

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN BEBAN LISTRIK TERHADAP TRANSFORMATOR DAYA PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP PT. INDONESIA POWER UJP PLTU BARRU

Sri Wahyul¹, Asmar², Zahir Zainuddin³, Suryani⁴

^{1,2,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar,

³Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasnuddin Makassar

e-mail: wahyulsri08@gmail.com¹, asmarammaryam@gamil.com²,

zainuddinzhahir@gmail.com³, Suryani_basri@unismuh.ac.id⁴

Abstract—*Electric energy is a much needed thing in people's lives, the need for electrical energy as the times continue to increase. This research aims to find out the value of efficiency and the large load factor of transformers on PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru. The methods used in this study are primary and secondary research. The results obtained in this study are the average value of efficiency found in the power transformer when the highest loading of the day is 98.685%, the highest night 97.885%, the lowest in the day 98.557%, the night low 98.385% and the total loss value at the time of the highest load of the day 39.048Kv, the night high 38.705Kv, the day low 38.432Kv, and the night low 38,310%.*

Intisari—Energi listrik adalah hal yang sangat dibutuhkan pada kehidupan masyarakat, kebutuhan akan energi listrik seiring berjalannya zaman terus akan semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai efisiensi dan besar faktor beban transformator pada PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian primer dan sekunder. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah nilai rata-rata efisiensi yang terdapat pada transformator daya saat pembebanan tertinggi siang hari 98,685%, tertinggi malam hari 97,885%, terendah siang hari 98,557%, terendah malam 98,385% dan nilai rugi total pada saat beban tertinggi siang hari 39,048Kv, tertinggi malam 38,705Kv, terendah siang 38,432Kv, dan terendah malam 38,310%.

Kata Kunci : Beban listrik, Efisiensi, Rugi Daya, Transformator

I. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah hal yang sangat dibutuhkan pada kehidupan masyarakat, kebutuhan akan energi listrik seiring berjalannya zaman terus akan semakin meningkat. Indonesia merupakan Negara berkembang yang menjadikan teknologi sebagai peluang untuk mendorong pertumbuhan ekonomi. Tenaga listrik merupakan pedoman bagi kehidupan modern dan tersedianya jumlah dan mutu yang cukup menjadi syarat bagi

suatu masyarakat yang memiliki tingkat taraf kehidupan yang lebih baik dan perkembangan industry yang lebih maju. (Abdul 2010 : 3).

Salah satu alat yang digunakan dalam mengkonversi listrik yaitu transformator atau sering disebut trafo. Transformator ini berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Pada transformator terdapat banyak masalah-masalah yang timbul termasuk permasalahan efisiensi transformator.

Gangguan yang dapat mengakibatkan transformator tidak dapat bekerja secara efisien maka akan menyebabkan transformator tidak dapat bekerja secara optimal dan system kelistrikan konsumen akan terganggu.

Setelah melihat semakin meningkatnya pertumbuhan ekonomi, jumlah penduduk serta semakin berkembangnya bangunan-bangunan industri di Sulawesi selatan yang tentunya sangat bergantung pada kebutuhan energi listrik yang semakin besar dan lebih berkualitas. (Irwan Nas, 2017).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pembangkit Listrik Tenaga Uap PLTU Barru

Sesuai dengan nama pembangkitnya, PLTU adalah suatu pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi bahan bakar seperti minyak residu, batubara, cangkang kelapa sawit, gas alam atau sampah untuk memanaskan uap secara berulang-ulang. Pasokan bahan bakar yang begitu melimpah, sehingga sangat ekonomis dalam menghasilkan energi listrik. PLTU yang bekerja berdasarkan konversi energi, dimana energi kimia yang terkandung dalam bahan bakar di ubah menjadi energi mekanik kemudian diubah lagi menjadi energi listrik.

Cara kerja PLTU ialah dengan prinsip siklus air – uap – air. Sebuah sistem yang tertutup oleh kondensat atau air hasil pengkondensasian yang terjadi pada kondensor dengan kata lain air yang telah dimurnikan kemudian di pompa oleh kondensat pompa (condensat pump) ke pemanas yang bertekanan rendah. Air di masukkan ke daerator lalu dipanasi agar kandungan oksigennya hilang. Kemudian dipompa

kembali ke boiler feed water pump dimasukkan ke economizer, dari sini selanjutnya di alirkan ke pipatube boiler untuk dipanaskan. Pada kondisi ini air yang panas akan berbentuk uap air. Inilah yang kemudian terkumpul didalam steam drum. Selanjutnya pada super heater uap menjadi kering yang memiliki tekanan bertemperature tinggi, yang kemudian akan memutar poros turbin selanjutnya poros generator juga ikut berputar dalam tekanan tinggi yang dihubungkan dengan coupling. Dari putaran yang terus menerus ini kemudian menghasilkan energy listrik, yang selanjutnya dialirkan dan disalurkan sampai ke pelanggan. Uap yang dihasilkan tadi memiliki uap bebas dari turbin yang akan kembali di kondensasikan dari kondensator yang selanjutnya dipompa oleh water pump masuk ke pemanas yang bertekanan rendah selanjutnya ke aerator, boiler feed waterpump, pemanas yang bertekanan tinggi lanjut ke economizer dan terakhir ke boiler yang akan dipanaskan kembali dan menghasilkan uap lagi, siklus ini berputar dan akan terjadi ber ulang-ulang secara terus menerus.

Proses konversi energy listrik pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) terjadi melewati 3 tahap ialah :

1. Energy kimia pada bahan bakar dikonversikan menjadi eneri panas dalam bentuk uap yang memiliki tekanan dan temperature tinggi.
2. Energy panas kemudian di ubah menjadi gerak atau energy mekanik dalam bentuk putaran.
3. Energy gerak (energy mekanik) ini akan dikonversi menjadi energy listrik.

B. Transformator (Trafo)

Trafo yaitu peralatan listrik yang memiliki fungsi mengubah atau memindahkan energy listrik dari rangkaian satu atau lebih menuju ke rangkaian yang lainnya, sesuai dengan cara kerja induksi elektro magnet. Trafo banyak digunakan dibidang tenaga listrik ataupun dibidang elektronika. Trafo memiliki 2 jenis yaitu 1 fasa dan 2 fasa, bedanya ialah trafo 1 fasa memiliki satu sisi masukan dan keluaran yang disebut sisi primer(masukan) dan sisi sekunder(keluaran), sedang trafo 3 fasa memiliki 3 sisi primer dan 3 sisi sekunder.

C. Rugi-rugi daya Transformator

Rugi-rugi daya trafo dapat terjadi pada rugi besi dan terjadi pada rugi tembaga. Adapun untuk memperkecil rugi-rugi tembaga yang terjadi maka harus dilakukan pengambilan kawat tembaga yang memiliki penampang yang besar yang diperlukan dalam keadaan tanpa beban, adapun besar daya adalah sebagai berikut :

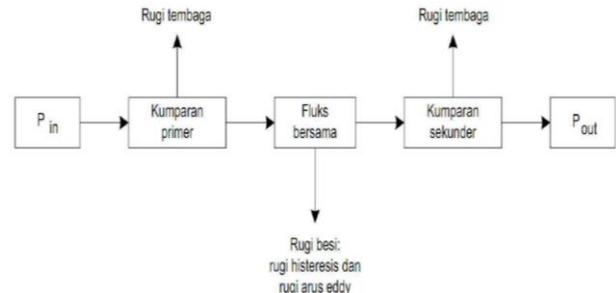
$$P = V I \cos \phi$$

Dimana $\cos V \phi$ = faktor kerja,

dari persamaan (2.3) diatas juga didapat

$$S = V \cdot I$$

$$\text{Maka } \cos \phi = \frac{P(W)}{S(VA)}$$



Gbr. 1 Diagram Rugi-rugi dan Efisiensi Transformator

D. Rugi Tembaga (P_{cu})

Rugi Tembaga merupakan suatu rugi yang terjadi sebab adanya arus beban mengalir melewati kawat tembaga, yang besarnya dapat dihasilkan sebesar :

$$P_{cu} = I_2 R$$

Dikarenakan arus beban yang berubah-ubah, sehingga rugi tembaga yang terjadi tidak konstan. Nilai rugi rugi-rugi tembaga dapat ditentukan dengan rumus persamaan :

$$P = I^2 R \quad P_1 = I_1^2 \cdot R \quad P_2 = I_2^2 \cdot R$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1^2}{I_2^2} \cdot R_{cu} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{I_1^2}{I_2^2}$$

$$S_1 = V \cdot I_1$$

$$S_2 = V \cdot I_2$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{V \cdot I_1}{V \cdot I_2}$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{I_1}{I_2}$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{I_1^2}{I_2^2} \right) = \left(\frac{I_1}{I_2} \right)^2 = \frac{I_1}{I_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2$$

$$P_2 = \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2 \times P_1$$

$$P_2 = \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2 \times P_{t1}$$

Keterangan :

P_{t2} = rugi-rugi tembaga pada saat pembebanan tertentu

P_{t1} = rugi-rugi tembaga beban penuh

S_2 = beban yang dioperasikan

S_1 = nilai pengenalan

E. Rugi Besi (P_i)

Sedangkan untuk rugi-rugi inti (rugi besi) dalam keadaan normal selalu konstan tidak tergantung terhadap besarnya perubahan beban dan rugi ini dapat dikelompokkan dalam dua bagian yaitu :

- a. Rugi Histeresis (P_h) Rugi ini akibat dari inti besi menerima fluksi bolak-balik, yang dinyatakan dengan persamaan :

$$P_h = K_h \cdot f \cdot B_{mask} \text{ Watt}$$

Keterangan :

- Ph = Rugi arus pusing (w/kg)
Kh = Konstanta material inti
F = Frekuensi (Hz)
B_{mask} = Nilai puncak medan Magnet (T)

- b. Rugi Eddy Current (P_e)

Rugi ini terjadi karena disebabkan oleh arus pusing yang ada pada inti besi.

Dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_e = K_e \cdot f^2 \cdot B_{mask}^2$$

Keterangan :

- P_e = rugi-rugi arus pusing
K_e = konstanta material inti
F = frekuensi (Hz)
B_{mask} = nilai puncak medan magnet (T)

F. Efisiensi Transformator

Efisiensi Trafo menunjukkan tingkat keefisienannya pada perbandingan rating output terhadap input.

Adapun persammannya dapat dinyatakan sbb :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \sum \text{rugi-rugi}} \times 100\%$$

Keterangan :

- Pin = daya input trafo
Pout = daya output trafo
 $\sum \text{rugi-rugi} = P_{cu} + P_i$

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos \phi}{V_2 I_2 \cos \phi + V_2^2 R_{2ek} + P_i}$$

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos \phi}{V_2 I_2 \cos \phi + V_2^2 R_{2ek} + \frac{P_1}{I_2}}$$

Agar efisiensi maksimum

$$\frac{d}{dI_2} = \left(I_2 R_{2ek} = \frac{P_1}{I_2} \right) 0$$

$$\text{Jadi } R_{2ek} = \frac{P_1}{I_2}$$

$$P_1 = I_2^2 R_{2ek} = P_{cu}$$

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian berikut :

1. Penelitian pustaka

Metode ini digunakan untuk mengumpulkan data-data atau informasi dengan cara membaca dan mengkaji sumber literatur seperti , buku, artikel, laporan kerja dan dokumen lain sesuai masalah yang diteliti.

2. Penelitian lapangan

Metode ini dilakukan secara langsung oleh peneliti terhadap obyek penelitian, yaitu kajian penampang penghantar dalam system kelistrikan di area tambak.

a. Observasi (Pengamatan Langsung)

Penulis mengadakan pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti guna mngumpulkan data-data.

b. Interview (Wawancara)

Penulis melakukan tanya jawab secara langsung untuk memperoleh data-data dengan pihak-pihak yang memahami permasalahan ini.

B. Teknik Analisis Data

Metode dalam menganalisis data menggunakan teknik perhitungan berdasarkan rumus-rumus yang telah ditetapkan (Analisis matematis). Adapun dalam perhitungan nilai efisiensi transformator daya dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \sum \text{rugi-rugi}} \times 100\%.$$

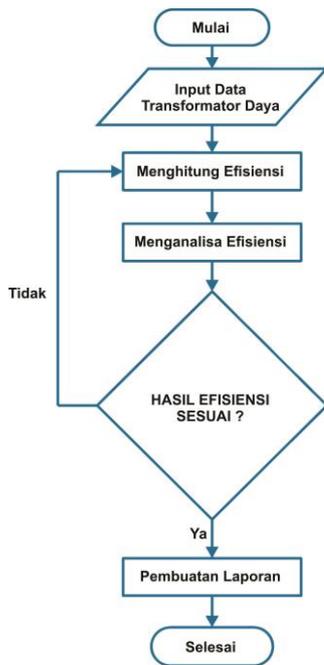
Keterangan ;

- Pin = daya Input Trafo
Pout = daya Output Trafo
 $\Sigma \text{ rugi-rugi} = P_{cu} + P_i$

C. Hasil

Hasil adalah penyelesaian dari permasalahan yang ada dalam penelitian ini. Permasalahan yang ada diselesaikan dengan cara matematis menggunakan persamaan yang sudah ada, hasil penelitian ini berupa kesimpulan yang menunjukkan data dan pengaruh perubahan beban listrik terhadap transformator daya pada PT. Indonesia Power UJP PLTU Barru.

D. Flowchart Penelitian



Gbr. 2 Flowchart Penelitian

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data

Tabel I

Data pembebanan tertinggi siang hari

Tanggal	Data			
	Tegangan	Daya		Arus
	kV	MW	MVAR	A
Minggu, 21 November 2021	20	2.77	1.03	86
Senin, 22 November 2021	20	2.93	1.05	92
Selasa, 23 November 2021	20	2.92	1.02	88
Rabu, 24 November 2021	20	4.09	1.47	125,6
Kamis, 25 November 2021	20	3.04	1.14	93,6
Jumat, 26 November 2021	20	2.90	1.04	90,3
Sabtu, 27 November 2021	20	2.87	1.01	89,3

Tabel II

Data pembebanan tertinggi malam hari

Tanggal	Data
---------	------

Tabel III

Data pembebanan terendah siang hari

Tanggal	Data			
	Tegangan	Daya		Arus
	kV	MW	MVAR	A
Minggu, 21 November 2021	20	2.59	0.99	80,6
Senin, 22 November 2021	20	2.84	1.03	88
Selasa, 23 November 2021	20	2.75	1.02	86,3
Rabu, 24 November 2021	20	2.84	1.07	87,6
Kamis, 25 November 2021	20	2.92	1.13	90
Jumat, 26 November 2021	20	2.71	1.02	85,6
Sabtu, 27 November 2021	20	2.69	1.00	83,6

Tabel IV

Data pembebanan terendah malam hari

Tanggal	Data
---------	------

	Tegangan	Daya		Arus
	kV	MW	MVAR	A
Minggu, 21 November 2021	20	2.30	0.56	69,3
Senin, 22 November 2021	20	2.43	0.61	73
Selasa, 23 November 2021	20	2.53	0.60	75,3
Rabu, 24 November 2021	20	2.45	0.51	72,6
Kamis, 25 November 2021	20	2.50	0.61	74,6
Jumat, 26 November 2021	20	2.45	0.61	73,3
Sabtu, 27 November 2021	20	2.27	0.54	68,3

B. Daya Semu / Daya Total

Berdasarkan data pembebanan pada table 4.2 sampai table 4.5, Pada tanggal 21 November sampai dengan tanggal 27 November 2021. Dengan melihat data tertinggi maupun data yang terendah Arus(ampere) maka, dengan memakai persamaan akan menghasilkan daya semu / daya total. Sebagai salah satu contoh perhitungan data untuk pembebanan trafo daya beban tertinggi siang hari.

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

$$S = \sqrt{3} \cdot 20000 \cdot 86$$

$$S = 2,979$$

Sedangkan untuk mendapatkan nilai dari $\cos\phi$, dapat dihitung dengan persamaan :

$$\cos\phi = (P(MW))/(S(MVA))$$

$$\cos\phi = (2,77(MW))/(2,979(MVA))$$

$$\cos\phi = 0.92$$

C. Rugi-Rugi Inti

Dari perolehan data yang didapatkan dari perusahaan bahwa Trafo Daya yang digunakan memiliki rugi-rugi Inti sebesar 38KW dan rugi-rugi tembaga beban penuh 220 kW. Rugi-rugi yang terjadi dapat dihitung dengan memperhitungkan trafo daya dalam keadaan tanpa beban,

sedangkan dalam keadaan normal rugi inti yaitu konstan tidak bergantung kepada besarnya beban.

D. Rugi-Rugi Tembaga

Pembebanan yang terjadi pada trafo dapat menghasilkan rugi-rugi tembaga karena rugi inti merupakan rugi yang nialainya konstan tidak tergantung pada perubahan beban, sedangkan perubahan beban yang terjadi dapat menyebabkan berubahnya arus pada kumparan trafo, yang menyebabkan besar kecilnya rugi-rugi yang dihasilkan pada kumparan trafo daya tersebut. Dalam menentukan rugi-rugi tembaga pada setiap pembebanan, maka dapat melakukan perhitungan dengan persamaan. Sebagai berikut :

$$P_2 = (S_2/S_1)^2 \times P_{tl}$$

$$P_2 = (2979/63000)^2 \times 220$$

$$P_2 = 0,491 \text{ kW}$$

$$\text{Rugi Total} = \text{Rugi inti} + \text{Rugi tembaga}$$

$$= 38\text{kW} + 0,491\text{kW} = 38,491\text{kW}$$

Maka efisiensinya dapat dihitung dengan ;

$$\eta = P_{out}/P_{(out + \sum \text{rugi-rugi})} \times 100 \%$$

$$\eta = 2770/(2770+38,491) \times 100\%$$

$$\eta = 98,6\%$$

Dengan perhitungan yang sama dapat pula dihitung berapa besar daya semu (S). $\cos\phi$, Pcu, rugi total, dan Efisiensi.

V. HASIL PENELITIAN

A. Hasil Pembebanan dan Efisiensi

Tabel V
Analisis pembebanan tertinggi siang hari

Tgl	Tegangan	Arus	Daya aktif	Daya Semu	Cos ϕ	Pcu (Kw)	Rugi Total (Kw)	Efisiensi (%)
	kV	(A)	(MW)	(MVA)				
21-Nov 2021	20	86	2.77	2,979	0,92	0,491	38,491	98,6%
22-Nov 2021	20	92	2.93	3,186	0,91	0,562	38,562	98,7%
23-Nov 2021	20	88	2.92	3,048	0,95	0,514	38,514	98,6%
24-Nov	20	125,6	4.09	4,350	0,94	1,048	39,048	99%

2021								
25-Nov 2021	20	93,6	3.04	3,242	0,93	0,582	38,582	98,7%
26-Nov 2021	20	90,3	2.90	3,128	0,92	0,542	38,542	98,6%
27-Nov 2021	20	89,3	2.87	3,093	0,92	0,511	38,511	98,6%

Efisiensi rata-rata adalah : 98,685%

Tabel VI

Analisis pembebanan tertinggi malam hari

Tgl	Tegangan	Arus	Daya aktif	Daya Semu	Cos ϕ	Pcu	Rugi Total	Efisiensi
	kV	(A)	(MW)	(MVA)		(Kw)	(Kw)	
21-Nov 2021	20	104,3	3.52	3,613	0,97	0,723	38,723	98,9%
22-Nov 2021	20	111,6	3.73	3,865	0,96	0,828	38,828	98,9%
23-Nov 2021	20	109	3.75	3,775	0,99	0,789	38,789	98,9%
24-Nov 2021	20	113	3.84	3,914	0,98	0,849	38,849	98,9%
25-Nov 2021	20	111	3.78	3,845	0,98	0,819	38,819	98,9%
26-Nov 2021	20	110,3	3.73	3,820	0,97	0,808	38,808	98,9%
27-Nov 2021	20	103	3.37	3,568	0,94	0,705	38,705	98,8%

Efisiensi rata-rata adalah : 98,885%

Tabel VII

Analisis pembebanan terendah siang hari

Tgl	Tegangan	Arus	Daya aktif	Daya Semu	Cos ϕ	Pcu	Rugi Total	Efisiensi
	kV	(A)	(MW)	(MVA)		(Kw)	(Kw)	
21-Nov 2021	20	69,3	2.30	2,400	0,95	0,319	38,319	98,3%

22-Nov 2021	20	73	2.43	2,528	0,96	0,354	38,354	98,4%
23-Nov 2021	20	75,3	2.53	2,608	0,97	0,377	38,377	98,5%
24-Nov 2021	20	72,6	2.45	2,514	0,96	0,350	38,350	98,4%
25-Nov 2021	20	74,6	2.50	2,584	0,96	0,370	38,370	98,4%
26-Nov 2021	20	73,3	2.45	2,539	0,96	0,357	38,357	98,4%
27-Nov 2021	20	68,3	2.27	2,365	0,95	0,310	38,310	98,3%

Efisiensi rata-rata adalah : 98,557%

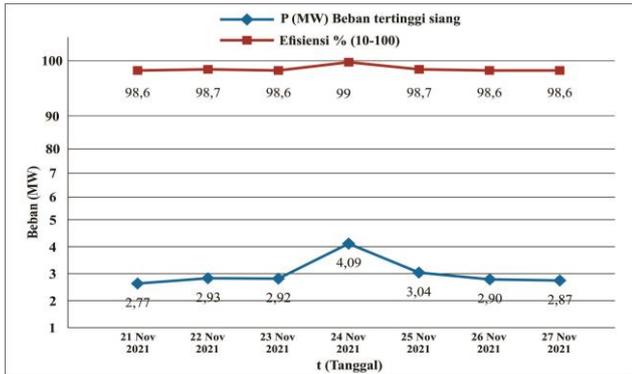
Tabel VI

Analisis pembebanan tertinggi malam hari

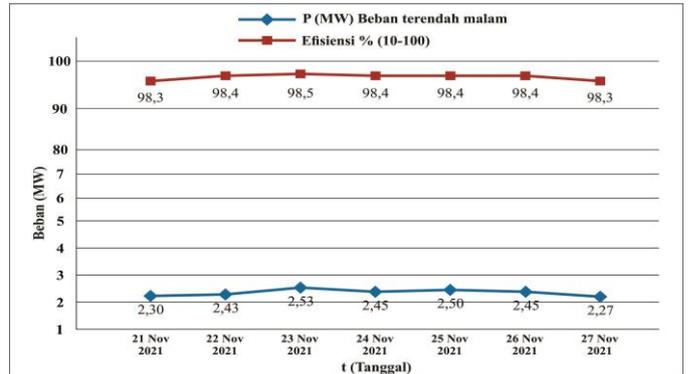
Tgl	Tegangan	Arus	Daya aktif	Daya Semu	Cos ϕ	Pcu	Rugi Total	Efisiensi
	kV	(A)	(MW)	(MVA)		(Kw)	(Kw)	
21-Nov 2021	20	69,3	2.30	2,400	0,95	0,319	38,319	98,3%
22-Nov 2021	20	73	2.43	2,528	0,96	0,354	38,354	98,4%
23-Nov 2021	20	75,3	2.53	2,608	0,97	0,377	38,377	98,5%
24-Nov 2021	20	72,6	2.45	2,514	0,96	0,350	38,350	98,4%
25-Nov 2021	20	74,6	2.50	2,584	0,96	0,370	38,370	98,4%
26-Nov 2021	20	73,3	2.45	2,539	0,96	0,357	38,357	98,4%
27-Nov 2021	20	68,3	2.27	2,365	0,95	0,310	38,310	98,3%

Efisiensi rata-rata adalah : 98,385%

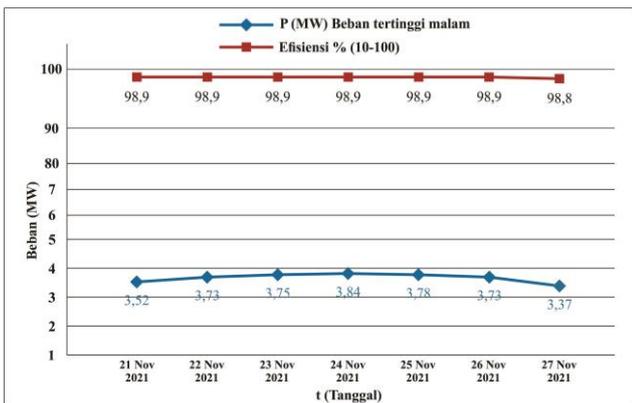
B. Hasil perbandingan daya saat pembebanan terhadap efisiensi transformator



Gbr. 3 Perbandingan daya terhadap efisiensi tertinggi siang hari



Gbr. 6 Perbandingan daya terhadap efisiensi terendah malam hari



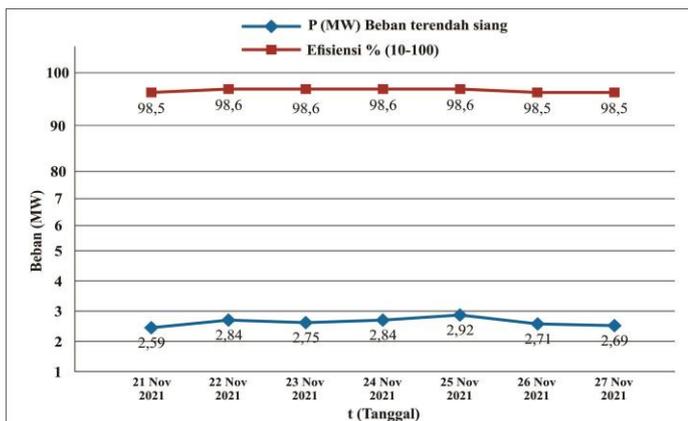
Gbr. 4 Perbandingan daya terhadap efisiensi tertinggi malam hari

Pada grafik sebelumnya yaitu menampilkan data-data pada saat terjadi pembebanan, maka dapat dilihat juga pengaruh yang terjadi pada nilai efisiensinya. Pada grafik juga terlihat pada trafo daya saat beban tertinggi maupun pada saat beban terendah dapat juga mempengaruhi nilai efisiensi trafo walaupun nilainya tidaklah signifikan. berikut persammannya :

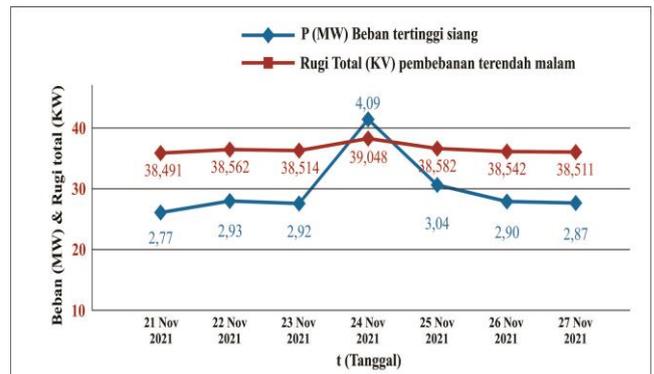
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + \Sigma \text{rugi-rugi}} \times 100\%$$

Persamaan diatas memperlihatkan bahwa rugi-rugi yang terjadi pada transformator itu sendiri turut mempengaruhi nilai efisiensinya.

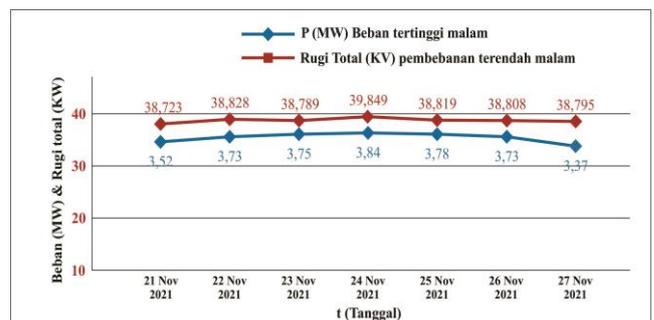
C. Hasil perbandingan daya saat pembebanan terhadap rugi total transformator



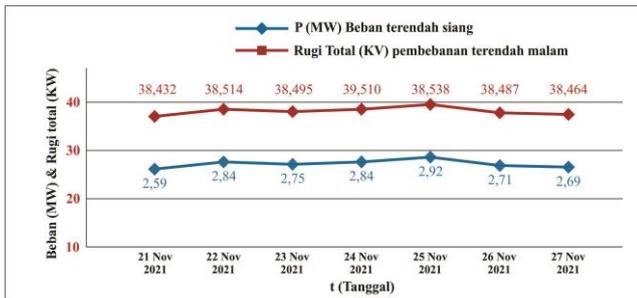
Gbr. 5 Perbandingan daya terhadap efisiensi terendah siang hari



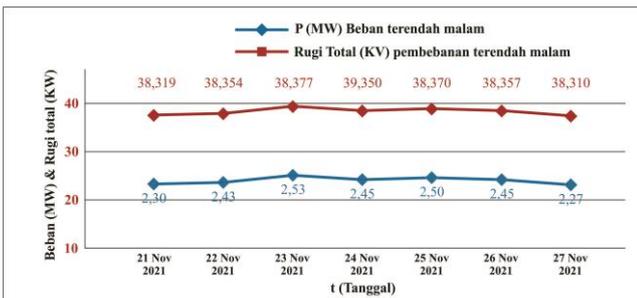
Gbr. 7 Perbandingan daya terhadap efisiensi rugi total tertinggi siang hari



Gbr. 8 Perbandingan daya terhadap efisiensi rugi total tertinggi malam hari



Gbr. 9 Perbandingan daya terhadap efisiensi rugi total terendah siang hari



Gbr. 10 Perbandingan daya terhadap efisiensi rugi total terendah malam hari

Pada grafik sebelumnya yaitu menampilkan data-data pada saat terjadi pembebanan, maka dapat dilihat juga pengaruh yang terjadi pada nilai Rugi-rugi transformator yang juga akan sangat berpengaruh terhadap nilai efisiensi transformatornya. Pada grafik juga terlihat pada trafo daya saat terjadi perubahan daya, maka terjadi pula rugi-rugi total trafo (rugi-rugi tembaga pada transformator) sedangkan rugi-rugi inti tdk mengalami perubahan dimana; Rugi total = Rugi Inti + Rugi Tembaga

Berikut persamaan perubahan rugi tembaga terhadap daya :

$$pt2 = \frac{S_2}{S_1} \times pt1$$

dengan persamaan tersebut dapat diketahui bahwa perubahan daya yang terjadi juga dapat mempengaruhi rugi-rugi tembaga.

VI. KESIMPULAN

Hasil analisa dan perhitungan nilai rata-rata efisiensi yang terdapat pada transformator daya saat pembebanan tertinggi siang hari 98,685% dan saat pembebanan tertinggi malam hari 97,885%. Sedangkan, pada saat terendah siang 98,557% dan saat beban terendah malam 98,385%.

Analisis nilai rugi total yang terdapat pada transformator daya pada saat beban tertinggi siang 39,048kv dan pada saat beban tertinggi malam 38,705kv sedangkan pada saat terendah siang 38,432kv dan pada saat terendah malam 38,310kv.

REFERENSI

- [1] Abdul Kadir (2010). *Pembangkit Tenaga Listrik. Edisi revisi. Jakarta. Penerbit Universitas Indonesia-press*
- [2] Angga Himawan. (2016). *"Pengaruh Perubahan Beban Terhadap Efisiensi Transformator Daya Di PLTU Pangkalan Susu PT.PLN (persero)"* Skripsi Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Sumatra Utara Medan. (diakses 03 Desember 2021)
- [3] Aprilian P. Kawihing, dkk. 2013, "Pemerataan Beban Transformator Pada Saluran Distribusi Sekunder", [online], [ejournal.unsrat.ac.id/index](http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elektdankom/article/download/920/736)

- [4] Muhammad Irfan S dan Nurul Utamy. (2017). *"Analisis Pengoperasian Coal Feeder Terhadap Kinerja Pembangkit pada PT. Bosowa Energi PLTU Jenepono Ekspansi 2x135 MW"*. Skripsi. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- [5] Muh Randi Wahyu Susanto. (2020). *"Studi Analisis Dampak Overload Transformator Terhadap Kualitas Daya Di PT.PLN (Persero) ULP Pangkep"* Skripsi Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- [6] Samsurizal, & Hadinoto, B. 2020. *Studi Analisis Dampak Overload Transformator terhadap Kualitas Daya di PT PLN (Persero) UP3 Pondok Gede. Kilat, 136-142.* (diakses 08 Oktober 2021)
- [7] Pabla, A.S., Abdul Hadi. Ir, 1991, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Jakarta, Cetakan Kedua, Penerbit Erlangga.