

STUDI PENGARUH RUGI-RUGI TRANSFORMATOR DAYA TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DI PT PLN (PERSERO) GI BABAT

M.Khusni Mubarak¹⁾, Hadi Tasmono²⁾
Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
E-mail: khuznieae@gmail.com

ABSTRAK

Seiring dengan berjalannya waktu, perkembangan teknologi semakin berkembang pesat. Kehidupan saat ini serba modern dan sangat di butuhkan sebagai sumber energi listrik. Kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat mewajibkan ketersediaan energi listrik yang handal dan juga efisien. PT.PLN (persero) mempunyai tiga tingkatan dalam penyaluran tenaga listrik antara lain tingkat pembangkitan, tingkat transmisi dan tingkat distribusi, sehingga menimbulkan banyak masalah yang terjadi di dalamnya. Masalah yang terjadi di antaranya adalah pada transformator daya terdapat rugi-rugi daya yang di sebabkan oleh beberapa faktor. Rugi-rugi daya yang terjadi pada transformator daya perlu di perhatikan, karena bisa menyebabkan hilangnya efisiensi yang cukup besar. Analisa perhitungan rugi-rugi daya dilakukan pada system tegangan tinggi 150 kv pada gardu induk babat ke saluran distribusi 20 kv. Studi dilaksanakan dengan meminta izin pada PT. PLN (Persero) Gardu Induk babat dan kemudian melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan seperti spesifikasi transformator daya, data beban puncak dan data penjualan Kwh selama kurun waktu 1 tahun dimulai dari bulan januari 2022 sampai dengan bulan desember 2022. Hasil kesimpulan studi pengaruh rugi-rugi total (Rugi teknis dan non teknis) terhadap efisiensi adalah terdapat hubungan antara beban, rugi-rugi dan efisiensi transformator. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa beban berbanding lurus dengan rugi-rugi transformator dan berbanding terbalik dengan efisiensi transformator. Jika semakin besar beban maka semakin besar rugi-rugi total. Sehingga efisiensi juga semakin menurun,

Kata Kunci : Efisiensi, Gardu induk, Rugi-rugi Transformator daya.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era modern ini, untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari manusia membutuhkan banyak energi listrik. Baik di sektor industri maupun rumah tangga. Agar energi listrik dapat tersalurkan dengan baik maka efisiensi peralatan harus dijaga, salah satunya adalah trafo. Berbagai peralatan rumah tangga dan peralatan industri banyak menggunakan trafo. Transformator memiliki peranan penting dalam peralatan listrik yang digunakan sebagai trafo step down dan trafo step up. Trafo sangat dibutuhkan dalam proses penyaluran tenaga listrik, salah satunya adalah trafo tenaga yang biasanya terdapat pada gardu induk atau gardu distribusi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transformator daya

Antara generator dan sirkuit utama distribusi, transformator daya, salah satu jenis transformator digunakan untuk mengangkut energi listrik di setiap komponen sirkuit listrik atau sirkuit elektronik. Pada jaringan distribusi, tegangan step up dan step down dihubungkan menggunakan transformator daya. Transformator daya terendam cairan adalah varietas yang paling populer, dan

memiliki masa pakai 30 tahun. Berdasarkan jangkauan operasinya, transformator daya dapat dibagi menjadi tiga kategori. Transformator daya ini tersedia dalam tiga ukuran: kecil, sedang, dan besar. Transformator ini mengatur tegangan baik ke bawah atau ke atas. Trafo ini memiliki rangkaian tegangan rendah arus tinggi di satu sisi dan rangkaian arus rendah tegangan tinggi di sisi lain.

2.2 Rugi-Rugi Teknis Dan Non Teknis

Setiap peralatan listrik yang digunakan tidak selalu bekerja dengan sempurna. Efisiensi peralatan menurun dengan meningkatnya durasi penggunaan, menyebabkan kerugian yang lebih tinggi (Hadi, Abdul, 1994: 3). Kerugian daya dalam sistem distribusi energi dipecah menjadi banyak kategori. Jenis susut (losses daya) energi listrik dapat dibedakan menjadi dua kategori, sebagaimana tertuang dalam Keputusan Direksi PT PLN (Persero) No. 217-1.K/DIR/2005 (2005:2) tentang Pedoman untuk Penyusunan Laporan Neraca Energi (Kwh) :

1. Rugi-rugi pada sistem tenaga listrik berdasarkan tempat terjadinya.
2. Rugi-rugi pada sistem tenaga listrik berdasarkan sifatnya.

2.3 Faktor Daya

Faktor daya ($\cos \phi$) adalah perbandingan antara daya aktif (P) dan daya semu (S). Jumlah keseluruhan energi yang digunakan untuk menyelesaikan tugas atau melakukan usaha disebut sebagai kekuatan. Dalam sistem kelistrikan, daya listrik diukur dalam Watt, dengan 1 Watt sama dengan jumlah daya yang dihasilkan dengan mengalikan arus listrik 1 ampere dengan tegangan 1 volt. Simbol untuk daya, tegangan, dan arus masing-masing adalah (P), (V), dan (I).

2.3.1 Daya Nyata

Daya nyata merupakan daya yang dipakai untuk energi yang sebenarnya. Daya aktif dinyatakan dalam satuan Watt. Contoh dari daya aktif adalah energi panas dan cahaya. Berikut ini adalah persamaan dari daya nyata :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

Keterangan :

P = Daya Nyata

V = Tegangan

I = Arus

$\cos \phi$ = Faktor Daya

2.3.2 Daya Semu

Daya semu diibaratkan sebagai daya hasil pembangkitan dari sebuah generator yang mana generator tersebut digunakan sebagai pembangkit listrik yang dinyatakan dalam satuan VA (Volt Ampere). Daya tersebut juga bisa disebut sebagai daya total (S) sebagai hasil perkalian arus efektif dengan tegangan efektif

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

Keterangan :

S = Daya Semu

V = Tegangan

I = Arus

2.3.3 Daya reaktif

Jumlah energi yang dibutuhkan untuk menciptakan medan magnet, yang kemudian akan menciptakan fluks medan magnet, dikenal sebagai daya reaktif. Transformer, motor, dan lampu pijar adalah beberapa contoh sumber daya yang menghasilkan daya reaktif.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan penyusunan tugas akhir Penelitian yang berjudul tentang “STUDI PENGARUH RUGI-RUGI TRANSFORMATOR DAYA TERHADAP EFISIENSI TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DI PT PLN (PERSERO) GI BABAT” ini adalah menggunakan penelitian metode Kuantitatif. Jenis metode penelitian Kuantitatif dipilih karena pengumpulan data yang dilakukan berdasarkan hasil dari pengukuran dilapangan yang setelah itu diselesaikan dalam bentuk persamaan matematis.

3.2 Waktu dan tempat penelitian

Tugas Akhir ini dilakukan pada tanggal 9 Maret 2023. Yaitu Penelitian yang dilakukan di Gardu induk PT. PLN (Persero) yang berlokasi di Jl. Raya

Babat – Bojonegoro. No.21 Ds.Gunungsari. Kec.Baureno. Kab.Bojonegoro. (62192) Indonesia.

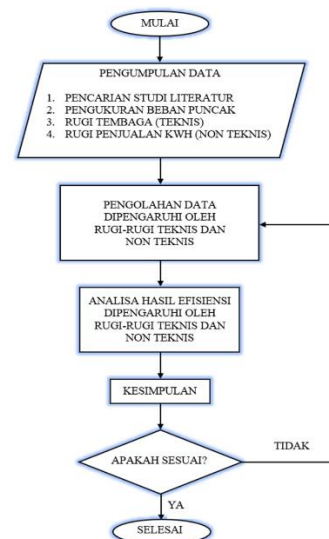
3.3 Data Yang Dibutuhkan

Data yang dibutuhkan adalah data yang diambil dari hasil survey dan observasi lapangan pada transformator daya di gardu induk PT. Berikut adalah data yang akan digunakan sebagai perhitungan pada penelitian ini :

1. Data spesifikasi transformator daya
2. Data beban puncak transformator daya
3. Data rugi-rugi teknis dan non teknis

3.4 Diagram alir penelitian

Diagram Alir Penelitian adalah tahap yang memuat langkah - langkah dalam menyusun penelitian supaya memudahkan peneliti untuk melakukan sebuah penelitian, berikut alur pengerjaan tugas akhir digambarkan seperti diagram berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3.5 Langkah Pengolahan data

1. Perhitungan Hambatan (R)

Hambatan dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$R = \frac{\text{Full Load Loss (w)}}{3 \times I^2}$$

Keterangan :

R = Hambatan

I_{FL} = Arus Beban Penuh

Full Load Loss = Rugi-Rugi Beban Penuh

Untuk Mendapatkan nilai I_{FL} (Arus Beban Penuh)

Dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

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

Keterangan :

S = 60 MVA

V = 20,3 KVA

2. Perhitungan Rugi-Rugi Tembaga (Pcu)

Rugi yang diakibatkan arus beban mengalir pada tembaga dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_{cu} = 3 \times I^2 \times R$$

Ket:

$$P_{cu} = \text{Rugi-Rugi Tembaga}$$

$$3 \times I^2 = \text{Arus Per Fasa}$$

$$R = \text{Hambatan}$$

3. Perhitungan Rugi-Rugi Penjualan Kwh

Untuk menghitung berapa nilai Rugi- rugi penjualan kwh dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rugi Penjualan Kwh} =$$

$$\text{Kwh Produksi} - \text{Kwh Penjualan}$$

Ket :

Kwh Produksi = kwh pada sisi primer transformator

Kwh penjualan = Kwh pada sisi sekunder transformator

$$\text{Rugi Penjualan Kwh}(Rp) =$$

$$\text{Harga per 1 Kwh} \times \text{Rugi Penjualan Kwh}$$

Keterangan :

$$\text{Harga per Kwh} = \text{Rp.1352}$$

Rugi Penjualan Kwh = perbandingan antara kwh produksi dengan Kwh

4. Perhitungan Rugi-Rugi total

Rugi total transformator dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rugi} - \text{Rugi Total} = P_{cu} + P_{core}$$

Ket :

$$P_{cu} = \text{Rugi Tembaga}$$

$$P_{core} = \text{Rugi Inti}$$

5. Perhitungan Daya output transformator

Untuk mengetahui Daya Output pada sisi sekunder Transformator dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{Out} = \sqrt{3} \times V \times I_{Rata-Rata} \times \cos \varphi$$

Untuk mengetahui Arus Rata Rata pada sisi sekunder Transformator dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_{Rata-Rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

6. Perhitungan Efisiensi Transformator

Dari hasil analisis perhitungan daya masukan, perhitungan daya keluaran ditambah rugi total, dapat ditentukan nilai efisiensi dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{Efisiensi} (\eta) = \frac{\text{Keluaran} (P \text{ Output})}{\text{Keluaran} (P \text{ Output}) + \text{Rugi} - \text{Rugi total}} \times 100\%$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Spesifikasi transformator dan data transformator daya 60 Mva

4.1.1 Spesifikasi Transformator Daya

Berikut adalah data spesifikasi transformator daya yang berada di PT PLN (persero) Gardu Induk BABAT.

Tabel 1. Spesifikasi transformator daya

Lokasi	PT.PLN (Persero) GI BABAT
Serial Number	M-354
Type	Oil Filled With Conservator
Merk	Schneider Elektrik
Tahun Pembuatan	2016
Rated Power (HV/LV)	60/36 MVA
Rated Voltage (HV/LV)	150/22 KVA
Rated Current (HV/LV)	(139/231) / (945/1575)
Connection	Star
Jumlah Fasa	3 Fasa
Frekuensi	Hz 50
Load Loss	107.880 Kw
No Load Loss	29.070 Kw

4.1.2 Data arus dan tegangan pada waktu beban puncak

Berikut adalah data arus serta tegangan pada transformator daya saat beban puncak tahun 2022.

Tabel 2. Arus serta tegangan saat beban puncak tahun 2022

Bulan	Tegangan (KV)	Arus (I)		
		R	S	T
Januari	20,3	545	547	541
Februari	20,2	517	519	515
Maret	20,3	503	509	507
April	20,3	546	552	548
Mei	20,2	584	587	582
Juni	20,2	496	500	498
Juli	20,2	510	513	508
Agustus	20,1	531	535	528
September	20,5	547	551	549
Oktober	21	674	676	671
November	20,2	462	464	460
Desember	20,2	526	528	523

4.1.3 Data Penjualan kwh

Berikut adalah data penjualan kwh pada tahun 2022.

Tabel 3. Data penjualan energi tahun 2022

Bulan	Kwh Produksi	Kwh Penjualan
Januari	8865,98 Kwh	8856,26 Kwh
Februari	9672,45 Kwh	9663,74 Kwh
Maret	9981,28 Kwh	9972,15 Kwh
April	8567,3 Kwh	8557,11 Kwh
Mei	9876,3 Kwh	9867,68 Kwh
Juni	10165,2 Kwh	10156,88 Kwh
Juli	10192,8 Kwh	10183,34 Kwh
Agustus	10265,39 Kwh	10255,09 Kwh
September	10298,76 Kwh	10288,9 Kwh
Oktober	10325,65 Kwh	10315,51 Kwh
November	10398,26 Kwh	10388,93 Kwh
Desember	10425,97 Kwh	10415,32 Kwh

4.2 Perhitungan Hambatan

Hambatan dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$R = \frac{\text{Full Load Loss (w)}}{3 \times I^2}$$

Ket :

R = Hambatan

I_{FL} = Arus Beban Penuh

Full Load Loss = Rugi-Rugi Beban Penuh

Untuk Mendapatkan nilai I_{FL} (Arus Beban Penuh) Dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

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

Keterangan :

S = 60 MVA

V = 20,3 KVA

- Perhitungan Hambatan Bulan Januari

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{60.000.000}{\sqrt{3} \times 20.300}$$

$$I_{FL} = \frac{60.000.000}{35.160,631}$$

$$I_{FL} = 1706,45^2 \text{ (A)}$$

Didapatkan Hasil hambatan pada bulan selanjutnya seperti pada tabel.

Tabel 4. Arus beban penuh dan hambatan transformator

Bulan	Arus Beban Penuh (A)	Hambatan (Ω)
Januari	1706	1,23
Februari	1715	1,22
Maret	1706	1,23
April	1706	1,23
Mei	1715	1,22
Juni	1715	1,22
Juli	1715	1,22
Agustus	1723	1,21
September	1689	1,26
Oktober	1649	1,32
November	1715	1,22
Desember	1715	1,22

4.3 Perhitungan Rugi tembaga

Rugi yang disebabkan oleh arus beban yang mengalir pada tembaga dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P_{cu} = 3 \times I^2 \times R$$

Keterangan:

P_{cu} = Rugi-Rugi Tembaga

$3 \times I^2$ = Arus Per Fasa

R = Hambatan

- Perhitungan rugi tembaga bulan januari

$$P_{cu} = 3 \times I^2 \times R$$

$$P_{cu} = (545^2 \times 1,23) + (547^2 \times 1,23) + (541^2 \times 1,23)$$

$$P_{cu} = (297.025 \times 1,23) + (299.209 \times 1,23) + (292.681 \times 1,23)$$

$$P_{cu} = (365.340,75) + (368.027,07) + (359.997,63)$$

$$P_{cu} = 1.093.365,45 \text{ (Watt)}$$

$$P_{cu} = 1,093 \text{ (MW)}$$

Didapatkan Hasil rugi tembaga pada bulan selanjutnya seperti pada tabel.

Tabel 5. Rugi-rugi tembaga transformator

Bulan	Arus (A)			Hambatan (Ω)	Rugi Tembaga (Watt)
	R	S	T		
Januari	545	547	541	1,23	1.093.365,45 (Watt)
Februari	517	519	515	1,22	986.306,25 (Watt)
Maret	503	509	507	1,23	946.040,97 (Watt)
April	546	552	548	1,23	1.099.772,52 (Watt)
Mei	584	587	582	1,22	1.249.705,78 (Watt)
Juni	496	500	498	1,22	907.704,4 (Watt)
Juli	510	513	508	1,22	953.226,26 (Watt)
Agustus	531	535	528	1,21	1.024.883,7 (Watt)
September	547	551	549	1,26	1.139.305,86 (Watt)
Oktober	674	676	671	1,32	1.797.170,76 (Watt)
November	462	464	460	1,22	781.214,8 (Watt)
Desember	526	528	523	1,22	1.011.366,58 (Watt)

4.4 Perhitungan rugi penjualan Energi

Untuk menghitung berapa nilai Rugi- rugi penjualan Energi dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Rugi Penjualan energi =

Kwh Produksi – Kwh Penjualan

Keterangan :

Kwh Produksi = 8865,98 Kwh

Kwh Penjualan = 8856,26 Kwh

Untuk acuan harga Jika dilihat pada situs resmi pln pada tahun 2023 untuk harga per Kwh dibandrol dengan harga sebesar Rp.1352 Untuk golongan R1 900 VA. Jika kerugian dihitung dengan nominal rupiah maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

(Rugi Penjualan Energi (Rp) =

Harga per 1 Kwh x Rugi Penjualan Kwh)

Keterangan :

Harga per Kwh = Rp.1352

Rugi Penjualan Kwh = 9,72 Kwh

- Perhitungan Rugi-Rugi Penjualan energi Bulan Januari

Rugi Penjualan energi =

Kwh Produksi – Kwh Penjualan

Rugi Penjualan Kwh =

8865,98 Kwh – 8856,26 Kwh

Rugi Penjualan energi = 9,72 Kwh

Rugi-rugi penjualan energi Jika dinominalkan

Rugi Penjualan energi (Rp) =

Harga per 1 Kwh x Rugi Penjualan energi

Rugi Penjualan energi (Rp) =

Rp. 1352 x 9,72 Kwh

Rugi Penjualan energi (Rp) = Rp. 13.141,44

Didapatkan Hasil rugi tembaga pada bulan selanjutnya seperti pada tabel.

Tabel 6. Rugi Penjualan Energi

Bulan	Rugi Penjualan Energi	Nominal Rugi penjualan Energi
Januari	9,72 Kwh	Rp.13.141,44
Februari	9,15 Kwh	Rp.12.370,80
Maret	9,13 Kwh	Rp.12.343,76
April	10,19 Kwh	Rp.13.776,88
Mei	8,62 Kwh	Rp.11.654,24
Juni	8,32 Kwh	Rp.11.248,64
Juli	9,46 Kwh	Rp.12.789,92
Agustus	10,3 Kwh	Rp.13.925,60
September	9,86 Kwh	Rp.13.330,72
Oktober	12,72 Kwh	Rp.17.197,44
November	8,25 Kwh	Rp.10.390,01
Desember	10,65 Kwh	Rp.14.398,80

4.5 Perhitungan Rugi Total transformator

Untuk mengetahui rugi total baik dari rugi Tembaga maupun rugi inti dari transformator dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Rugi} - \text{Rugi Total} = P_{cu} + P_{core}$$

Rugi inti didapat dari nameplate transformator daya sebesar 29,070 Kw

Keterangan :

Rugi tembaga (p_{cu}) = 1,097 Mw

Rugi inti (P_{core}) = 29,070 Kw

- Perhitungan Rugi total transformator Bulan Januari

$$\text{Rugi} - \text{Rugi Total} = P_{cu} + P_{core}$$

$$\text{Rugi} - \text{Rugi Total} =$$

$$1.093.365,45 \text{ Watt} + 29.070 \text{ Watt}$$

$$\text{Rugi} - \text{Rugi Total} = 1.093.378,95 \text{ Watt}$$

Didapatkan Hasil rugi total transformator pada bulan selanjutnya seperti pada tabel.

Tabel 7. Rugi-Rugi total transformator

Bulan	Rugi-Rugi Tembaga (Pcu)	Rugi Inti (Pcore)	Rugi-rugi total
Januari	1.093.365,45 Watt	29.070 Watt	1.122.435 Watt
Februari	986.306,25 Watt	29.070 Watt	1.015.376 Watt
Maret	946.040,97 Watt	29.070 Watt	975.111 Watt
April	1.099.772,52 Watt	29.070 Watt	1.128.843 Watt
Mei	1.249.705,78 Watt	29.070 Watt	1.278.776 Watt
Juni	907.704,4 Watt	29.070 Watt	936.774 Watt
Juli	953.226,26 Watt	29.070 Watt	982.296 Watt
Agustus	1.024.883,7 Watt	29.070 Watt	1.053.954 Watt
September	1.139.305,86 Watt	29.070 Watt	1.168.376 Watt
Oktober	1.797.170,76 Watt	29.070 Watt	1.826.241 Watt
November	781.214,8 Watt	29.070 Watt	810.285 Watt
Desember	1.011.366,58 Watt	29.070 Watt	1.040.437 Watt

4.6 Perhitungan daya output transformator

Untuk mengetahui Daya Output pada Transformator dihitung dengan persamaan berikut :

$$P_{Out} = \sqrt{3} \times V \times I_{Rata-Rata} \times \text{Cos } \varphi$$

Untuk mengetahui Arus Rata Rata pada sisi sekunder Transformator dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$I_{Rata-Rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

- Perhitungan arus rata rata pada sisi sekunder dan daya output transformator Bulan Januari

$$I_{Rata-Rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3}$$

$$I_{Rata-Rata} = \frac{545 + 547 + 541}{3}$$

$$I_{Rata-Rata} = 1272 (A)$$

Didapatkan hasil dari perhitungan Daya output sebagai berikut :

$$P_{Out} = \sqrt{3} \times V \times I_{Rata-Rata} \times \text{Cos } \varphi$$

Konstanta dari gardu induk adalah : 0.9 Maka :

$$P_{Out} = \sqrt{3} \times 20.300 \times 1272 \times 0.9$$

$$P_{Out} = 40.251.890,8 \text{ Watt}$$

$$P_{Out} = 40,251 \text{ Mw}$$

Didapatkan Hasil arus rata rata dan daya output transformator pada bulan selanjutnya seperti pada tabel.

Tabel 8. Arus rata-rata dan daya output transformator

Bulan	Tegangan (V)	Arus Per Fasa			Arus Rata-Rata (A)	Pout (Mw)
		R	S	T		
Januari	20,3	545	547	541	1272 (A)	40,251 Mw
Februari	20,2	517	519	515	1205 (A)	37,943 Mw
Maret	20,3	503	509	507	1181 (A)	37,372 Mw
April	20,3	546	552	548	1280 (A)	40,505 Mw
Mei	20,2	584	587	582	1365 (A)	42,982 Mw
Juni	20,2	496	500	498	1162 (A)	36,589 Mw
Juli	20,2	510	513	508	1192 (A)	37,535 Mw
Agustus	20,1	531	535	528	1242 (A)	38,915 Mw
September	20,5	547	551	549	1281 (A)	40,936 Mw
Oktober	21	674	676	671	1573 (A)	51,493 Mw
November	20,2	462	464	460	1079 (A)	33,976 Mw
Desember	20,2	526	528	523	1228 (A)	38,668 Mw

4.7 Perhitungan efisiensi transformator

Dari analisa perhitungan daya masukan, perhitungan daya keluaran dan rugi – rugi total dapat ditentukan nilai efisiensi dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$(\eta) = \frac{P_{out}}{P_{out} + \text{Rugi} - \text{rugi total}} \times 100\%$$

- Perhitungan Efisiensi Transformator Bulan Januari

$$(\eta) = \frac{P_{out}}{P_{out} + \text{Rugi} - \text{rugi total}} \times 100\%$$

$$(\eta) = \frac{40.251.890,8 \text{ W}}{40.251.890,8 \text{ W} + 1.122.435 \text{ W}} \times 100\%$$

$$(\eta) = \frac{40.251.890,8 \text{ W}}{41.374.326 \text{ W}} \times 100\%$$

$$(\eta) = 97,3 \times 100\%$$

$$(\eta) = 97,3 \%$$

Didapatkan Hasil efisiensi transformator pada bulan selanjutnya seperti pada tabel.

Tabel 9. Efisiensi transformator

Bulan	Pn (Mw)	Pout (Mw)	Rugi-Rugi Total	Rugi penjualan energi	Efisiensi
Januari	41,34	40,25	1,12 Mw	Rp.13.141	97,3 %
Februari	38,93	37,94	1,015 Mw	Rp.12.370	97,4 %
Maret	38,31	37,37	975,1 Kw	Rp.12.343	97,5 %
April	41,60	40,50	1,12 Mw	Rp.13.776	97,3 %
Mei	44,23	42,98	1,27 Mw	Rp.11.654	97,1 %
Juni	37,49	36,58	936,7 Mw	Rp.11.248	97,5 %
Juli	38,48	37,53	982,2 Mw	Rp.12.789	97,4 %
Agustus	39,94	38,91	1,053 Mw	Rp.13.925	97,4 %
September	42,07	40,93	1,16 Mw	Rp.13.330	97,2 %
Oktober	53,29	51,49	1,82 Mw	Rp.17.197	96,6 %
November	34,75	33,97	810,2 Kw	Rp.10.390	97,7 %
Desember	39,67	38,66	1,040 Mw	Rp.14.398	97,4 %

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kajian tentang “Studi pengaruh rugi-rugi transformator daya terhadap efisiensi transformator daya di PT.PLN (Persero) GI BABAT” dapat diringkas sebagai berikut berdasarkan penelitian yang telah dilakukan: beban puncak sebesar 51,49 Mw pada bulan Oktober 2022 dan beban puncak terendahnya sebesar 33,97 Mw pada bulan November 2022. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa beban berdampak signifikan terhadap susut. Kerugian yang dihasilkan akan meningkat sebanding dengan regangan. Menurut perkiraan, tingkat efisiensi pada saat beban puncak trafo terbesar yang terjadi pada bulan November 2022 adalah sebesar 97,80%. Dan beban puncak memiliki efisiensi terendah

5.2. Saran

Adapun rekomendasi penulis untuk tugas akhir ini adalah sebagai berikut : Sebaiknya mempertimbangkan kebutuhan beban di PT. PLN

(Persero) GI BABAT saat memasang trafo tenaga agar kapasitas trafo tenaga tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil.

PUSTAKA

- [1] Gultom, Togar Timoteus. 2016. Studi Efisiensi Transformator Daya di Gardu Induk GIS Listrik. *Jurnal Ilmiah Dunia Ilmu*. 2(4): 142-148).
- [2] Hafid, Abd dkk. 2019. Studi Transformator pada Gardu Induk Penakkukang Perusahaan Listrik Negara Wilayah III. *Vertex Elektro*. 2(2) : 12-18.
- [3] Hutaol, Abednego. 2017. Studi Efisiensi Transformatorn Daya si Gardu Induk P.Siantar PT.PLN (PERSERO). Medan: Universitas HKBP Nommensen.
- [4] Kartika, I Putu Gede, I Ketut Wijaya, I Made Mataram. 2018. Analisis Beban Takseimbang Terhadap Rugi-Rugi Daya dan Efisiensi Transformator KL0005 Jaringan Distribusi Sekunder Pada Penyulang Klungkung. *E-Journal SPEKTRUM*. 5(2) : 310-317.
- [5] Mukti, Arvian Widya. 2017. *Jurnal Analisis Pengaruh Beban Puncak Feeder Terhadap Efisiensi Transformator 21,5 MVA dan 60 MVA*. Skripsi. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- [6] Alvebi Hopaliki. Perhitungan Efisiensi Transformator 12KV/400V 1500KVA di MCC#6b Building 2001K UTL PS.2 Pertamina (persero) RU III Plaju, Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang, 2009
- [7] Sitorus, Jhon Palmer, 2014. Estimasi Rugi-Rugi Energi Pada Sistem Distribusi Radial 20 KV (Studi Kasus Penyulang KI.4 Mawas GI. Kim. Medan : Singuda Ensikom Departement Teknik Elektro FT- USU
- [8] A. Donald. Analisa Perhitungan Susut Daya Dan Energi Dengan Pendekatan Kurva Beban Pada Jaringan Distribusi PT. PLN (PERSERO) Area Pekanbaru. Riau. *Jom FTEKNIK* Volume 3 No.2. (2016).