

Analisis Pengaruh Beban Tak Seimbang Terhadap Arus Netral Pada Trafo IV GI Sukamerindu Bengkulu

Hendro Tanamal¹, Afriyastuti Herawati¹, Novalio Darath¹, Ika Novia Angraini¹

¹Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu

E-mail : hendrounib@gmail.com

ABSTRAK

Transformer IV is one of the 20 kV distribution transformers found at the Sukamerindu Bengkulu Substation (GI). The transformer has a power rating of 30 MVA. In distribution transformers, inter-phase load balancing is needed. If the load is not balanced between the phases, current will flow in neutral wire. In this study the effect of unbalanced load on neutral current in transformer IV Sukamerindu Bengkulu is analyzed. The load is analyzed every hour of the day by observing the amount of current and voltage in each phase. From the results of the analysis it was found that the highest neutral current loss value was 1306.25 watts or 1.30 kW and the lowest was 0.724 kW, with an average neutral current loss that occurred in the IV unit transformer Sukamerindu at 639 watts.

1. PENDAHULUAN

Saat ini listrik telah menjadi salah satu kebutuhan pokok bagi masyarakat. Untuk menunjang kehidupan sehari-hari, masyarakat sangat tergantung dengan listrik terutama bagi masyarakat yang tinggal di perkotaan. Hampir semua pekerjaan masyarakat dibantu oleh peralatan-peralatan listrik, sehingga sangat dibutuhkan suplai listrik yang kontinyu dan handal. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen ini maka penyedia listrik dalam hal ini PT PLN terus melakukan perbaikan dan analisis dalam hal penyaluran listrik.

Penyaluran listrik ke konsumen dari pembangkit, setelah melalui saluran transmisi maka didistribusikan menggunakan transformator tenaga atau biasa disebut trafo di gardu induk (GI). Agar trafo dapat bekerja optimal, maka beban yang disalurkan oleh trafo 3 fasa harus dalam keadaan seimbang. Dalam keadaan seimbang maka beban yang mengalir di tiap kawat fasanya akan sama. Jika beban yang mengalir tidak seimbang antar kawat fasa maka akan mengalir arus di kawat netral yang dapat mengakibatkan rugi-rugi daya di jaringan sehingga akan menyebabkan timbulnya panas pada trafo yang selanjutnya dapat memicu kerusakan pada trafo tenaga.

Penelitian mengenai analisis pengaruh beban tak seimbang terhadap arus netral trafo sudah banyak dilakukan [1][2][3]. Tetapi untuk analisis di Trafo IV Gardu Induk Sukamerindu belum dilakukan. Maka dalam penelitian ini akan dianalisis pengaruh beban tak seimbang terhadap arus setral pada trafo IV GI Sukamerindu Bengkulu.

2. KERANGKA TEORITIS DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Dalam penyaluran energy listrik diinginkan daya listrik yang disuplai ke beban hampir mendekati nilai sumbernya. Dengan kata lain system penyaluran daya listrik memiliki efisiensi yang tinggi atau rugi-rugi daya yang sedikit. Untuk mendapatkan nilai efisiensi daya yang tinggi maka dalam system 3 fasa dibutuhkan keseimbangan beban antar fasanya.

Adapun syarat suatu system tenaga listrik dikatakan seimbang yaitu :

1. Memiliki besar tegangan yang sama antar fasanya
2. Memiliki beda sudut fasa tegangan sebesar 120° antar fasanya
3. Memiliki beban yang sama besar antar fasanya

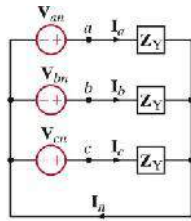
Jika suatu system tenaga tidak memiliki salah satu saja dari syarat tersebut diatas maka system tersebut dapat dikatakan tidak seimbang.

SISTEM TIGA FASA SEIMBANG

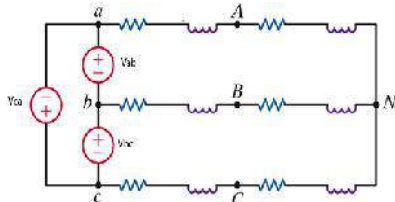
System tiga fasa memiliki 4 bentuk berdasarkan bentuk belitan kawat dari sisi sumber dan bebannya. Bentuk rangkaian tiga fasa tersebut yaitu Y-Y, -Y, Y- dan - Untuk menganalisis arus, tegangan dan daya dalam system yang seimbang maka dapat digunakan persamaan-persamaan (1) sampai dengan persamaan (14). Dalam pembahasan ini hanya akan dibahas mengenai system tiga fasa yang terhubung Y-Y dan -Y.

1. System 3 fasa terhubung Y-Y

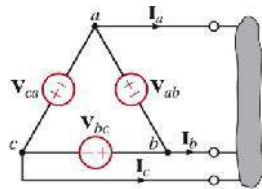
Bentuk rangkaian 3 fasa terhubung Y-Y dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. rangkaian 3 fasa terhubung Y-Y [1]



Gambar 2. Bentuk rangkaian 3 fasa terhubung -Y [1]



Gambar 3. Bentuk sumber terhubung delta menuju beban yang terhubung Y [1]

Untuk perhitungan arus antar fasanya dapat dihitung menggunakan persamaan (1) [1]

$$I_a = \frac{V_{an}}{Z_Y} \quad I_b = \frac{V_{bn}}{Z_Y} \quad I_c = \frac{V_{cn}}{Z_Y} \quad (1)$$

Untuk system seimbang maka besar masing-masing tegangan adalah :

$$V_{an} = V_p \angle 0^\circ \quad V_{bn} = V_p \angle -120^\circ$$

$$V_{cn} = V_p \angle 120^\circ$$

Sehingga dalam system tiga fasa seimbang arus yang mengalir di kawat netral dapat dihitung menggunakan persamaan (2) [1].

$$I_n = I_a + I_b + I_c = 0 \quad (2)$$

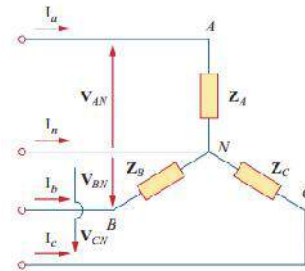
2. System 3 fasa terhubung -Y

Untuk system yang terhubung -Y dalam rangkaiannya dari sisi sumber terhubung delta dan dari sisi beban terhubung Y. Adapun bentuk rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 2. Sedangkan bentuk sumbernya dapat dianalisis melalui Gambar 3.

Besar tegangan sumber yaitu :

$$V_{ab} = V_L \angle 0^\circ \quad V_{bc} = V_L \angle -120^\circ$$

$$V_{ca} = V_L \angle 120^\circ$$



Gambar 4. Bentuk rangkaian tiga fasa tidak seimbang [1]

Maka untuk mendapatkan besar arus di kawat penghantar tegangan saluran dari sumber dikonservasi terlebih dahulu ke dalam bentuk tegangan fasa (fasa ke netral bentuk Y) melalui persamaan (3) [1].

$$V_{an} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ \quad V_{bn} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} \angle -150^\circ$$

$$V_{cn} = \frac{V_L}{\sqrt{3}} \angle 90^\circ \quad (3)$$

Maka besar arus I_a , I_b dan I_c dapat dihitung menggunakan persamaan (1).

DAYA PADA RANGKAIAN 3 FASA

Besar daya aktif pada rangkaian 3 fasa seimbang dapat dihitung menggunakan persamaan (4) atau (5) [1].

$$P = 3V_p I_p \cos \phi \quad (4)$$

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi \quad (5)$$

SISTEM 3 FASA TIDAK SEIBANG

Suatu sistem tiga fasa dikatakan tidak seimbang apabila :

1. Sumber tegangannya tidak sama nilainya
2. perbedaan sudut fasa tidak sama (beda fasa tidak 120°)
3. Impedansi beban tidak sama

Untuk menganalisis beban pada system tidak seimbang maka dapat dilihat pada Gambar 4. Pada system tiga fasa tidak seimbang, besar arus pada tiap kawatnya harus dihitung perfasanya. Arus perfasa pada system tidak seimbang dapat dihitung menggunakan persamaan (6)[1].

$$I_a = \frac{V_{an}}{Z_A} \quad I_b = \frac{V_{bn}}{Z_B}$$

$$I_c = \frac{V_{cn}}{Z_C} \quad (6)$$

Dalam system tiga fasa tidak seimbang maka pada kawat netral akan ada arus yang mengalir dari masing-

masing kawat fasa. Artinya besar arus di kawat netral tidak lagi bernilai 0. Besar arus netral ini dihitung menggunakan persamaan (7) [1].

$$I_n = -(I_a + I_b + I_c) \neq 0 \quad (7)$$

Maka besar daya di tiap kawat fasanya juga harus dihitung satu persatu perfasanya. Perhitungannya dapat dihitung menggunakan persamaan (8), (9) dan (10)[1].

$$P_a = V_{an} I_a \cos \phi \quad (8)$$

$$P_b = V_{bn} I_b \cos \phi \quad (9)$$

$$P_c = V_{cn} I_c \cos \phi \quad (10)$$

PERHITUNGAN ARUS BEBAN PENUH DAN ARUS HUBUNG SINGKAT PADA TRAFU

Daya transformator distribusi ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan melalui persamaan (11)[2].

$$S = \sqrt{3} V_L I_L \quad (11)$$

Dimana :

S: daya transformator (kVA)

V_L : tegangan sisi primer transformator (kV)

I_L : arus jala-jala (A)

Dengan demikian, untuk menghitung arus beban penuh (fullload) dapat menggunakan persamaan (12) [2].

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} V_L} \quad (12)$$

Dimana :

I_{FL} : arus beban penuh (A)

S: daya transformator (kVA)

V_L : tegangan sisi sekunder transformator (kV)

Sedangkan untuk menghitung arus hubung singkat pada transformator digunakan persamaan (13)[2].

$$I_{SC} = \frac{S \cdot 100}{\% Z V_L} \quad (13)$$

Dimana :

I_{SC} : arus hubung singkat (A)

S: daya transformator (kVA)

V: tegangan sisi sekunder transformator(kV)

%Z: persen impedansi transformator

Losses (rugi-rugi) Akibat Adanya arus Netral pada Penghantar Netral Transformator

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, S, dan T) mengalirlah arus di netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan losses (rugi-rugi). Losses pada penghantar netral trafo ini dapat dirumuskan melalui persamaan (14)[2].



Gambar.5 Single line diagram trafo daya IV GI Sukamerindu, Bengkulu [2].

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N \quad (14)$$

Dimana :

P_N : losses pada penghantar netral trafo(Watt)

I_N : arus yang mengalir pada netraltrafo (A)

R_N : tahanan penghantar netral trafo()

Sedangkan losses yang diakibatkan karena arus netral yang mengalir ketanah (ground) dapat dihitung melalui persamaan (15)[2].

$$P_G = I_G^2 \cdot R_G \quad (15)$$

Dimana :

P_G : losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah (Watt)

I_G : arus netral yang mengalir ke tanah(A)

R_G : tahanan pembumian netral trafo()

3. METODE RISET

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengumpulan data dan analisa rugi daya yang terdiri dari rugi arus netral, rugi daya inti dan rugi daya belitan pada transformator tenaga IV yang berada di GI Sukamerindu, Bengkulu.

Objek penelitian yang digunakan adalah Transformator tenaga unit IV penyaluran penyaluran wilayah Pulau Baii, Tambak udang, Basuki Rahmat, Kembang Seri dan sekitarnya.

Adapun single line diagram dari trafo daya GI Sukamerindu.

Gambar 5 merupakan single line diagram dari salah satu trafo daya, yaitu trafo daya unit IV di GI Sukamerindu, Bengkulu.

Arus netral merupakan arus yang mengalir pada kawat netral akibat adanya suatu gangguan salah satunya ketidakseimbangan beban. Ketidakseimbangan beban disini menyebabkan arus tiap-tiap fasa menjadi tidak seimbang. Adapun standar ketidakseimbangan arus

Tabel 1 Data beban, tegangan dan arus trafo tenaga di GI Sukamerindu.

Jam	Beban (MW)	Fasa R		Fasa S		Fasa T	
		I (A)	V (kV)	I (A)	V (kV)	I (A)	V (kV)
9:00	19,8	614	18,98	658	19,02	615	18,33
10:00	19,9	612	18,96	653	19,2	621	18,78
11:00	19,8	614	18,96	654	19,16	622	18,77
12:00	20,2	623	19,03	658	19,26	633	18,92
13:00	19,9	622	18,78	657	19,01	622	18,57
14:00	19,5	626	18,72	647	18,91	616	18,56
15:00	19,5	625	18,69	644	18,83	658	18,61
16:00	19,4	623	18,71	640	18,8	617	19,75
17:00	19,7	627	18,63	642	18,67	619	18,01
18:00	20,3	632	18,5	668	18,55	649	18,42
19:00	22,4	692	18,54	729	18,95	704	18,59
20:00	21,9	662	18,85	702	19,23	673	18,79
21:00	21,6	642	19,08	678	19,48	650	19,03
22:00	19,8	585	19,42	615	19,8	592	19,37

*(Gardu Induk PLN Sukamerindu, Kota Bengkulu)

berdasarkan ANSI C84.1-1995 (American National Standard Institute) ialah sebesar 5% dari arus fasa line rata-rata pada sistem tiga fasa.

Untuk mendapatkan nilai dari arus netral, maka akan dilakukan pengukuran besar arus pada kawat netral trafo tenaga, untuk selanjutnya besar nilai arus netral ini dapat digunakan untuk menentukan besaran nilai rugi-rugi yang terjadi pada trafo akibat dari adanya arus yang mengalir pada kawat netral.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembebanan pada transformator sangat berpengaruh terhadap besar atau kecilnya rugi-rugi daya yang terjadi pada trafo. Idealnya, untuk meminimalisir rugi-rugi pada kawat netral dan kawat netral, trafo diberikan beban yang seimbang. Untuk melihat besar pembebanan pada trafo tenaga di GI Sukamerindu, Bengkulu maka dilakukan persentase pembebanan pada trafo.

Analisa Arus Beban Penuh dan Persentase Pembebanan Pada Transformator Tenaga

Arus beban penuh dihitung terlebih dahulu, selanjutnya dapat menentukan persentase pembebanan. Persentase pembebanan pada transformator tenaga dianalisa setiap hari dari lima hari sampel data yang digunakan.

Analisa Arus Beban Penuh dan (%) Pembebanan Hari: Selasa 14-02-2017

Persentase pembebanan dihitung berdasarkan pada Tabel 4.4. Pada tabel tersebut, dapat dilihat data pembebanan, arus dan tegangan tiga fasa (R,S,T) pada trafo yang terukur dengan rekapan setiap jam dimulai dari pukul 09.00 s.d 22.00.

Adapun sebelum persentase pembebanan dapat dihitung, dilakukan perhitungan arus beban penuh terlebih dahulu, kemudian dihitung persentase pembebanan pada setiap fasa, setelah itu persentase pembebanan setiap fasa dirata-ratakan.

Tabel 1 merupakan data beban, tegangan dan arus trafo tenaga di GI Sukamerindu. Berdasarkan data pada Tabel 1 maka dapat dilakukan analisa pembebanan dengan melakukan tahapan perhitungan arus beban penuh dan perhitungan persentase pembebanan. Adapun

perhitungannya sebagai berikut :

a. Perhitungan Arus Beban Penuh

Perhitungan arus beban penuh ini dilakukan terlebih dahulu sebelum dapat ditentukan besar nilai persentase pembebanannya. Data yang dibutuhkan ialah rating daya trafo yakni sebesar 30 MVA dan tegangan keluaran sebesar 20 KV pada trafo tenaga unit IV GI Sukamerindu, Bengkulu. Perhitungan arus beban penuh (If) dengan menggunakan Persamaan (2.6) pada tinjauan pustaka.

Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$If = \frac{30000000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 20000 \text{ V}} = 867,05 \text{ A}$$

Dari hasil perhitungan arus beban penuh dapat dilihat nilai arus beban penuh terbesar pada trafo yakni sebesar 867,05A. Setelah didapatkan besar nilai arus beban penuh dari trafo, maka dapat dilakukan analisa pembebanan trafo.

b. Perhitungan Persentase Pembebanan

Berdasarkan hasil perhitungan Arus beban penuh yang telah dilakukan, maka dapat ditentukan besar persentase pembebanan. Perhitungan persentase pembebanannya sebagai berikut :

- Perhitungan persentase beban Pada Phasa R,S,T (pada beban puncak)

Perhitungan rata - rata persentase pembebanan dilakukan pada fasa (R,S,T),

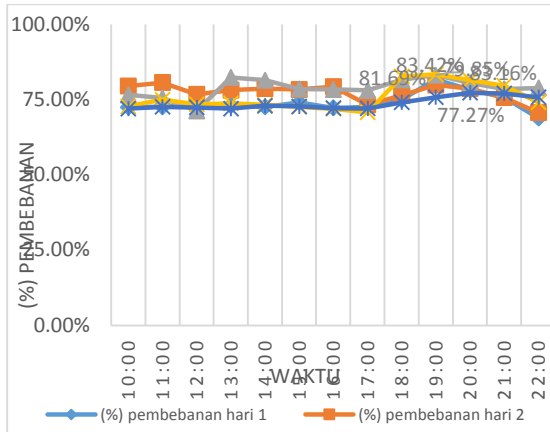
Adapun perhitungannya sebagai berikut:

- %bR = $\frac{692}{867,05} \times 100\% = 79,81\%$

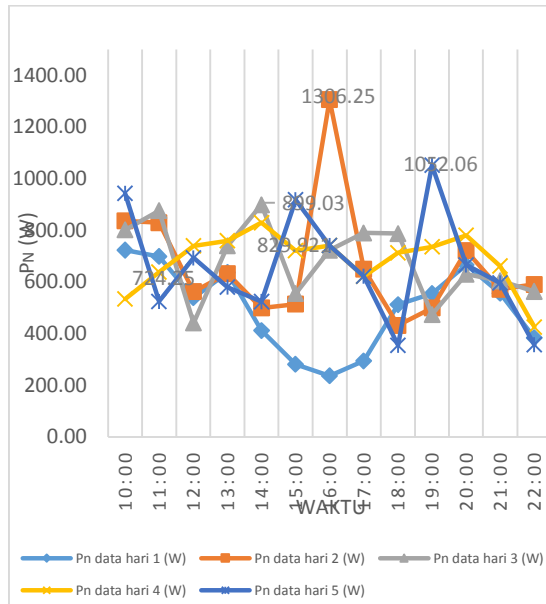
- %bS = 84,08%

- %bT = 81,19 %

- %b(rata - rata) = $\frac{79,81\%+84,08\%+81,19\%}{3} = 81,69$

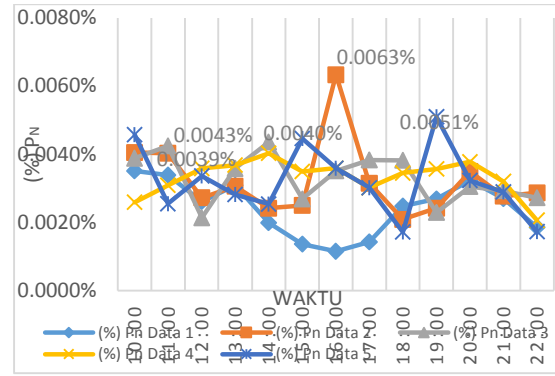


Gambar 6 Grafik perbandingan antara persentase pembebanan terhadap waktu



Gambar 7. Grafik perbandingan rugi arus netral (PN) terhadap waktu

Gambar 6 menunjukkan grafik perbandingan antara persentase pembebanan terhadap waktu pada saat pengambilan data dimulai dari pukul 09:00 s.d 22:00 selama lima hari sampel yang diambil, dapat dilihat persentase pembebanan tertinggi dari data yang dianalisis ialah sebesar 83.42% dan yang terendah sebesar 77,27%.



Gambar 8. Grafik Persentase rugi arus netral persentase PN terhadap waktu

Saat dirata-ratakan, maka didapatkan persentase pembebanan setiap harinya, yaitu rata-rata sebesar 81.08%. Setelah analisa persentase pembebanan dilakukan, selanjutnya bisa dilakukan analisa ketidakseimbangan beban pada trafo tenaga di GI Sukamerindu, Bengkulu.

Berdasarkan data dapat dilihat bahwa nilai rugi arus netral dan besar persentase ketidakseimbangan beban dapat dilihat pula bahwa semakin besar ketidakseimbangan beban, maka rugi arus netral yang ditimbulkan juga semakin besar.

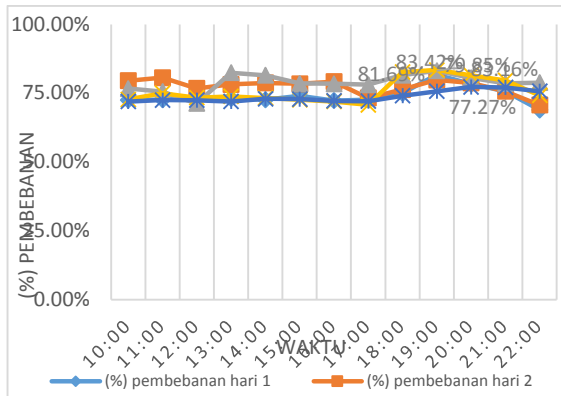
Berikut Gambar.4.7, yaitu grafik rugi arus netral terhadap waktu.

Gambar 7 menunjukkan grafik perbandingan rugi arus netral (PN) terhadap waktu. Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai rugi arus netral tertinggi didapatkan sebesar 1306.25 watt atau 1.30 kW dan yang terendah ialah sebesar 0.724 kW, dengan rata-rata rugi arus netral yang terjadi pada trafo unit IV GI Sukamerindu sebesar 639 watt. Adapun grafik persentase rugi arus netral seperti pada Gambar 8.

Gambar 8 menunjukkan Grafik Persentase rugi arus netral persentase PN terhadap waktu. Adapun besar persentase rugi arus netral tertinggi ialah 0.0063% dan terendah 0,0035%, dengan rata-rata persentase ruginya sebesar 0,0031%. Persentase rugi arus netral berbanding lurus dengan persentase ketidakseimbangan beban netral yang ditimbulkan, ini menunjukkan semakin besar persentase ketidak-seimbangan beban, maka rugi arus netral juga ikut semakin besar

Tabel 2 Data hasil perhitungan rugi arus netral trafo daya unit IV GI Sukamerindu, Bengkulu

jam	Data Hari Selasa 14 -02- 2017				Data Hari Kamis 16 -02- 2017				Data Hari Jumat 17 -02- 2017				Data Hari Senin 20 -02- 2017				Data Hari Selasa 21-02- 2017			
	(%) Beban	(%) B.unb	P _N (watt)	(%) P _N	(%) Beban	(%) B.unb	P _N (watt)	(%) P _N	(%) Beban	(%) B.unb	P _N (watt)	(%) P _N	(%) B.unb	(%) Beban	P _N (watt)	(%) P _N	(%) Beban	(%) B.unb	P _N (watt)	(%) P _N
10:00	72.51%	2.58%	724.25	0.0035 %	78 .77%	2.48%	836.58	0.0041 %	76.62%	2.58%	802.32	0.0039 %	2.22%	72.78%	535.146	0.0026 %	72.01 %	2.95%	942.79	0.0046 %
11:00	72.66%	2.54%	698.86	0.0034 %	79.46%	2.51%	830.34	0.0040 %	75.62%	2.68%	877.11	0.0043 %	2.41%	75.01%	638.092	0.0031 %	72.54 %	2.23%	525.84	0.0026 %
12:00	73.58%	2.09%	539.83	0.0026 %	76.12%	2.11%	563.20	0.0027 %	71.28%	2.05%	441.55	0.0021 %	2.55%	73.43%	739.855	0.0036 %	72.39 %	2.48%	693.15	0.0034 %
13:00	73.08%	2.45%	637.36	0.0031 %	77.16%	2.09%	632.28	0.0031 %	82.42%	2.27%	739.86	0.0036 %	2.40%	73.81%	759.600	0.0037 %	72.01 %	2.31%	580.79	0.0028 %
14:00	72.62%	1.87%	412.35	0.0020 %	78.20%	1.92%	499.72	0.0024 %	81.50%	3.07%	899.03	0.0044 %	2.73%	73.24%	829.921	0.0040 %	73.01 %	2.11%	524.19	0.0025 %
15:00	74.08%	1.59%	282.30	0.0014 %	77.73%	1.99%	515.32	0.0025 %	78.58%	2.02%	556.03	0.0027 %	2.51%	72.58%	721.145	0.0035 %	72.81 %	2.85%	919.03	0.0045 %
16:00	72.28%	1.45%	237.69	0.0012 %	78.77%	3.26%	1306.2 5	0.0063 %	78.39%	2.39%	724.25	0.0035 %	2.67%	71.97%	741.033	0.0036 %	72.20 %	2.67%	741.03	0.0036 %
17:00	72.58%	1.58%	294.80	0.0014 %	72.43%	2.41%	650.54	0.0032 %	78.04%	2.50%	789.70	0.0038 %	2.39%	70.81%	622.523	0.0030 %	72.08 %	2.39%	622.52	0.0030 %
18:00	74.93%	1.88%	512.37	0.0025 %	71.74%	2.01%	432.21	0.0021 %	81.58%	2.32%	788.49	0.0038 %	2.23%	82.69%	713.035	0.0035 %	74.04 %	1.66%	355.59	0.0017 %
19:00	81.69%	1.95%	556.03	0.0027 %	79.35%	1.89%	499.72	0.0024 %	83.16%	1.85%	474.26	0.0023 %	2.27%	83.42%	736.720	0.0036 %	75.74 %	3.10%	1052.0 6	0.0051 %
20:00	78.31%	2.26%	666.08	0.0032 %	78.08%	2.31%	721.15	0.0035 %	80.58%	2.13%	630.83	0.0031 %	2.30%	81.46%	780.410	0.0038 %	77.27 %	2.29%	666.08	0.0032 %
21:00	75.74%	2.17%	557.39	0.0027 %	74.62%	2.24%	572.47	0.0028 %	78.54%	2.15%	605.37	0.0029 %	2.09%	79.62%	661.992	0.0032 %	77.08 %	2.16%	596.53	0.0029 %
22:00	68.89%	1.97%	384.43	0.0019 %	69.89%	2.39%	591.26	0.0029 %	78.89%	1.88%	563.54	0.0027 %	1.97%	74.12%	425.934	0.0021 %	75.74 %	1.76%	357.22	0.0017 %



Gambar 9. Grafik perbandingan antara persentase pembebanan terhadap waktu

Berdasarkan Tabel 2 Data hasil perhitungan (%) pembebanan, maka dapat dilihat bahwa dari perhitungan yang dilakukan, diketahui persentase pembebanan tertinggi ialah sebesar 81.69% dan dengan yang terendah ialah sebesar 68.89%.

Dari Tabel data hasil perhitungan diatas juga dapat dibuat grafik persentase persentase pembebanan terhadap waktu. Berikut Gambar 9 Grafik persentase pembebanan.

Gambar 9 menunjukkan grafik perbandingan antara persentase pembebanan terhadap waktu pada saat pengambilan data dimulai dari pukul 09:00 s.d 22:00 selama lima hari sampel yang diambil, dapat dilihat persentase pembebanan tertinggi dari data yang dianalisis ialah sebesar 83.42% dan yang terendah sebesar 77,27%.

Saat dirata-ratakan, maka didapatkan persentase pembebanan setiap harinya, yaitu rata-rata sebesar 81.08%. Setelah analisa persentase pembebanan dilakukan, selanjutnya bisa dilakukan analisa ketidakseimbangan beban pada trafo tenaga di GI Sukamerindu, Bengkulu.

5. KESIMPULAN

Dari hasil analisis didapatkan bahwa trafo IV Sukamerindu terdapat arus netral yang mengalir yang artinya bahwa kondisinya dalam keadaan tidak seimbang. Rugi arus netral rata-rata pada transformator unit IV GI Sukamerindu, didapatkan sebesar 639 watt. Rugi arus netral yang terjadi pada transformator unit IV GI Sukamerindu, Bengkulu tidak membahayakan sistem, karena rugi yang dihasilkan cukup kecil, dengan persentase rugi arus netral rata-rata hanya sebesar 0,0031% dari daya transformator rata-rata 20,62 MW.

6. REFERENSI

- [1] Nazarudin, “Analisis Aliran Beban Tak Seimbang Pada Jaringan Distribusi Sistem Radial Feeder Lk 07 Sistem Kelistrikan Lhokseumawe”, Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, Aceh, 2018.
- [2] Sogen, Markus Dwiyanto Tobi, “Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Pt Pln (Persero) Area Sorong”, Jurnal Electro Luceat Vol. 4 No. 1 Juli 2018, Sorong, 2018.
- [3] Gamma Ayu Kartika Sari, “Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi Studi Kasus Pada Pt. Pln (Persero) Rayon Blora”, Skripsi, Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018.
- [4] Charles K Alexander, Matthew N.O Sadiku, “Fundamentals of electric circuits 4th edition”, , 2009, Mc Graw Hill.
- [5] Sudaryatno Sudirham, 1991. Pengaruh Ketidakseimbangan Arus Terhadap Susut Daya pada Saluran, Bandung: ITB, Tim Pelaksana Kerjasama PLN-ITB