

Analisis Terjadi Overload Transformator Pada Saluran Distribusi Di PT.PLN (Persero) ULP Bitung

Regina C. Wagey, Lily S. Patras, Maickel Tuegeh

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu, 95115, Indonesia

E-mails : reginawagey3@gmail.com , lily_spatras@unsrat.ac.id , maickel_tuegeh@unsrat.ac.id.

Abstract — In the Bitung city area, there are many industries that are growing, starting from factories, offices, ports and others. Where electricity in the city of Bitung must have a lot of disturbances, especially disturbances at distribution substations caused by distribution transformers, namely overload or overcurrent. The purpose of this study was to determine the cause of the occurrence of overload disturbances in the city of Bitung and losses in transformers that occurred overload. From the calculation results, most of the loading at night where the location of the substation is mostly located in residential areas. This is due to household use at night. There are also power losses that occur in overloaded transformers during the day as much as 20,346.99 Watts and 41,828.92 Watts at night.

Keywords : Losses, Overload, Transformator, Disturbance.

Abstrak — Pada daerah kota bitung terdapat banyak perindustrian yang tumbuh mulai dari pabrik-pabrik, kantor, pelabuhan dan lain-lain. Dimana kelistrikan di kota bitung pasti banyak terjadi gangguan, khususnya gangguan pada gardu distribusi yang disebabkan oleh transformator distribusi yaitu overload atau beban lebih. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya gangguan overload pada kota bitung dan rugi-rugi pada transformator yang terjadi overload. Dari hasil perhitungan pembebanan paling banyak pada malam hari dimana lokasi gardu sebagian besar terletak di daerah permukiman. Hal ini dikarenakan pemakaian pada rumah tangga pada malam hari. Terdapat juga rugi-rugi daya yang terjadi pada transformator yang overload pada siang hari sebanyak 20.346,99 Watt dan pada malam hari 41.828,92 Watt.

Kata kunci — Rugi-rugi, Beban Lebih, Transformator, Gangguan.

I. PENDAHULUAN

Pada suatu jaringan distribusi, salah satu komponen yang berperan penting dalam penyaluran energi listrik adalah Transformator Distribusi. Transformator Distribusi adalah komponen yang berperan penting dalam penyaluran tenaga

listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Transformator digunakan sebagai menaikkan tegangan (Transformator step-up) dan juga digunakan sebagai menurunkan tegangan (Transformator step-down). Kerusakan pada transformator distribusi dapat mengakibatkan ketidaknyamanan pada konsumen terganggu, sehingga mengakibatkan kerusakan peralatan listrik pada konsumen. Salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada transformator distribusi yaitu dengan terjadinya overload pada transformator distribusi.

Overload (beban lebih) pada transformator distribusi dapat terjadi dikarenakan adanya beban yang melebihi kapasitas maksimum pada transformator yang terpasang. Oleh karena itu, untuk menjaga kehandalan dalam penyaluran tenaga listrik perlu memperhatikan pembebanan pada transformator agar tidak melewati kapasitas maksimum pada transformator untuk menjaga keefisien daya listrik pada konsumen.

Pembebanan lebih pada transformator akan berpengaruh pada kualitas kinerja trafo dimana beban yang berlebih akan menimbulkan panas pada trafo sehingga trafo mengalami gangguan dan dapat mempengaruhi umur trafo yang mana trafo akan bekerja dengan kondisi tidak efisien.

A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi adalah bagian dari sistem tenaga listrik, dimana sistem ini bertujuan untuk mengirimkan energi listrik dari unit pembangkit adalah 11 kV sampai 24 kV, kemudian tegangannya dinaikkan oleh gardu induk tegangan tinggi dengan transformator penaik tegangan (step up) menjadi 500 kV, kemudian disalurkan melalui transmisi. Tujuan dari dinaikkan tegangan sampai 500 kV adalah untuk mengurangi kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana kerugian daya adalah sebanding kuadrat arus yang mengalir.

B. Gardu Distribusi

Gardu distribusi tenaga listrik merupakan suatu bangunan gardu listrik yang terdiri atas instalasi perlengkapan hubung bagi tegangan menengah (PHB-TM), transformator distribusi (TD) dan perlengkapan hubung bagi tegangan rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik

bagi para pelanggan dengan tegangan menengah (TM 20 kV) maupun tegangan rendah (TR 220/380 V). Fungsi gardu distribusi adalah sebagai tempat membagi, mengumpulkan dan menyalurkan tenaga listrik dimana sebelum disalurkan ke konsumen diubah terlebih dahulu dari tegangan menengah ke tegangan rendah.

C. Transformator Distribusi

Pada umumnya, transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain tanpa merubah frekuensi dari sistem, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Fungsi transformator distribusi untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi.

Sebuah transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan sekunder.

D. Pembebanan Transformator Distribusi

Beban yang dilayani oleh transformator sangat mempengaruhi terhadap umur pemakaian serta efisiensinya pada suatu transformator. Maka dari itu, pada transformator akan mengakibatkan terjadinya pemanasan pada kumparan akibat adanya pembebanan transformator.

Untuk menghitung arus beban penuh (I_{FL}) dapat menggunakan persamaan :

$$I_{FL} = \frac{S}{V \times \sqrt{3}} \tag{1}$$

Dimana :

I_{FL} = Arus beban penuh (A)

S = Daya Transformator (kVA)

V = Tegangan sisi sekunder transformator (V)

Rumus untuk menghitung rata-rata arus beban ($I_{rata-rata}$), yakni:

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \tag{2}$$

Dimana :

$I_{rata-rata}$ = Rata-rata arus beban (A)

I_R = Arus beban R (A)

I_S = Arus beban S (A)

I_T = Arus beban T (A)

Dalam menghitung presentase pembebanan suatu transformator dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{beban} = \frac{I_{rata-rata}}{I_{FL}} \times 100\% \tag{3}$$

E. Ketidakseimbangan Beban Transformator

Masalah yang sering timbul pada sistem tiga fasa yaitu beban tidak seimbang, biasanya terjadi karena beban pada salah satu fasa lebih mendominasi dari ketiga fasa tersebut. Untuk menghitung ketidakseimbangan beban digunakan persamaan sebagai berikut :

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \tag{4}$$

Dimana besarnya arus fasa dalam keadaan seimbang sama dengan besarnya arus rata-rata, maka koefisien a, b dan c diperoleh dengan

$$a = \frac{I_R}{I} \tag{5}$$

$$b = \frac{I_S}{I} \tag{6}$$

$$c = \frac{I_T}{I} \tag{7}$$

dengan I_R , I_S , dan I_T berturut-turut adalah fase R, S, dan T. Oleh karena itu, dapat juga dicari presentase rata-rata ketidakseimbangan beban dengan rumus sebagai berikut :

$$\% = \frac{\{|a-1|+|b-1|+|c-1|\}}{3} \times 100\% \tag{8}$$

Dimana :

I_R = Arus R

I_S = Arus S

I_T = Arus T

a = koefisien a

b = koefisien b

c = koefisien c

F. Overload Transformator

Menurut SPLN (Standart Perusahaan Listrik Negara), transformator distribusi diusahakan agar tidak dibebani lebih dari 80% atau dibawah 40%. Jika melebihi atau kurang dari nilai tersebut transformator bisa dikatakan overload atau underload.

G. Rugi-rugi Daya Transformator

Pada dasarnya energi listrik yang dimasukkan ke transformator tidak sama dengan energi listrik yang dikeluarkan dari transformator tersebut, hal ini dikarenakan adanya rugi-rugi yaitu adanya arus yang hilang saat melewati trafo tersebut, rugi-rugi daya dapat dibagi menjadi dua yaitu rugi ini (P_i) dan rugi tembaga (P_{CU}).

Untuk menghitung rugi-rugi daya pada transformator dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rugi-rugi trafo} : P_B + (b^2 \times P_{CU}) \tag{9}$$

Dimana :

P_B = rugi-rugi besi

P_{CU} = rugi-rugi tembaga

b = presentase pembebanan

II. METODE PENELITIAN

A. Data Lokasi

Pada tabel 1 menunjukkan data lokasi gardu yang mengalami overload.

Tabel 1
Data Lokasi

Penyulang	No Gardu	Lokasi
SI 1	MB 13	PERMUKIMAN
SI 1	MN 258	PERUSAHAAN
SI 2	MB 20	PERMUKIMAN
SI 2	MB 44	PERMUKIMAN
SI 2	MB 170	PERMUKIMAN
SI 2	MB 236	PERMUKIMAN
SI 4	MB 71	PERMUKIMAN
SI 4	MB 100	GEREJA
SI 4	MB 129	PERUMAHAN
SI 4	MB 130	PERUMAHAN
SI 4	MB 223	PERUMAHAN
SI 4	MB 231	PERMUKIMAN
SI 4	MB 233	PERUMAHAN
SI 5	MB 14	GEREJA
SI 5	MB 46	PERMUKIMAN
SI 5	MB 60	LAYANAN KESEHATAN
SI 5	MB 207	PERKANTORAN
SI 5	MB 208	PERMUKIMAN

B. Data Beban Arus

Pada Tabel 2 dan 3 menunjukkan beban arus pada siang hari dan malam hari sebanyak 18 gardu.

Tabel 2
Data Beban Arus Siang

Penyulang	No Gardu	DAYA	R			
			R	S	T	N
SI 1	MB 13	200	205	146	182	68
SI 1	MN 258	100	209	191	203	24
SI 2	MB 20	160	182	186	215	66
SI 2	MB 44	100	84	86	105	33
SI 2	MB 170	160	143	130	155	41
SI 2	MB 236	50	59	74	66	20
SI 4	MB 71	100	113	107	114	26
SI 4	MB 100	100	115	93	107	35
SI 4	MB 129	100	120	126	115	32
SI 4	MB 130	50	46	44	80	34
SI 4	MB 223	100	103	95	104	26
SI 4	MB 231	100	107	115	112	27
SI 4	MB 233	160	187	136	115	69
SI 5	MB 14	160	131	130	159	33
SI 5	MB 46	100	139	149	59	5
SI 5	MB 60	250	312	221	276	83
SI 5	MB 207	50	57	41	64	28
SI 5	MB 208	50	60	51	52	25

Tabel 3
Data Beban Arus Malam

Penyulang	No Gardu	DAYA	R			
			R	S	T	N
SI 1	MB 13	200	239	211	266	80
SI 1	MN 258	100	159	154	158	19
SI 2	MB 20	160	240	230	265	128
SI 2	MB 44	100	126	109	160	58
SI 2	MB 170	160	188	171	204	89

SI 2	MB 236	50	69	59	75	32
SI 4	MB 71	100	144	177	150	75
SI 4	MB 100	100	124	144	165	88
SI 4	MB 129	100	151	149	129	69
SI 4	MB 130	50	72	59	88	41
SI 4	MB 223	100	117	128	132	65
SI 4	MB 231	100	165	172	140	57
SI 4	MB 233	160	248	223	157	112
SI 5	MB 14	160	149	221	221	58
SI 5	MB 46	100	177	150	58	0
SI 5	MB 60	250	349	331	374	112
SI 5	MB 207	50	82	65	59	32
SI 5	MB 208	50	68	64	60	34

Berdasarkan data arus yang diperoleh maka, untuk mengetahui presentase pembebanan transformator distribusi maka terlebih dahulu menghitung I_{FL} dan $I_{rata-rata}$:

Siang Hari

Dimana :

- Kapasitas Daya Trafo : 200 kVA
- Tegangan Sekunder : 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{V \times \sqrt{3}} \quad (1)$$

$$= \frac{200.000}{400 \times \sqrt{3}}$$

$$= \frac{200.000}{692,8}$$

$$= 288,6 \text{ A}$$

Malam Hari

- Kapasitas Daya Trafo : 200 kVA
- Tegangan Sekunder : 400 V

$$I_{FL} = \frac{S}{V \times \sqrt{3}} \quad (1)$$

$$= \frac{200.000}{400 \times \sqrt{3}}$$

$$= \frac{200.000}{692,8}$$

$$= 288,6 \text{ A}$$

Setelah menghitung I_{FL} dapat dihitung arus rata-ratanya menggunakan persamaan (2)

Siang Hari :

Diketahui :

- Kapasitas Daya Trafo pada gardu MB 13 : 200kVA
- I_R : 205 A
- I_S : 146 A
- I_T : 182 A

$$I_{rata-rata} = \frac{IR+IS+IT}{3} \quad (2)$$

$$= \frac{205+146+182}{3}$$

$$= 177,6 \text{ A}$$

Malam Hari :

Diketahui :

- a. Kapasitas Daya Trafo pada gardu MB 13 : 200kVA
- b. I_R : 239 A
- c. I_S : 211 A
- d. I_T : 266 A

$$I_{\text{rata-rata}} = \frac{IR+IS+IT}{3} \quad (2)$$

$$= \frac{239+211+266}{3}$$

$$= 238,6 \text{ A}$$

Untuk menghitung presentase pembebanan trafo dengan menggunakan arus beban penuh dan arus rata-ratanya yang telah di hitung maka dari itu, nilai presentase pembebanan trafo distribusi digunakan persamaan (3)

Siang Hari :
Diketahui :

- a. $I_{\text{rata-rata}}$: 177,6 A
- b. I_{fl} : 288,6

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

$$= \frac{177,6}{288,6} \times 100\%$$

$$= 61,5 \%$$

Malam Hari :

Diketahui :

- a. $I_{\text{rata-rata}}$: 238,6 A
- b. I_{fl} : 288,6

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

$$= \frac{238,6}{288,6} \times 100\%$$

$$= 82 \%$$

Dengan menggunakan rumus yang sama (1) (2) dan (3) didapat hasil perhitungan presentase pembebanan trafo sebanyak 18 Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator

Beban dikatakan seimbang apabila arus fasanya sama dengan arus rata-ratanya. Sebelum menghitung presentase ketidakseimbangan beban, hitung terlebih dahulu arus rata-ratanya dengan persamaan (2). Setelah didapat arus rata-ratanya, dapat diketahui nilai koefisien a,b, dan C dengan menggunakan persamaan (5), (6), dan (7).

Siang Hari :

Diketahui :

- 1. I_R : 205 A
- 2. I_S : 146 A
- 3. I_T : 182 A
- 4. $I_{\text{rata-rata}}$: 177,6 A

$$a = \frac{IR}{I} = \frac{205}{177,6} = 1,15$$

$$b = \frac{IS}{I} = \frac{146}{177,6} = 0,82$$

$$c = \frac{IT}{I} = \frac{182}{177,6} = 1,02$$

Malam Hari :

Diketahui :

- 1. I_R : 239 A
- 2. I_S : 211 A
- 3. I_T : 266 A
- 4. $I_{\text{rata-rata}}$: 238,6 A

$$a = \frac{IR}{I} = \frac{239}{238,6} = 1,00$$

$$b = \frac{IS}{I} = \frac{211}{238,6} = 0,88$$

$$c = \frac{IT}{I} = \frac{266}{238,6} = 1,11$$

setelah didapat nilai koefisiennya. Dapat ditentukan presentase ketidakseimbangan beban dengan persamaan (8)

Siang Hari :

Diketahui :

- 1. a = 1,15
- 2. b = 0,82
- 3. c = 1,02

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

$$\% = \frac{\{|1,15-1| + |0,82-1| + |1,02-1|\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{\{|0,15| + |-0,18| + |0,02|\}}{3} \times 100\% = 11,6\%$$

Malam Hari :

Diketahui :

1. $a = 1,00$
2. $b = 0,88$
3. $c = 1,11$

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

$$\% = \frac{\{|1,00 - 1| + |0,88 - 1| + |1,11 - 1|\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{\{|0| + |-0,12| + |0,11|\}}{3} \times 100\% = 7\%$$

Dengan menggunakan rumus yang sama, maka didapat hasil presentase ketidakseimbangan beban transformator distribusi sebanyak 18 gardu pada penyulang SI 1, SI 2, SI 3 dan SI 5.

Standart ketidakseimbangan beban berdasarkan IEEE std. 446 1995 tidak lebih 20 %.

C. Perhitungan Rugi-rugi Transformator

Untuk menghitung rugi-rugi pada transformator distribusi, digunakan persamaan (9).

Siang Hari :

Diketahui :

$$P_B = 480 \text{ W}$$

$$P_{CU} = 2500 \text{ W}$$

$$b = 0,615$$

$$\text{Rugi-rugi Trafo} = P_B + (b^2 \times P_{CU})$$

$$= 480 + (0,615^2 \times 2500)$$

$$= 1.425,56 \text{ W}$$

Malam Hari :

Diketahui :

$$P_B = 480 \text{ W}$$

$$P_{CU} = 2500 \text{ W}$$

$$b = 0,820$$

$$\text{Rugi-rugi Trafo} = P_B + (b^2 \times P_{CU})$$

$$= 480 + (0,820^2 \times 2500)$$

$$= 2.161 \text{ W}$$

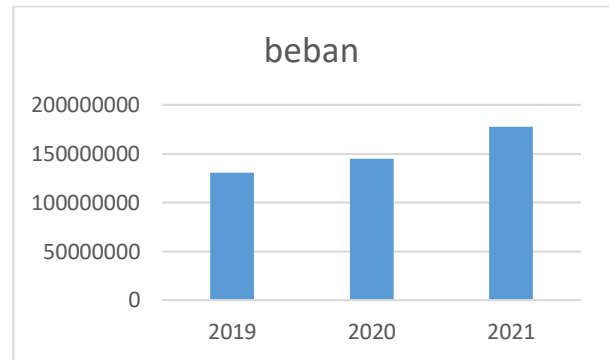
Dengan menggunakan persamaan yang sama (9) didapat besarnya rugi-rugi transformator pada siang dan malam hari.

Dapat dilihat pada Tabel 6.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perbandingan Beban Pertahun

Pada gambar 1 merupakan perbandingan beban pertahun dari 2019-2021.

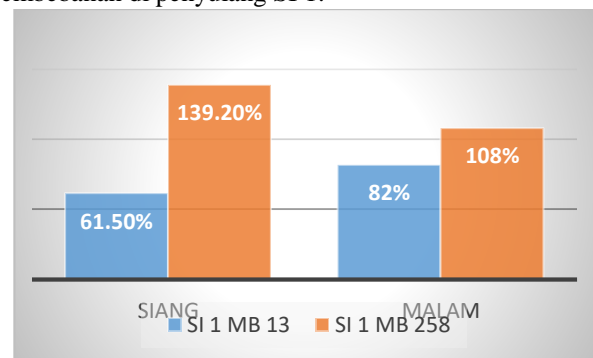


Gambar 1 Diagram Perbandingan Beban Pertahun

Dapat dilihat pada gambar 1 bahwa beban yang terpasang 3 tahun terakhir yaitu dari tahun 2019-2021, dapat dilihat bahwa beban yang terpasang pertahun semakin bertambah. Hal ini merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan overload.

B. Perbandingan presentase pembebanan di penyulang SI 1

Pada gambar 2 merupakan perbandingan presentase pembebanan di penyulang SI 1.

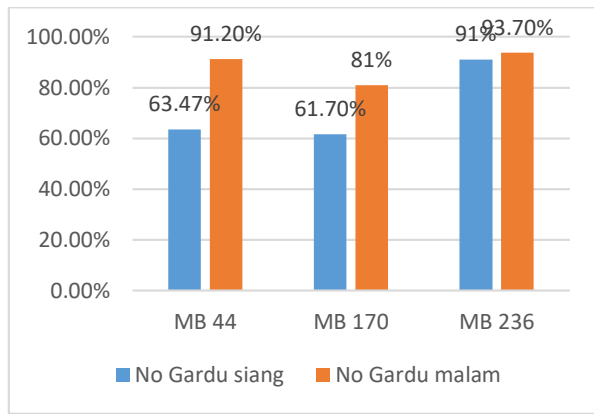


Gambar 2 Diagram Perbandingan di Penyulang SI 1

Pada gambar 2 bahwa perbandingan presentase pembebanan yang paling tinggi, terjadi pada gardu MB 258 dan di siang hari dengan presentase hingga mencapai 139,2 %. Hal ini dikarenakan gardu MB 258 berlokasi di perusahaan sehingga beban pada siang hari lebih besar dari pada malam hari.

C. Perbandingan presentase pembebanan di penyulang SI 2

Pada gambar 3 merupakan perbandingan presentase pembebanan pada penyulang SI 2.

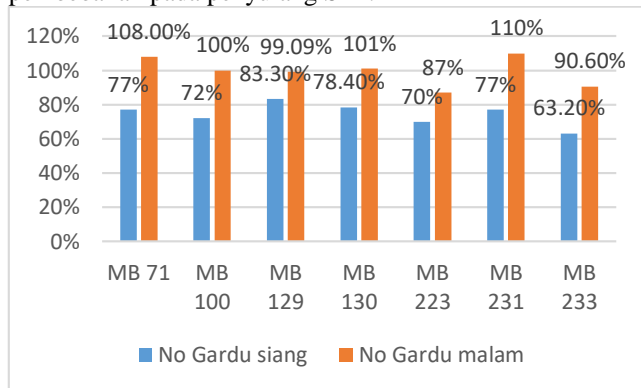


Gambar 3 Diagram perbandingan presentase pembebanan di SI 2.

Dapat dilihat pada gambar 3 bahwa presentase pembebanan paling tinggi terjadi di gardu MB 236 dan terjadi pada malam hari dengan presentase 93,7 %.

D. Perbandingan presentase pembebanan di penyulang SI 4

Pada gambar 4 merupakan perbandingan presentase pembebanan pada penyulang SI 4.

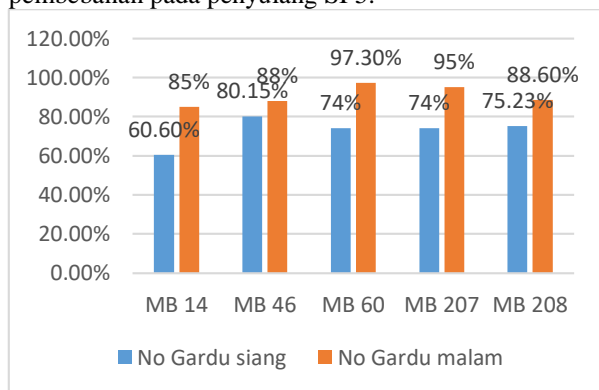


Gambar 4 Diagram perbandingan presentase pembebanan di SI 4.

Dapat dilihat pada gambar 4 bahwa perbandingan presentase pembebanan paling tinggi terjadi pada gardu MB 231 dengan presentase 110 % dan terjadi pada malam hari.

E. Perbandingan presentase pembebanan di penyulang SI 5

Pada gambar 5 merupakan perbandingan presentase pembebanan pada penyulang SI 5.



Gambar 5 Diagram perbandingan presentase pembebanan di SI 5.

Dapat dilihat pada gambar 5 bahwa presentase pembebanan paling tinggi terjadi pada gardu MB 207 dengan presentase 95% dan terjadi pada malam hari.

F. Analisa hasil perbandingan presentase pembebanan

Dari hasil perbandingan presentase yang di dapat pada hasil perhitungan pada siang dan malam hari, terlihat jelas perbandingannya dimana pada diagram rata-rata beban yang melebihi 80% terdapat pada malam hari. Berdasarkan pembebanan tersebut maka pembebanan pada transformator dinyatakan overload karena melewati batas standart dari PLN. Dimana penggunaan beban pada rumah tangga paling banyak pada malam hari. Dan juga terdapat 1 gardu yang bebannya lebih besar pada siang hari, dimana gardu ini berlokasi di perusahaan sehingga penggunaan beban yang lebih besar terdapat pada siang hari.

Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya gangguan overload pada transformator distribusi perlu dilakukan pengecekan atau memonitoring konsumen-konsumen pasang baru dan tambah daya dan juga perlu dilakkukan adanya tindakan perawatan secara rutin pada transformator.

Gangguan overload pada transformator juga bisa diatasi dengan cara melakukan uprating pada transformator ditribusi.

G. Analisa Hasil Ketidakseimbangan Beban

Adanya ketidakseimbangan dikarenakan pembebanan yang tidak merata sehingga hal ini mempengaruhi presentase ketidakseimbangan pada beban. Presentase ketidakseimbangan beban memiliki toleransi yaitu 20%. Dimana dapat dilihat pada tabel 5, bahwa ada beberapa gardu yang melewati batas toleransi dan mendekati batas toleransi. Yaitu pada gardu MB 130 dengan presentase 27% (pada siang hari) dan pada gardu MB 46 dengan presentase 32% (pada siang hari) dan 36% (pada malam hari). Ada juga 1 gardu dimana gardu ini mendekati batas toleransi yaitu pada gardu MB 233 dimana presentasenya 19% (pada siang hari).

H. Hasil Rugi-rugi Pada Transformator

Dari perhitungan rugi-rugi pada transformator distribusi yang mengalami gangguan overload, pada gambar 6. Didapat total rugi-rugi yang terjadi pada siang hari yaitu 20.346,99 Watt dan pada malam hari yaitu 41.828,92 Watt.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan data statistik pertahun dari 2019-2021 terjadi peningkatan beban yang terpasang setiap tahunnya.

Berdasarkan perhitungan presentase pembebanan, beban paling besar terdapat pada malam hari, hal ini dikarenakan lokasi transformator distribusi yang overload sebagian besar terdapat pada lokasi permukiman, dimana hal ini memepengaruhi pemakaian beban rumah tangga lebih besar pada malam hari.

Pada gardu MB 258 presentase pembebanan paling besar pada siang hari dengan presentase 139,2%, dimana gardu ini berlokasi di perusahaan, dan pemakaiannya lebih banyak pada siang hari dibandingkan pada malam hari.

Beban yang tidak merata menimbulkan adanya ketidakseimbangan beban, presentase ketidakseimbangan

beban memiliki toleransi 20% menurut IEE std 446 1995 dan terdapat 1 gardu yang mendekati batas toleransi dan 2 gardu yang melewati batas toleransi.

Terdapat rugi-rugi pada transformator yang overload dimana rugi pada siang hari yaitu 20.346,99 Watt dan pada malam hari 41.828,92 Watt.

B. Saran

Untuk mengatasi gangguan overload segera melakukan tindakan yaitu menaikkan tap pada trafo jika tap pada trafo masih kecil.

Untuk menjadi pertimbangan bagi pihak PLN dengan mengatasi gangguan overload segera dilakukan adanya tindakan yaitu dengan uprating trafo atau penggantian trafo.

Untuk memperkecil terjadinya gangguan overload, dilakukan pemeliharaan secara rutin.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Adam, M., & Prabowo, A. (2019). Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jumah Tegangan Pada Trafo BI 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi Etap 12.6. O. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(2), 62-69.
- [2]. Irsyad, M., & Sukmajati, S. (2021). *Analisa Mengatasi Transformator Yang Overload Dengan Metode Uprating Transformator Pada Gardu Distribusi Di PT. PLN (Persero) ULP Tanjung Karang* (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI PLN).
- [3]. SIHOTANG, R. F. A., Hariyati, R., & Diantari, R. A. (2020). *Mengurangi Overload Transformator Pada Gardu Distribusi PBD Dengan Penambahan Gardu Sisip PRY Di PT PLN (Persero) UP3 Depok* (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI PLN).
- [4]. Samsurizal, S., & Hadinoto, B. (2020). Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya Di PT. PLN (Persero) Up3 Pondok Gede. *KILAT*, 9(1), 136-142.
- [5]. Sutawinaya, I. P., & Teresna, I. W. (2017). STUDI ANALISIS PENAMBAHAN TRANSFORMATOR SISIPAN UNTUK MENOPANG BEBAN LEBIH DAN DROP TEGANGAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI KA 1516 PENYULANG BUDUK MENGGUNAKAN SIMULASI PROGRAM ETAP 7.0. *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, 14(3), 133
- [6]. MULYAWAN, I. M. M. H. (2021) ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN PADA TRAFODISTRIBUSI ULP PANAKKUKANG.
- [7]. Darwanto, A. (2021). ANALISIS KETIDAK SEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI Di PT. PLN (Persero) RAYON CEPU. *SIMETRIS*, 15(1), 35-42.
- [8]. Sofyan, I. A., Pramono, T. J., & Purwanto, S. (2020). ANALISIS PENGARUH BEBAN TIDAK SEIMBANG TERHADAP RUGI-RUGI DAN EFISIENSI PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PENYULANG SUNU (doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI PLN).



Regina Cicilia Wagey, lahir di Gorontalo pada tanggal 04 Maret 2001. Pada tahun 2018 penulis memulai pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado di Jurusan Teknik Elektro, pada tahun 2020 penulis mengambil konsentrasi minat Teknik Tenaga Listrik

.Dalam menempuh pendidikan, penulis juga pernah Kerja Praktek di PT PLN (persero) Up3 Manado pada bulan Oktober

2021 Desember 2022.

Selama perkuliahan penulis bergabung di beberapa organisasi yaitu Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) dan Keluarga Mahasiswa Katolik Fakultas Teknik (KMK-FT). Dan pada bulan juli 2022 penulis telah menyelesaikan pendidikandi Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan Judul Penelitian adalah Analisis Terjadi Overload Transformator Pada Saluran Distribusi di PT PLN (persero) ULP Bitung.