

ANALISA PERHITUNGAN EFESIENSI DAN RUGI-RUGI PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI KILANG FRAKSINASI PT. PERTA-SAMTAN GAS

Surya Darma^[1] / Hazalin Alferon^[2]

suryadarma.st.mt@gmail.com

hazalin7@gmail.com

*Dosen Tetap Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Palembang¹
Alumni Prodi Teknik Elektro Universitas Palembang²*

ABSTRAK

Dewasa ini Indonesia sedang melaksanakan pembangunan di segala bidang. Seiring dengan laju pertumbuhan pembangunan maka dituntut adanya sarana dan prasarana yang mendukungnya seperti tersedianya tenaga listrik. Saat ini tenaga listrik merupakan kebutuhan yang utama, baik untuk kehidupan sehari-hari maupun untuk kebutuhan industri. Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik. diperlukan sebuah sistem distribusi yang mampu menyalurkan listrik dari sumber pembangkit menuju ke sasaran dengan mudah, cepat dan efisien. Salah satu instrument yang selama ini digunakan dalam sistem distribusi tersebut adalah transformator. Transformator merupakan salah satu bagian yang paling penting dalam suatu sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk mengkonversikan tegangan dari satu tingkat ketinggian yang lainnya melalui gandengan magnetik berdasarkan prinsip elektromagnetik tanpa merubah frekuensi. Gardu induk Distribusi PT.SAMTAN-PERTA GAS mempunyai dua buah transformator, salah satunya transformator yang sampai saat ini masih dioperasikan secara terus-menerus, transformator tersebut perlu penelitian ulang dengan cara menganalisa perhitungan tentang efisiensi transformator, rugi-rugi transformator, yang disesuaikan dengan SPLN tahun 1997.

Kata Kunci : Transformator, Rugi-rugi dan Efisiensi Transformator.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini Indonesia sedang melaksanakan pembangunan di segala bidang. Seiring dengan laju pertumbuhan pembangunan maka dituntut adanya sarana dan prasarana yang mendukungnya seperti tersedianya tenaga listrik. Saat ini tenaga listrik merupakan kebutuhan yang utama, baik untuk kehidupan sehari-hari maupun untuk kebutuhan industri. Penyediaan tenaga listrik yang stabil dan kontinyu merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik. Dalam memenuhi kebutuhan tenaga listrik tersebut, diperlukan sebuah sistem distribusi yang mampu menyalurkan listrik dari sumber pembangkit menuju ke sasaran dengan mudah, cepat dan efisien. Salah satu instrument yang selama ini digunakan dalam sistem distribusi tersebut adalah transformator.

Transformator merupakan salah satu bagian yang paling penting dalam suatu sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk mengkonversikan tegangan dari satu tingkat ketinggian yang lainnya melalui gandengan magnetik berdasarkan prinsip elektromagnetik tanpa merubah frekuensi.

Gardu induk Distribusi PT.PERTA-SAMTAN GAS mempunyai dua buah transformator, salah satunya transformator yang masih beroperasi secara terus-menerus, transformator tersebut perlu penelitian ulang dengan cara menganalisa perhitungan tentang efisiensi transformator, rugi-rugi transformator, yang disesuaikan dengan SPLN tahun 1997.

Analisa Perhitungan Efisiensi Dan Rugi-Rugi Pada Transformator Distribusi Kilang Fraksinasi PT. Perta-Samtan Gas

(Surya Darma / Hazalin Alferon)

B. Perumusan Masalah

PT.SAMTAN-PERTA GAS mempunyai gardu induk transformator yang dirakit pada tahun 1997, peneliti akan tinjau dari segi efisiensi transformator, rugi-rugi transformator, yang disesuaikan dengan SPLN tahun 1997.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui besarnya efisiensi transformator, rugi-rugi transformator di gardu induk Distribusi PT.SAMTAN-PERTA GAS. .

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk :

1. Mahasiswa Teknik Elektro yang ingin memperdalam pengetahuan tentang transformator.
2. Hasil perhitungan, sebagai bahan masukan untuk PT.SAMTAN-PERTA GAS Gardu Induk Distribusi Transformator.

E. Pembatasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil pembahasan yang maksimal, maka peneliti perlu membatasi masalah yang akan di bahas. Penelitian ini adalah :

- Membahas efisiensi dan rugi-rugi pada transformator yang ada pada gardu induk Distribusi Transformator PT.SAMTAN-PERTA GAS.

F. Metodo Penelitian

Untuk dapat menyelesaikan penelitian ini maka penelii menerapkan beberapa metode studi, yaitu :

1. Studi literatur, dengan membaca teori-teori yang berkaitan dengan topik penelitian ini, baik berupa buku-buku referensi, maupun dari internet.
2. Studi obserpasi, dengan melaksanakan wawan cara langsung dengan para steak holder dan para pemangku kebijakan untuk mendapatkan data yang dibutuhkan ,agar diolah dijadikan bahan sesuai object penelitian yang akan dilaksanakan.
3. Survey dilapangan untuk mengetahui tempat object penelitian sesuai yang akan direncanakan pada saat melaksanakan penelitian.
4. Data yang didapat baik dari literatur maupun data yang diperoleh dari lapangan tempat object penelitian akan diolah dan di Analisis menjadi tujuan ahir dari penelitian ini sehingga hasilnya akan di Publikasikan sesuai dengan yang diharapkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

1.Transformator

Transformator adalah peralatan statis yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnet, mengkonversikan tegangan dari suatu tingkat yang lainnya melalui gandengan magnetik berdasarkan prinsip elektromagnetik dengan tanpa merubah frekuensi.

Pada umumnya transformator terdiri atas sebuah inti yang terbuat dari besi berlapis, dan dua buah kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Rasio perubahan tegangan akan tergantung dari rasio jumlah lilitan pada kumparan itu. Biasanya kumparan terbuat dari kawat tembaga yang dililitkan pada kaki inti transformator.

Transformator digunakan secara luas baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya, kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya jarak jauh.

Penggunaan transformator yang sangat sederhana dan handal merupakan salah satu alasan penting dalam pemakaiannya pada penyaluran tenaga listrik arus bolak-balik, karena arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik. Pada penyaluran tenaga listrik arus bolak-balik terjadi kerugian energi sebesar $I^2.R$ watt. Kerugian ini akan banyak berkurang apabila tegangan dinaikkan setinggi mungkin. Dengan demikian maka saluran-saluran

Analisa Perhitungan Efisiensi Dan Rugi-Rugi Pada Transformator Distribusi Kilang Fraksinasi PT. Perta-Samtan Gas

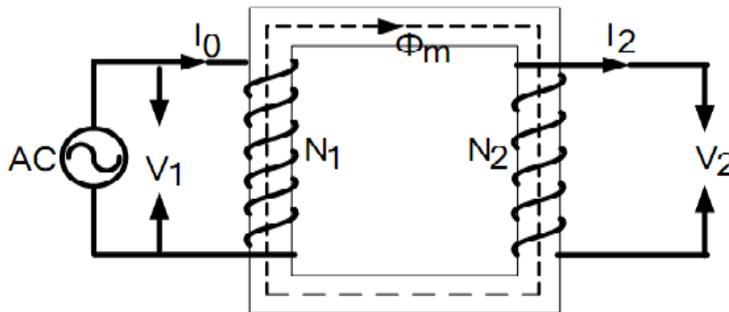
(Surya Darma / Hazalin Alferon)

transmisi tenaga listrik senantiasa mempergunakan tegangan yang tinggi.

2. Keadaan Transformator Tanpa Beban

Bila kumparan primer suatu transformator dihubungkan dengan sumber tegangan V_1 yang sinusoidal, akan mengalirkan arus primer I_0 yang juga sinusoidal dan dengan menggantung belitan N_1 reaktif murni. Arus primer I_0 menimbulkan fluks yang sefasa dan juga berbentuk sinusoidal.

$$\frac{E_s}{E_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \alpha \quad \dots\dots\dots (2.1)$$



Gambar 2.5 Rangkaian Sederhana Transformator Tanpa Beban

Untuk analisa perhitungan arus beban nol, Dengan besar arus nominal sisi sekunder 289 A, maka besar presentasi arus beban nol (% I_0) :

$$\% I_0 = \frac{I_0 (AVR)}{I_{NOMINAL}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

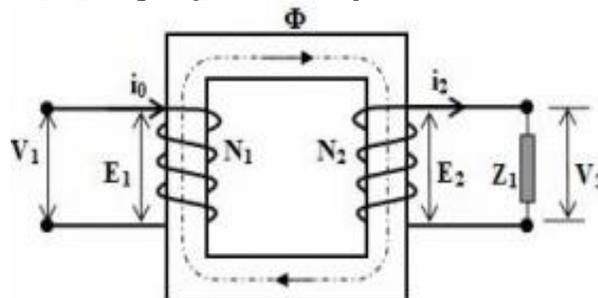
Dimana :

$I_0(AVR)$ = arus beban nol

$I_{NOMINAL}$ = arus pada sisi sekunder

3. Keadaan transformator berbeban

Apabila kumparan sekunder dihubungkan dengan beban Z_L , I_2 mengalir pada kumparan sekunder dimana $I_2 = V_2/Z_L$ dengan q_2 = faktor kerja beban.



Gambar 2.6 Transformator dalam keadaan berbeban

Arus beban I_2 ini akan menimbulkan gaya gerak magnet (ggm) $N_2 I_2$ yang cenderung menentang fluks (Φ) bersama yang telah ada akibat arus pemagnetan I_M . Agar fluks bersama itu tidak berubah nilainya, pada kumparan primer harus mengalir arus I_2 , yang menentang fluks yang dibangkitkan oleh arus beban I_2 , hingga keseluruhan arus yang mengalir pada kumparan primer menjadi :

$$I_1 = I_0 + I_2 \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Atau

$$I_s' = I_s \cdot V_s/V_p$$

$$I_p = I_0 + I_s'$$

$$I_0 = I_p - I_s' \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana,

I_p = arus sisi primer

I_s = arus sisi sekunder

V_s = tegangan sisi sekunder

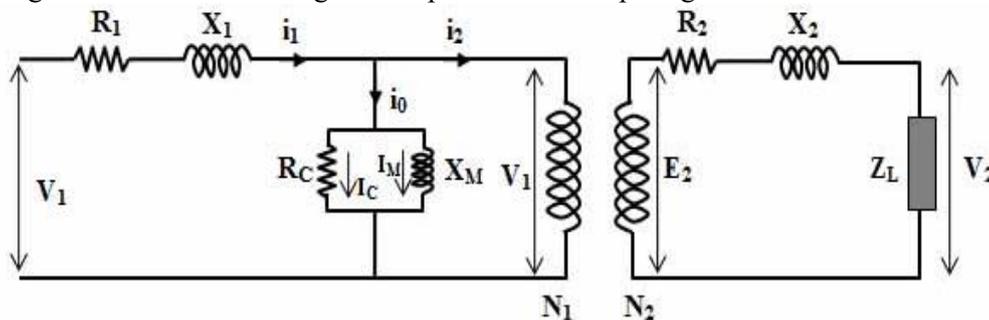
V_p = tegangan sisi primer

I_0 = arus beban nol

4. Rangkaian ekivalen Transformator

Fluks yang dihasilkan oleh arus pemagnetan I_m tidak seluruhnya merupakan Fluks Bersama (Φ_M), sebagian darinya hanya mencakup kumparan primer (Φ_1) atau mencakup kumparan sekunder (Φ_2) saja dalam model rangkain ekivalen yang dipakai untuk menganalisis kerja suatu transformator, adanya fluks bocor dengan Φ_1 dengan mengalami proses transformasi dapat ditunjukkan sebagai reaktansi X_1 dan fluks bocor Φ_2 dengan mengalami proses transformasi dapat ditunjukkan reaktansi X_2 sedang rugi tahanan ditunjukkan dengan R_1 dan R_2 .

Dengan demikian model rangkaian dapat dituliskan seperti gambar 2.7 :



Gambar 2.7 Rangkaian Ekivalen

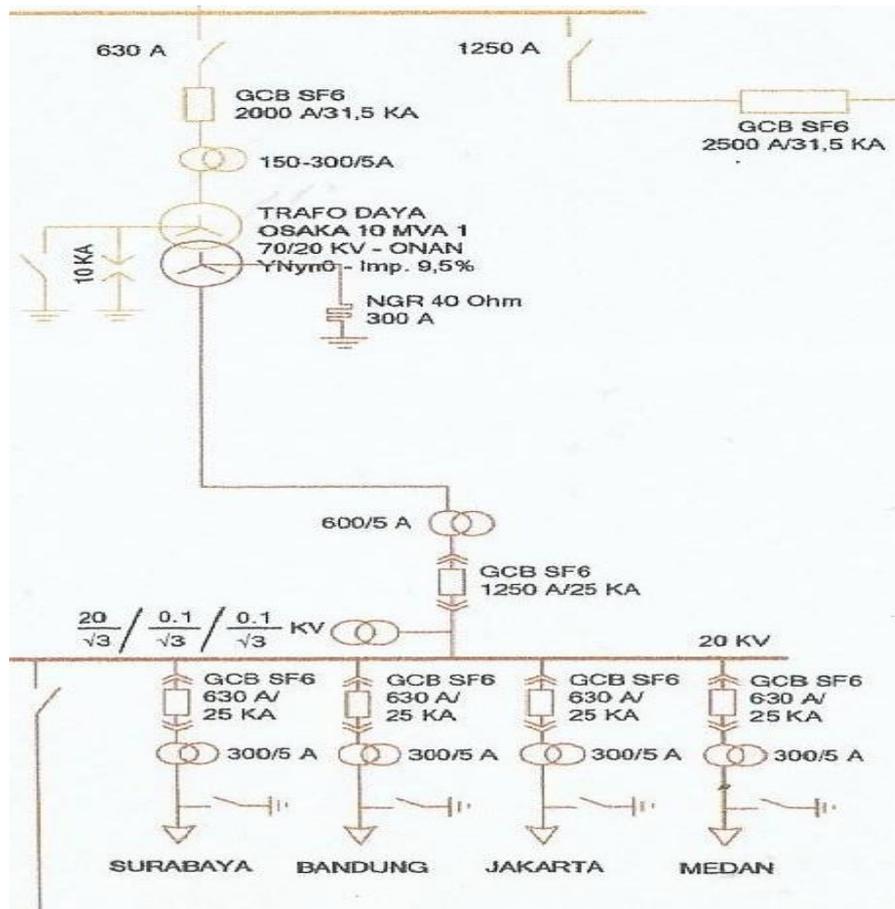
3. METODOLOGI PENELITIAN

Dari hasil pengumpulan data yang didapat baik dari studi literatur maupun dari data yang ada pada name plate Transformator dilapangan maupun dari steak holder yang terkait untuk kepentingan object penelitian ini sehingga dianalisa dan di olah menjadi kepentingan penelitian yang pada akhirnya akan di publikasikan.

1. SPESIFIKASI TRANSFORMATOR

1. Single Line Diagram

Diagram satu garis/ single line diagram adalah suatu diagram listrik pada gardu indukyang berisi penjelasan secara umum tentang letak, dan jenis peralatan gardu induk. Berikut adalah gambar single line diagram/ diagram satu garis, yang ada di gardu induk.



Gambar 3.1 Single Line Diagram Trafo 1 Gardu Distribusi

2. Parameter Transformator

Sebelum memulai analisa perhitungan ada beberapa parameter yang harus ditentukan, sehingga Hasil akhir sesuai dengan yang dikehendaki, berikut adalah data-data yang digunakan untuk menganalisa efisiensi dan rugi-rugi pada transformator.

3. Spesifikasi Transformator tenaga

Untuk menganalisa perhitungan efisiensi dan rugi-rugi pada transformator diperlukan data-data dari nameplate, berikut adalah spesifikasi transformator tenaga 10 MVA yang telah dibuat dengan menggunakan tabel sebagai berikut :

Tabel 3.1 Spesifikasi transformator tenaga 10 MVA

Merk	OSAKA
Serial Number	5A2281005
Year of Manufactur	1979
Standard	JEC 168 ; 1966
Rates Power	10 MVA
Cooling	ONAN

Frekuensi	50 Hz
Phasa	3
Conection symbol	Yy0 (Yd1)

Sumber data Nameplate Transformator

Tabel 3.2 Spesifikasi Data Nameplate Transformator 10 MVA

Parameter	Nilai	Keterangan
Rated voltage primer	70.000	Volt
Rated voltage sekunder	20.000	Volt
Rated curent primer	82,6	Ampere
Rated curent sekunder	289	Ampere
Insulation level primer	60	Class
Insulation level sekunder	20	Class
Stabilizing wind	6	Class
Total oil quant	7800	Liter
Oil quant in main tank	7650	Liter
Oil quant in tap changer	150	Liter
Total wt	28400	Kg
Lifting wt	13700	Kg
Impedansi voltage	(75 ⁰ c) / 9,5	%

Sumber data Nameplate Transformator

4.Data Logsheets

Data-data pembebanan harian yang terbaca/terukur di logsheet gardu induk talang ratu yang dicatat setiap jamnya yang meliputi primer dan sekunder. yang bisa dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.3 Pembebanan harian pada trafo 1 gardu induk Distribusi

JAM	PRIMER		SEKUNDER	
	TEGANGAN (V)	ARUS (I)	TEGANGAN (V)	ARUS (I)
01.00	65	18	20,6	56
02.00	65	18	20,6	56
03.00	65,6	18	20,6	54
04.00	65,6	18	20,6	54
05.00	65	22	20,6	66
06.00	64,8	22	20,6	66
07.00	64,8	22	20,6	67
08.00	64,8	22	20,6	67
09.00	65,6	26	20,4	82
10.00	64,7	55	20,2	172
11.00	64,5	66	19,9	202
12.00	64,13	68	20	205
13.00	64,2	66	20	201
14.00	64,13	68	20	205
15.00	64,13	68	20	205
16.00	64,16	66	20,1	202

17.00	64,13	68	20	205
18.00	64,13	68	20	205
18.30	64,13	68	20	205
19.00	64,13	68	20	204
19.30	64,13	68	20	205
20.00	64,13	68	20	205
20.30	64,13	68	20	205
21.00	64,7	55	20,2	172
22.00	64,7	55	20,2	172
23.00	64,8	22	20,6	76
24.00	64,8	22	20,6	66

Sumber data dari hasil pengamatan beban harian dilapangan

Nilai perhitungan yang dipakai adalah arus beban tertinggi dan terendah yang telah diwarnai. Untuk menganalisa perhitungan pada transformator, maka dalam perhitungannya diperlukan data-data yang didapat/terukur pada logsheet. Dibawah ini adalah data-data yang terukur/terbaca di logsheet gardu induk Distribusi yang dibuat dalam bentuk tabel :

Tabel 3.4 Data-data logsheet

Parameter	Nilai
Faktor daya ($\cos \theta$)	0,92
Tegangan pada titik nol (V_0)	230

5. Standar Perusahaan Listrik Negara

SPLN adalah standar perusahaan PT PLN (Persero) yang ditetapkan Direksi bersifat wajib. Dapat berupa peraturan, pedoman, instruksi, cara pengujian dan spesifikasi teknik. Sejak tahun 1976 sudah lebih dari 264 buah standar berhasil dirampungkan 61 standar bidang pembangkitan, 71 standar bidang transmisi, 99 standar bidang distribusi dan 33 standar bidang umum. Berikut adalah tabel pedoman, peraturan, intruksi, transformator 3 phasa yang bersifat wajib :

Tabel 3.5 Standar Perusahaan Listrik Negara

Tegangan Primer (kV)	Daya Pengenal (MVA)	Rugi Beban Nol (kW)	Arus Beban Nol (%)	Rugi Beban Penuh (kW)	Efisiensi (%)
66/20 kV	5	6	1,5	32	99,25
	6,3	6,7	1,3	36	99,33
	10	7,5	1,1	40	99,53
	16	9,6	0,9	63	99,55
	20	12	0,8	775	99,57
	30	20	0,8	100	99,6
150/20 kV	10	8,5	1	42	99,5

	20	14	0,8	75	99,56
	30	23	0,8	103	99,58
	60	38	0,95	220	99,57
150/66 kV	30	25	0,9	107	99,56
	60	39	0,9	225	99,56
	100	42	0,9	330	99,63
500/150 kV	500	98	0,45	349	99,91

Dibawah ini adalah tabel konstanta untuk berbagai jenis transformator yang telah ditetapkan oleh standar perusahaan listrik negara (SPLN) yang diperlukan dalam menganalisa perhitungan efisiensi dan rugi-rugi pada transformator, konstanta yang dipakai adalah transformator tiga fasa jenis inti yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini yang telah diwarnai :

Tabel 3.6 Konstanta sisi sekunder berbagai jenis transformator

No.	Jenis	Konstanta (K)
1	Trafo 1 fasa jenis cangkang	1-1,2
2	Trafo 1 fasa jenis inti	0.75-0.85
3	Trafo 3 fasa jenis cangkang	1,3
4	Trafo 3 fasa jenis inti	0,51

Sumber data Nameplate standart Transformator

4.ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

1.Perhitungan Arus Beban nol

Dengan besar arus nominal sisi sekunder 289 A yang didapat dari data nameplate, I_0 (arus nol) yang belum diketahui, maka dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.4) sebagai berikut :

$$I_s' = I_s \cdot \left(\frac{V_s}{V_p} \right)$$

$$I_s' = I_s \cdot (\alpha) = 289 \cdot 0,28$$

$$I_s' = 80,92$$

$$I_p = I_0 + I_s'$$

$$I_0 = I_p - I_s' = 82,6 - 80,92$$

$$I_0 = 1,68 \text{ A}$$

Dengan hasil I_0 yang diketahui adalah (1,68) maka dapat ditentukan arus beban nol dari persamaan (2.2) adalah sebagai berikut :

$$\% I_0 = \frac{I_0 (AVR)}{I_{NOMINAL}} \times 100\% = \frac{1,68}{289} \times 100\% = 0,58\%$$

2.Data Terukur

Berikut adalah perhitungan yang menggunakan data yang terbaca/terukur di logsheet, dari arus beban (I_s) tertinggi.

$$I_s' = I_s \cdot \left(\frac{V_s}{V_p} \right)$$

$$I_s' = I_s \cdot (\alpha) = 205 \cdot 0,28$$

$$I_s' = 57,4$$

$$I_p = I_0 + I_s'$$

$$I_0 = I_p - I_s' = 68 - 57,4$$

$$I_0 = 10,6 \text{ A}$$

Maka,

$$\% I_0 = \frac{I_0 (AVR)}{I_{NOMINAL}} \times 100\% = \frac{10,6}{205} \times 100\% = 5,1\%$$

Dibawah ini adalah perhitungan yang menggunakan data yang terbaca/terukur di logsheet, dari arus beban (I_s) terendah.

$$I_s' = I_s \cdot \left(\frac{V_s}{V_p} \right)$$

$$I_s' = I_s \cdot (\alpha) = 54 \cdot 0,28$$

$$I_s' = 15,12$$

$$I_p = I_0 + I_s'$$

$$I_0 = I_p - I_s' = 18 - 15,12$$

$$I_0 = 2,88 \text{ A}$$

Maka,

$$\% I_0 = \frac{I_0 (AVR)}{I_{NOMINAL}} \times 100\% = \frac{2,88}{54} \times 100\% = 5,3\%$$

2. Analisa Hasil Perhitungan Arus Beban nol

Menurut SPLN TA 1997 Persentase arus beban nol ($\%I_0$) maksimum untuk transformator 10 MVA adalah 1,1%. persentase arus beban nol dari beban tertinggi (5,1%) dan persentase arus beban nol dari beban terendah adalah (5,3%), dilihat dari perhitungan arus beban nol melebihi standar yang ditetapkan, maka arus beban nolnya dinyatakan kurang baik.

3. Rugi-rugi Transformator

Pada transformator tidak terdapat bagian yang bergerak, sehingga tidak ada rugi akibat gesekan atau rugi pada celah, rugi yang terjadi pada transformator meliputi :

4. Rugi Beban Nol

Besarnya rugi-rugi beban nol transformator, dapat ditentukan dengan persamaan (2.5), yang menggunakan data nameplate.

$$\sum \text{rugi} - \text{rugi} = V_0 \cdot I_0 \cdot \sqrt{3} = 230 \cdot 1,68 \cdot 1,73 = 668,472 \text{ VA} = \frac{668,472 \times \cos\theta}{1000} = 0,61 \text{ kW}$$

5. Data Terukur

Berikut adalah perhitungan yang menggunakan data yang terbaca/terukur di logsheet, dari arus beban (I_s) tertinggi.

$$\begin{aligned} \sum \text{rugi} - \text{rugi} &= V_0 \cdot I_0 \cdot \sqrt{3} = 230 \cdot 10,6 \cdot 1,73 \\ &= 4217,74 \text{ VA} \\ &= \frac{4217,74 \times \cos\theta}{1000} \\ &= 3,88 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dibawah ini adalah perhitungan yang menggunakan data yang terbaca/terukur di logsheet, dari arus beban (I_s) terendah.

$$\sum \text{rugi} - \text{rugi} = V_0 \cdot I_0 \cdot \sqrt{3} = 230 \cdot 2,88 \cdot 1,73 = 1145,952 \text{ VA} = \frac{1145,952 \times \cos\theta}{1000} = 1,05 \text{ kW}$$

6. Analisa Hasil Perhitungan Rugi Beban Nol

Menurut dari perhitungan diatas rugi beban nol dari data yang terukur di logsheet untuk beban tertinggi didapat (3,88 KW) beban terendah didapat (1,05KW), menurut SPLN TA 1997 rugi beban nol maksimum untuk transformator 10 MVA adalah (7,5 KW), melihat dari hasil perhitungannya maka rugi-rugi beban nol pada transformator tersebut masih memenuhi standar, dan dinyatakan masih baik.

7. Rugi Beban penuh

Besarnya rugi-rugi transformator beban penuh dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.6), Data beban dari nameplate.

$$P_{cu} = I_s^2 \cdot R_{es} = 289^2 \times 0,07 = 5846,47 \text{ Watt}$$

$$P_i = P_h + P_e$$

$$P_h = K_h \cdot f \cdot B_{maks}^{1.6} = 0,51 \times 50 \times 0,34 = 8,67$$

$$P_e = K_e \cdot f^2 \cdot B_{maks}^2 = 0,51^2 \times 50^2 \times 0,26 = 169$$

$$P_i = 8,67 + 169 = 177,67 \text{ Watt}$$

Maka,

$$\Sigma \text{rugi} = p_{cu} + p_i = 5846,47 + 177,67 = 6024,14 \text{ Watt} = 6,02 \text{ kW}$$

8. Data Terukur

Berikut adalah perhitungan yang menggunakan data yang terbaca/terukur di logsheet, dari arus beban (I_s) tertinggi.

$$P_{cu} = I_s^2 \cdot R_{es} = 205^2 \times 0,08 = 3362 \text{ Watt}$$

$$P_i = P_h + P_e$$

$$P_h = K_h \cdot f \cdot B_{maks}^{1.6} = 0,51 \times 50 \times 0,34 = 8,67$$

$$P_e = K_e \cdot f^2 \cdot B_{maks}^2 = 0,51^2 \times 50^2 \times 0,26 = 169$$

$$P_i = 8,67 + 169 = 177,67 \text{ Watt}$$

Maka,

$$\Sigma \text{rugi} = p_{cu} + p_i = 3362 + 177,67 = 3539,67 \text{ Watt} = 3,53 \text{ kW}$$

Dibawah ini adalah perhitungan yang menggunakan data yang terbaca/terukur di logsheet, dari arus beban (I_s) terendah.

$$P_{cu} = I_s^2 \cdot R_{es} = 54^2 \times 0,31 = 903,96 \text{ Watt}$$

$$P_i = P_h + P_e$$

$$P_h = K_h \cdot f \cdot B_{maks}^{1.6} = 0,51 \times 50 \times 0,34 = 8,67$$

$$P_e = K_e \cdot f^2 \cdot B_{maks}^2 = 0,51^2 \times 50^2 \times 0,26 = 169$$

$$P_i = 8,67 + 169 = 177,67 \text{ Watt}$$

Maka,

$$\Sigma \text{rugi} = p_{cu} + p_i = 903,96 + 177,67 = 1081,63 \text{ Watt} = 1,08 \text{ kW}$$

9. Analisa Perhitungan Rugi Beban Penuh

Menurut dari perhitungan diatas rugi beban penuh dari beban tertinggi didapat (3,53 KW) dan dari beban terendah didapat (1,08 KW) menurut SPLN TA 1997 rugi beban penuh maksimum untuk transformator 10 MVA adalah (40 KW), melihat dari hasil perhitungannya maka rugi-rugi beban penuh pada transformator tersebut masih memenuhi standar, dan dinyatakan masih baik.

2. Perhitungan Efisiensi Transformator

Efisiensi transformator didefinisikan sebagai perbandingan antara daya listrik keluaran dengan daya listrik yang masuk pada transformator. Pada transformator ideal efisiensinya 100 %, tetapi pada kenyataannya efisiensi tranformator selalu kurang dari 100 %.

Hal ini karena sebagian energi terbuang menjadi panas atau energi bunyi. Berikut adalah data perhitungan yang menggunakan data name plate dengan menggunakan persamaan (2.11) :

$$P_p = V_p \cdot I_p \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \theta = 70000 \times 82,6 \times 1,73 \times 0,92 = 9202631,2$$

$$P_s = V_s \cdot I_s \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \theta = 20000 \times 289 \times 1,73 \times 0,92 = 9199448 = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{9199448}{9202631,2} \times 100\% = 99,96\%$$

1. Data Terukur

Berikut adalah perhitungan yang menggunakan data yang terbaca/terukur di logsheet, dari arus beban (I_s) tertinggi.

$$P_p = V_p \cdot I_p \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \theta = 64,13 \times 68 \times 1,73 \times 0,92 = 6940,71294$$

$$P_s = V_s \cdot I_s \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \theta = 20 \times 205 \times 1,73 \times 0,92 = 6525,56$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% = \frac{6525,56}{6940,71294} \times 100 \% = 94,01 \%$$

Dibawah ini adalah perhitungan yang menggunakan data yang terbaca/terukur di logsheet, dari arus beban (I_s) terendah.

$$P_p = V_p \cdot I_p \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \theta = 65,6 \times 18 \times 1,73 \times 0,92 = 1879,36128$$

$$P_s = V_s \cdot I_s \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \theta = 20,6 \times 54 \times 1,73 \times 0,92 = 1770,49584$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% = \frac{1770,49584}{1879,36128} \times 100 \% = 94,20 \%$$

3. Analisa Perhitungan Efisiensi Transformator

Menurut SPLN TA 1997 Presentase efisiensi maksimum untuk transformator 10 MVA adalah (99,53%). Maka dapat disimpulkan efisiensi transformator tersebut tingkat efisiensinya rendah, persentase efisiensi dari beban tertinggi (94,01 %) dan persentase efisiensi terendah adalah (94,20 %), melihat dari perhitungan diatas maka dinyatakan kurang efisien.

4. Hasil Perhitungan

Setelah melakukan perhitungan, maka dapat dibandingkan dengan tabel Standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN), sebagai pedoman, peraturan yang wajib. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Standar perusahaan listrik Negara

Tegangan Primer	Daya Pengenal	Rugi Beban Nol	Arus Beban Nol	Rugi Beban Penuh	Efisiensi
(kV)	(MVA)	(kW)	(%)	(kW)	(%)
66/20 kV	5	6	1,5	32	99,25
	6,3	6,7	1,3	36	99,33
	10	7,5	1,1	40	99,53
	16	9,6	0,9	63	99,55
	20	12	0,8	77,5	99,57
	30	20	0,8	100	99,6

Sumber data hasil Perhitungan

Berdasarkan perhitungan dari lembar-lembar sebelumnya, dan mendapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel hasil perhitungan, dapat dibandingkan dengan tabel Standar Perusahaan Listrik Negara, transformator yang digunakan dapat dilihat pada tabel yang berwarna, apakah memenuhi syarat standarnya atau tidak, tabel hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil perhitungan

Tegangan primer	Daya pengenal	Jam	Beban	Rugi Beban Nol	Arus Beban Nol	Rugi Beban Penuh	Efisiensi	Efisiensi SPLN
kV	MVA		Ampere	kW	%	Kw	%	%
66/20	10	01.00	56	0,84	4,14	1,11	98,59	99,53

Analisa Perhitungan Efisiensi Dan Rugi-Rugi Pada Transformator Distribusi Kilang Fraksinasi PT. Perta-Samtan Gas

(Surya Darma / Hazalin Alferon)

02.00	56	0,84	4,14	1,11	98,59
03.00	54	1,05	5,3	1,08	94,20
04.00	54	1,05	5,3	1,08	94,20
05.00	66	1,28	5,3	1,26	95,07
06.00	66	1,28	5,3	1,26	95,37
07.00	67	1,18	4,8	1,29	96,81
08.00	67	1,18	4,8	1,29	96,81
09.00	82	1,11	3,7	1,58	98,07
10.00	172	2,50	3,97	2,84	97,63
11.00	202	3,45	4,67	3,44	94,42
12.00	205	3,88	5,1	3,53	94,01
13.00	201	3,55	4,8	3,40	94,87
14.00	205	3,88	5,1	3,53	94,01
15.00	205	3,88	5,1	3,53	94,01
16.00	202	3,45	4,67	3,44	95,88
17.00	205	3,88	5,1	3,53	94,01
18.00	205	3,88	5,1	3,53	94,01
18.30	205	3,88	5,1	3,53	94,01
19.00	204	3,98	5,3	3,50	93,55
19.30	205	3,88	5,1	3,53	94,01
20.00	205	3,88	5,1	3,53	94,01
20.30	205	3,88	5,1	3,53	94,01
21.00	172	2,50	3,97	2,84	97,63
22.00	172	2,50	3,97	2,84	97,63
23.00	67	0,26	0,94	1,56	96,81
24.00	66	1,28	5,3	1,26	95,37

Sumber data hasil Perhitungan

5. PENUTUP KESIMPULAN & SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan yang dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Hasil perhitungannya maka rugi-rugi beban nol pada transformator tersebut masih memenuhi standar, dan dinyatakan masih baik, rugi beban nol dari hasil perhitungan beban tertinggi didapat (3,88 kW) beban terendah didapat (1,05 kW) sedangkan standar PLN (7,5 kW).
2. Hasil perhitungannya maka rugi-rugi beban penuh pada transformator tersebut masih memenuhi standar, dan dinyatakan masih baik, rugi beban penuh dari hasil perhitungan beban tertinggi didapat (3,53 kW) beban terendah didapat (1,08 kW) sedangkan standar PLN (40 kW).
3. Efisiensi transformator tersebut kurang efisien dan tidak layak untuk beroperasi, berdasarkan dari hasil perhitungan beban tertinggi didapat (94,01%) dan hasil perhitungan beban terendah didapat efisiensinya (94,20%), sedangkan efisiensi standar PLN (99,53%).

B SARAN

Saran yang dapat diberikan dalam menganalisa kemampuan transformator ini adalah :

Untuk mengoperasikan transformator secara optimum, pengoperasian dan pemeliharaan harus secara khusus memperlihatkan berbagai faktor yang menyebabkan memburuknya tingkat persentase efisiensi, maka disarankan untuk menggunakan buku standar perusahaan listrik negara (SPLN) sebagai pedoman, aturan, instruksi, yang ditetapkan Direksi bersifat wajib.

DAFTAR PUSTAKA

[1] DR. A. Arismunandar, DR. Kuwara, Teknik Tenaga Listrik, Jilid 2, 1993.

- [2] *Ir. Muslimin Marappung*, Teknik Tenaga Listrik dan Penyelesaian Soal-Soal
[3] *ZUHAL*. Dasar Teknik Listrik. ITB BANDUNG 1991
[4] *Dr. Suyitno M. M.Pd.* Pembangkit Energi Listrik
[5] *Djiteng Marsudi*. Operasi Sistem Tenaga Listrik
[6] *SPLN TAHUN 1997*. Standarisasi PT.PLN (Persero).