tobi, "Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Pt Pln (Persero) Area Sorong," *Electro Luceat*, vol. 4, no. 1, p. 5, 2018, doi: 10.32531/jelekn.v4i1.80.
- [4] P. Studi, P. Teknik, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Jakarta, "Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi 2500 Kva," 2015.
- [5] D. P. Nasional, "Dasar Mesin Listrik," pp. 1–51, 2008, [Online]. Available: <https://installist.files.wordpress.com/2009/12/mesin-listrik.pdf>
- [6] 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.
- [7] S. Pranoto, N. N. Rusli, I. A. T. Distribusi, and I. Pendahuluan, "Penyeimbangan Beban pada Trafo Distribusi Penyulang Akkarena di Unit Layanan Pelanggan Mattoanging PT PLN (Persero)," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 37–46, 2020.
- [8] 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. 68–73, 2008, doi: 10.9744/jte.7.2.68-73.