

---

## ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 500 KVA PT. POS INDONESIA SPP SURABAYA

Catur Bayu Pamungkas<sup>1)</sup>, Ir. Gatut Budiono, Msc<sup>2)</sup>  
Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Email : *bayuarbun@gmail.com*<sup>1)</sup>, *Gatut\_budiono@untag-sby.ac.id*<sup>2)</sup>

### ABSTRAK

Riset hal transformator penyaluran butuh dikenal supaya besar pembebanan yang terpasang tidak melampaui ataupun overload pada kapasitas transformator. Perihal ini amat mempengaruhi terhandap kehandalan transformator untuk menuangkan tenaga listrik pada bobot itu. Karena itu pada kalkulasi transformator penyaluran yang sudah dibebani hingga dicermati ialah analisa persentase pembebanan transformator, ketidakseimbangan bobot, serta cedera–cedera dampak terdapatnya arus adil pada transformator. Angka yang diperoleh pada kalkulasi transformator hal persentase pembebanan paling tinggi terjalin pada hari ketiga sebesar 53% sebaliknya hasil dari yang terendah pada hari kedua serta ketujuh sebesar 43%(bobot pucuk). Dari hasil ketidakseimbangan paling tinggi sebesar 12, 6% dihari kedua, sebaliknya hasil yang terendah sebesar 1, 3% dihari keempat. Dari perhitungan rugi–rugi terdapatnya arus paling tinggi 0, 31% pada hari kelima sebaliknya yang terendah 0, 2% dihari awal serta kedua. Hingga dari kalkulasi ini pembebanan transformator itu bisa dibilang sedang underload dari range pembebanan serta bisa dicoba akumulasi bobot ke transformator yang dipakai demikian 245, 66 A.

Kata Kunci : ketidakseimbangan beban, presentase pembebanan transformator, rugi-rugi arus netral

### Pendahuluan

Transformator bisa di klasifikasikan jadi sebagian tipe. Antara lain ialah transformator energi transformator penyaluran, transformator pengukuran serta transformator perlindungan. Tetapi dalam catatan ini, aku cuma mangulas transformator penyaluran. Pada sistem penyaluran umumnya kerap terjalin keunggulan beban serta terjalin ketidak sesuaian antara beban yang terpasang dibanding dengan keahlian ataupun kapasitas transformator. Bila ini berdampak signifikan terhadap keandalan trafo dalam menyuplai listrik ke beban. Akibatnya trafo harus selalu berfungsi baik dengan beban besar maupun kecil.

Mengingat 2 kegiatan dari trafo dan dalam melindungi energi kuat guna perlengkapan ini, hendaknya beban tidak melampaui kapasitasnya. Itulah salah satu yang menyebabkan ketidak maksimalan pendistribusian tenaga listrik ke pelanggan. Alhasil dibutuhkan sesuatu analisis terpaut gerakan daya pada transformator. Salah satu analisis yang diartikan merupakan analisis buat mengenali “Analisa Pembebanan Transformator Penyaluran di PT Pos Indonesia PSS Surabaya”. Oleh sebab itu, kalkulasi beban pada transformator amat berarti yang berarti buat

# ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 500...

melindungi daya guna serta daya kuat perlengkapan didalam sistem daya listrik. Alhasil mutu listrik yang di distribusikan senantiasa terpelihara dengan baik.

## **Metode Penelitian**

Penelitian tugas akhir ini menggunakan metodologi kuantitatif. Penelitian yang menggunakan data kuantitatif berupa angka berdasarkan pengukuran internal dan resolusi pengukuran tersebut dalam bentuk matematis dikenal dengan penelitian kuantitatif. Untuk mengoptimalkan trafo, peneliti menggunakan penelitian kuantitatif ini untuk menentukan keseimbangan beban.

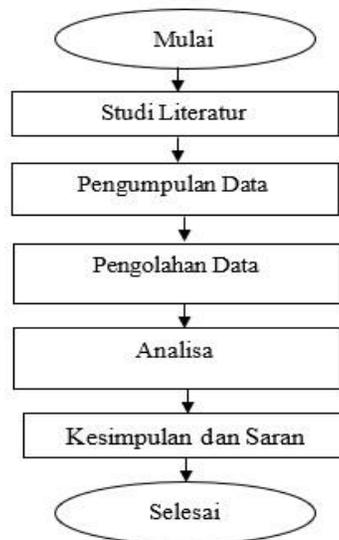
## **Data Yang Dibutuhkan**

Informasi berikut diperlukan untuk melakukan penelitian ini:

1. Tipe dan merek transformator
2. Data arus dan tegangan
3. Data beban puncak

## **Tahapan Penelitian**

Demikian yang akan dilakukan dengan dilakukannya penelitian ini disusun secara sistematis, dengan pedoman yang jelas dalam menyampaikan data untuk dianalisis. Bagan alir penelitian dapat dikategorikan secara luas seperti berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Diagram diatas merupakan diagram penelitian yang akan dilakukan tugas akhir ini meliputi Pengumpulan data, menentukan arus beban penuh, menentukan rugi akibat arus netral dan ketidakseimbangan beban.

### Pengumpulan Data

Untuk penelitian ini, perlu mengambil data sistem yang terkait dengan penelitian dan melakukan pengumpulan data observasi lapangan secara langsung. Pengukuran dilakukan pada transformator distribusi 500 kVA PT. POS INDONESIA SPP SURABAYA selama 7 hari dari mulai Senin sampai Minggu pada tanggal 24 Oktobaer sampai 31 Oktober dalam waktu 8 jam. Berikut adalah data yang diperlukan sebagai bahan rujukan dalam penelitian. Data spesifikasi dari transformator ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Namplate Transformator Distribusi

Rated Capacity	500 KVA
Rated Frequency	50 Hz
Number Of Phase	3
Circuit Impedance	4.41
Cooling	ONAN
Rated Voltage (HV)	34650
Rated Voltage (LV)	400
Rated Current (HV)	33000
Rated Current (LV)	721.7
Year Of Manufacture	2013

Arus per fase yang terjadi dari pagi hingga sore selama jam kerja diukur dengan interval satu jam. Menggunakan clamp meer, pengukuran transformator dilakukan.

### Hasil dan Pembahasan

A. Analisan arus beban penuh dan presentase pembebanan transformator Bila menghitung arus beban penuh (full load) bisa menggunakan dari rumus:

$$IFL = \frac{s}{\sqrt{3.V}} \quad (1)$$

“Sedangkan untuk mencari arus rata-rata pada transformator kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut:”

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

“Menghitung persentase pembebanan pada transformator dapat digunakan persamaan di bawah ini” :

$$\% \text{ pembebanan transformator} = \frac{I_{rata-rata}}{IFL} \times 100\% \quad (3)$$

Persentase pembebanan transformator di awal hari dan di masing – masing jam  
S = 500 KVA

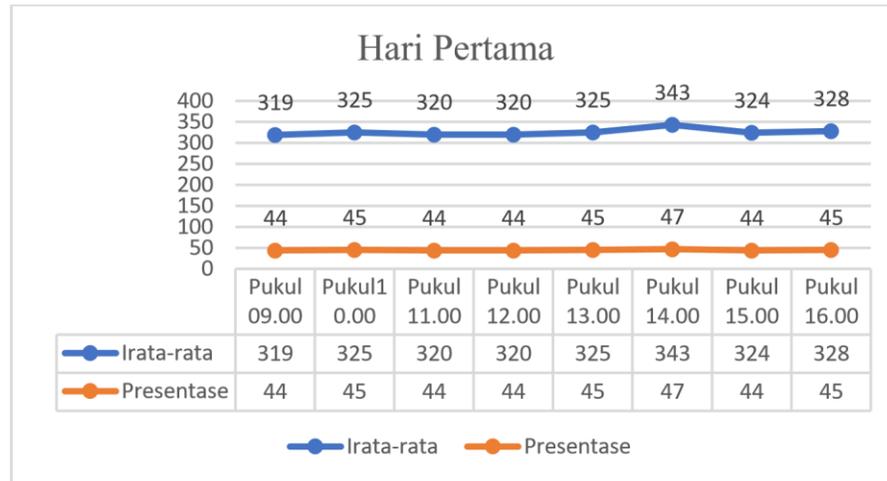
## ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 500...

$$V = 400 \text{ V}$$

Dari data diatas dapat kita hitung arus beban penuh (Full Load) bila di gunakan persamaan rumus (1), (2), (3) pada berikut ini :

$$IFL = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

$$IFL = \frac{500.000}{692} = 722,54 \text{ A}$$



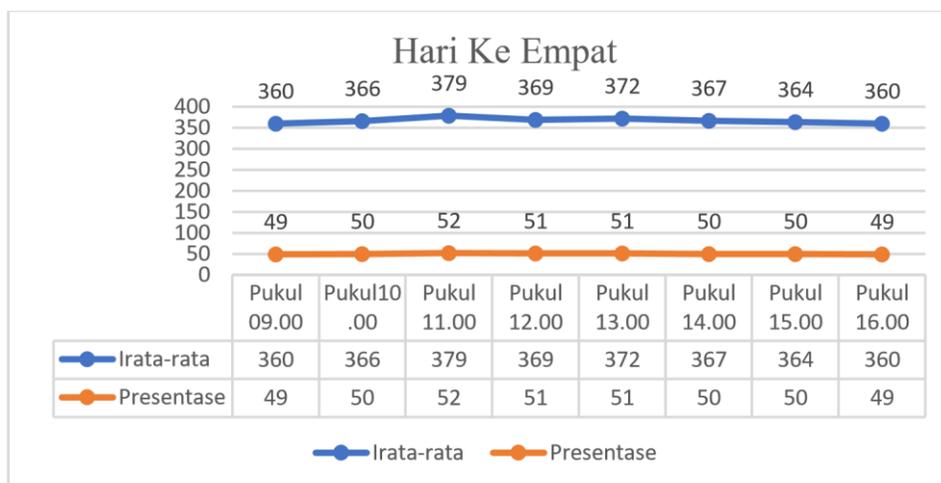
Gambar 1. Grafik rata-rata beban hari pertama



Gambar 2. Grafik rata-rata beban hari ke Dua



Gambar 3. Grafik rata-rata beban hari Ketiga

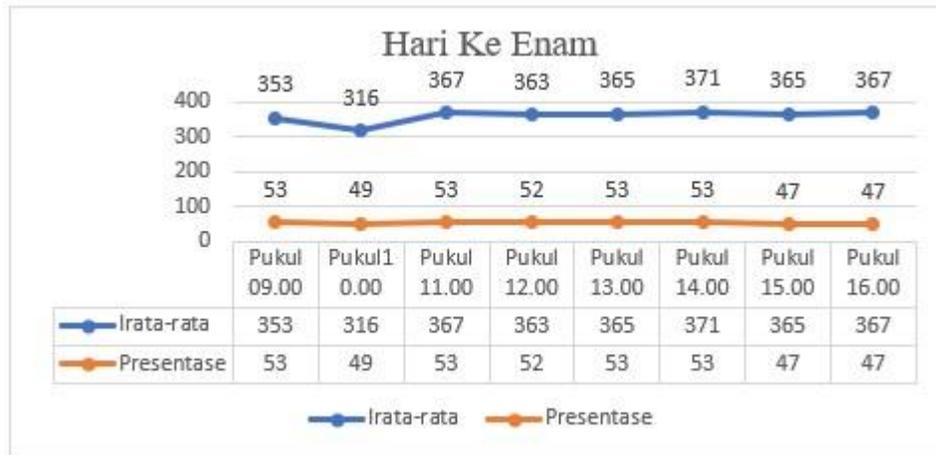


Gambar 4. Grafik rata-rata beban hari Keempat



Gambar 5. Grafik rata-rata beban hari Kelima

## ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 500...



Gambar 6. Grafik rata-rata beban hari Keenam



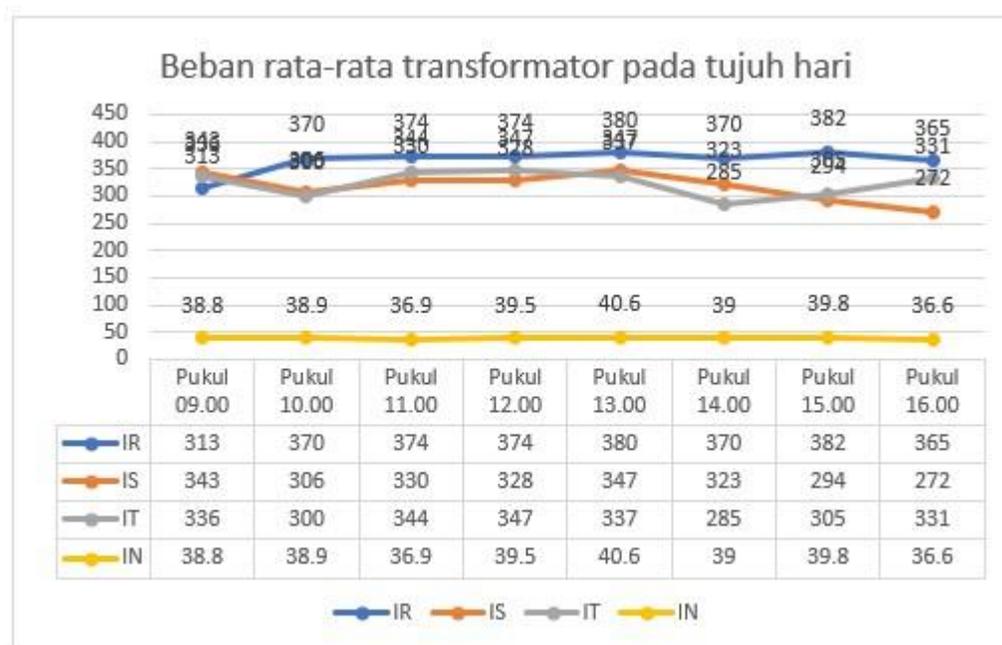
Gambar 7. Grafik rata-rata beban hari Ke Tujuh

Bersumber pada angka kalkulasi beban terukur pada umumnya sepanjang hari senin sampai pekan durasi kegiatan jam 09. 00 hingga 16. 00 dalam bagan dibawah ini

Tabel 1 Arus rata-rata 7 Hari tiap fasa

Waktu	Arus Rata-Rata Per Fasa			
	IR	IS	IT	IN
09.00	313	343	336	38,8
10.00	370	306	300	38,9
11.00	374	330	344	36,9
12.00	374	328	347	39,5
13.00	380	347	337	40,6
14.00	370	323	285	39

15.00	382	294	305	39,8
16.00	365	272	331	36,6



Gambar 8. Grafik Beban Rata-rata pada tujuh hari

Berikut Merupakan Grafik ratarata beban tertinggi pada yaitu

Fasa R = 374

Fasa S = 330

Fasa T = 344

$$I_{rata-rata} = \frac{IR+IS+IT}{3} = \frac{374+330+344}{3} = 337 \text{ A}$$

Arus beban penuh dari kapasitas transformator adalah

$$IFL = \frac{s}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{500.000}{692} = 722,54 \text{ A}$$

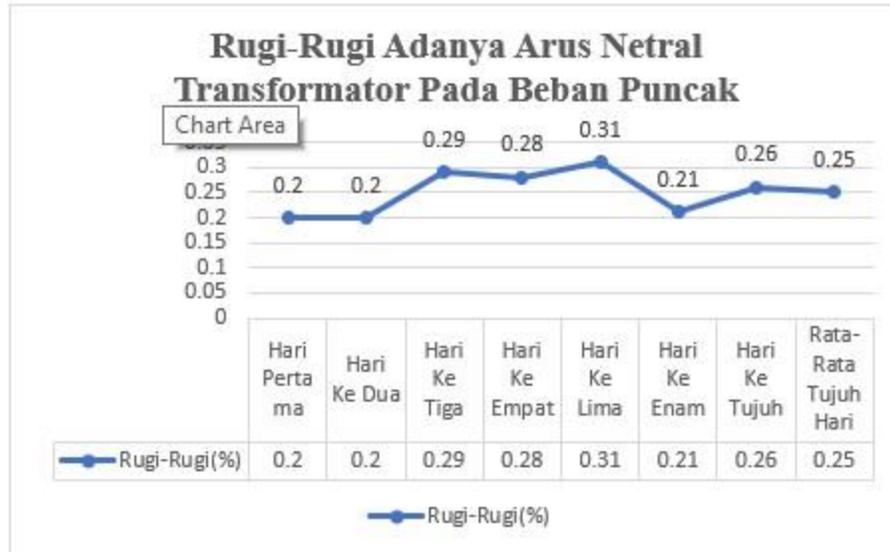
Presentasi pembebanan transformator adalah

$$\frac{I_{rata-rata}}{IFL} \times 100\% = \frac{337}{722,54} \times 100\% = 46\%$$

### B. Rugi-Rugi Penghantar Pada Penghantar Netral Transformator

Terdapat hitungan di PT. POS INDONESIA SPP SURABAYA terdampak besar pada nilai rugi-rugi adanya arus netral berikut. Bisa dilihat di gambar 9.

## ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 500...



Gambar 9. Grafik Rugi Rugi Arus Netral Transformator Pada Beban Puncak

### Ketidakseimbangan Beban

Bila terdapat berapa besar ketidakseimbangan beban dipakai persamaan seperti berikut :

$$I_R = a \cdot I \quad \text{Jadi} \quad a = \frac{I_R}{I_{\text{rata-rata}}} \quad (5)$$

$$I_S = b \cdot I \quad \text{Jadi} \quad a = \frac{I_S}{I_{\text{rata-rata}}} \quad (6)$$

$$I_T = c \cdot I \quad \text{Jadi} \quad a = \frac{I_T}{I_{\text{rata-rata}}} \quad (7)$$

Bila keadaan setimbang lebarnya koefisien a, b, c adalah 1. Dengan demikian rata-rata ketidakseimbangan beban (dalam%) ialah

$$\frac{\{(a-1) + (b-1) + (c-1)\}}{3} \times 100\% \quad (8)$$

Ketidakseimbangan beban hari pertama

Dengan memakai persamaan dan koefisien a, b, c bisa dihitung dibawah ini :

$$I_R = a \times I \quad \text{maka} \quad a = \frac{I_R}{I} = \frac{390}{343} = 1,13$$

$$I_S = a \times I \quad \text{maka} \quad a = \frac{I_S}{I} = \frac{335}{343} = 0,97$$

$$I_T = a \times I \quad \text{maka} \quad a = \frac{I_T}{I} = \frac{305}{343} = 0,88$$

Bila keadaan, seimbang koefisien a, b, c memiliki besar 1. Dengan rata-rata ketidakseimbangan beban dari (%) adalah

$$\%Ketidakseimbangan\ Beban = \frac{\{(a - 1) + (b - 1) + (c - 1)\}}{3} \times 100\%$$

$$\frac{\{(1,13 - 1) + (0,97 - 1) + (0,88 - 1)\}}{3} \times 100\% = 9,3\%$$

Ketidakseimbangan beban hari Kedua

Dengan menggunakan persamaan dan koefisien a, b, c dapat dihitung dibawah ini :

$$IR = a \times 1 \text{ maka } a = \frac{IR}{I} = \frac{399}{336} = 1,18$$

$$IS = b \times 1 \text{ maka } a = \frac{IS}{I} = \frac{301}{336} = 0,89$$

$$IT = c \times 1 \text{ maka } a = \frac{IT}{I} = \frac{308}{336} = 0,91$$

$$\%Ketidakseimbangan\ Beban = \frac{\{(a - 1) + (b - 1) + (c - 1)\}}{3} \times 100\%$$

$$\frac{\{(1,18 - 1) + (0,89 - 1) + (0,91 - 1)\}}{3} \times 100\% = 12,6\%$$

Ketidakseimbangan beban hari Ketiga

Dengan menggunakan persamaan dan koefisien a, b, c dapat dihitung dibawah ini :

$$IR = a \times 1 \text{ maka } a = \frac{IR}{I} = \frac{391}{386} = 1,01$$

$$IS = b \times 1 \text{ maka } a = \frac{IS}{I} = \frac{392}{386} = 1,01$$

$$IT = c \times 1 \text{ maka } a = \frac{IT}{I} = \frac{375}{386} = 0,97$$

$$\%Ketidakseimbangan\ Beban = \frac{\{(a - 1) + (b - 1) + (c - 1)\}}{3} \times 100\%$$

$$\frac{\{(1,01 - 1) + (1,01 - 1) + (0,97 - 1)\}}{3} \times 100\% = 1,6\%$$

Ketidakseimbangan beban hari keempat

Dengan menggunakan persamaan dan koefisien a, b, c dapat dihitung dibawah ini :

## ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 500...

$$IR = a \times 1 \text{ maka } a = \frac{IR}{I} = \frac{378}{379} = 0,99$$

$$IS = b \times 1 \text{ maka } a = \frac{IS}{I} = \frac{375}{379} = 0,98$$

$$IT = v \times 1 \text{ maka } a = \frac{IT}{I} = \frac{385}{379} = 1,01$$

$$\%Ketidakseimbangan \text{ Beban} = \frac{\{(a - 1) + (b - 1) + (c - 1)\}}{3} \times 100\%$$
$$\frac{\{(0,99 - 1) + (0,98 - 1) + (1,01 - 1)\}}{3} \times 100\% = 1,3\%$$

Ketidakseimbangan beban hari kelima

Dengan menggunakan persamaan dan koefisien a, b, c dapat dihitung dibawah ini :

$$IR = a \times 1 \text{ maka } a = \frac{IR}{I} = \frac{387}{387} = 1$$

$$IS = b \times 1 \text{ maka } a = \frac{IS}{I} = \frac{388}{387} = 1,02$$

$$IT = c \times 1 \text{ maka } a = \frac{IT}{I} = \frac{387}{387} = 1$$

$$\%Ketidakseimbangan \text{ Beban} = \frac{\{(a - 1) + (b - 1) + (c - 1)\}}{3} \times 100\%$$
$$\frac{\{(1 - 1) + (1 - 1) + (1 - 1)\}}{3} \times 100\% = 6,6\%$$

Ketidakseimbangan beban hari keenam

Dengan menggunakan persamaan dan koefisien a, b, c dapat dihitung dibawah ini :

$$IR = a \times 1 \text{ maka } a = \frac{IR}{I} = \frac{386}{371} = 1,04$$

$$IS = b \times 1 \text{ maka } a = \frac{IS}{I} = \frac{374}{371} = 1,08$$

$$IT = c \times 1 \text{ maka } a = \frac{IT}{I} = \frac{355}{371} = 0,95$$

$$\%Ketidakseimbangan \text{ Beban} = \frac{\{(a - 1) + (b - 1) + (c - 1)\}}{3} \times 100\%$$

$$\frac{\{(1,04 - 1) + (1,08 - 1) + (0,95 - 1)\}}{3} \times 100\% = 5,6\%$$

Ketidakseimbangan beban hari ke tujuh

Dengan menggunakan persamaan dan koefisien a, b, c dapat dihitung dibawah ini : *IR* 383

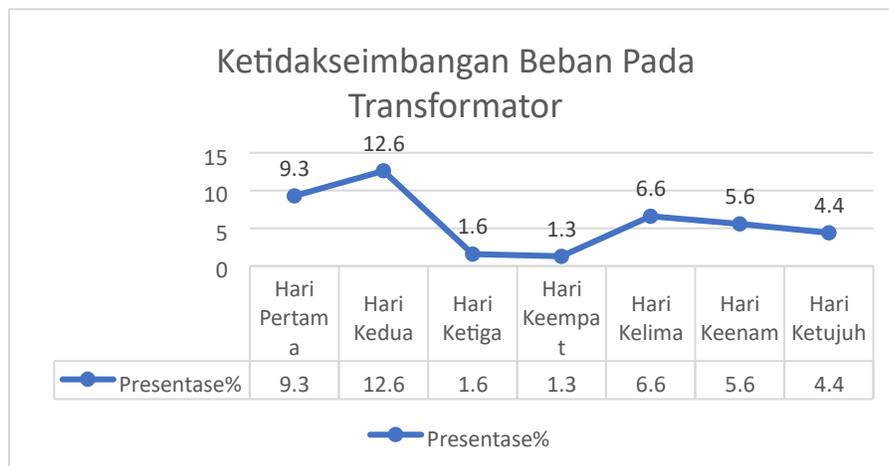
$$IR = a \times 1 \text{ maka } a = \frac{IR}{I} = \frac{383}{351} = 1,09$$

$$IS = b \times 1 \text{ maka } a = \frac{IS}{I} = \frac{362}{351} = 1,03$$

$$IT = c \times 1 \text{ maka } a = \frac{IT}{I} = \frac{308}{351} = 0,87$$

$$\%Ketidakseimbangan \text{ Beban} = \frac{\{(a - 1) + (b - 1) + (c - 1)\}}{3} \times 100\%$$

$$\frac{\{(1,09 - 1) + (1,03 - 1) + (0,87 - 1)\}}{3} \times 100\% = 4,4\%$$



Gambar 4.10 Grafik Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator

# ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 500...

## KESIMPULAN

Bersumber pada hasil pengukuran, kalkulasi serta ulasan bisa disimpulkan selaku selanjutnya:

1. Sehabis melaksanakan kalkulasi diperoleh angka persentase pembebanan pada transformator dikala beban pucuk sebesar 46%. Hingga transformator ini bisa disimpulkan sedang pantas buat akumulasi beban sebab standart pembebanan sebesar 80% sesuai SPLN 17: 1979.
2. Rugi- rugi dampak arus netral yang besar mengalir pada penghantar netral terbanyak ialah 0,31% pada hari Kelima. Sebaliknya rugi- rugi terkecil ialah 0,2% pada hari pertama dan kedua.
3. Jika hasil dari ketidakseimbangan tertinggi sebesar 12,6% hari kedua, sedangkan hasil yang terendah sebesar 1,3% pada hari keempat. Semakin besar presentase ketidakseimbangan beban, maka arus netral diailiri pada kawat penghantar netral transformator ( $I_N$ ) semakin besar dan rugi-rugi (losses) yang ditimbulkan semakin besar.

## REFERENSI

- D. A. Arifianto, Soemarwanto, and H. Purnomo, "Analisis Kegagalan Transformator Di PT Asahimas Chemical Banten Berdasarkan Hasil Uji DGA Dengan Metode Roger 's Ratio," *Student J. Mhs. TEUB*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2013, [Online]. Available: <http://elektro.studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/article/view/63>
- [2] A. Supriyadi, "Hubungan Pada Transformator Tiga Fasa," *Forum Teknol.*, vol. 07, no. 1, pp. 45–52, 2017.
  - [3] D. Kongah, M. Sarjan, and B. Mukhlis, "Analisis Pembebanan Transformator Gardu Selatan Kampus Universitas Tadulako," *Mektrik*, vol. 1, no. 1, pp. 11–19, 2014.
  - [4] A. Bachtiar and M. Isnay Samindha, "Studi Analisa Kinerja Trafo Pemakaian Sendiri PT. PLN (Persero) Sektor Bukittinggi PLTA Batang Agam dengan Menggunakan ESA," vol. 7, no. 2, pp. 250–267, 2017, doi: 10.21063/pimimd4.2017.250-267.
  - [5] H. Lumbanraja, "Pengaruh Beban Tidak Seimbang Terhadap Efisiensi Transformator Tiga Fasa Hubungan Open-Delta," 2009, [Online]. Available: <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/11808>
  - [6] I. Setiono, E. Ariyanto, Subali, and Priyo Sasmoko, "Evaluasi Pemakaian Listrik Pada Ruang Kuliah Jurusan Teknik Elektro Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro," pp. 129–135, 2015.
  - [7] IEC, "IEC 60354 2001 Loading guide for oil-immersed power transformers," vol. 1992, p. 13, 1991.
  - [8] Anon, *Ieee Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*. 1980.
  - [9] A. P. Kawihing, M. Tuegeh, L. S. Patras, and M. Pakiding, "Pemerataan Beban Transformator Pada Saluran Distribusi Sekunder," *e-journal Tek. Elektro dan Komput.*, pp. 1–9, 2013.
  - [10] P. Unut and U. Negara, "Perusaiiaat unut ustriik negara," 1987.
  - [11] J. K. Hall, "Power quality," *Power Eng. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 63–72, 1991, doi: 10.1049/pe:19910017.
  - [12] N. Rinanda, "Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap ArusNetral Dan Rugi – Rugi (Losses) Pada TransformatorDistribusi Pt. Pln Cabang Medan," *Anal. Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Rugi – Rugi Pada Transform. Distrib. Pt. Pln Cab. Medan*, 2009

