

**STUDI ANALISA KINERJA HUBUNG PARALEL
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DENGAN TRANSFORMATOR UNIT
GARDU BERGERAK (UGB) PADA BEBAN TIDAK SEIMBANG
DI PT. PLN (PERSERO) ULP BELANTI PADANG**

**Wasri Johan¹⁾, Yani Ridal²⁾
Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknogi Industri, Universitas Bung Hatta
e-mail: wasrijohan08@gmail.com**

ABSTRAK

Penyaluran tenaga listrik kepada konsumen yang semakin meningkat dalam hal penggunaan ataupun pertumbuhan konsumen listrik itu sendiri di PT. PLN (Persero) ULP Rayon Belanti Kota Padang, sehingga memunculkan permasalahan salah satunya berupa beban lebih (*overload*) dan juga berupa beban tak seimbang. Maka perlu adanya peningkatan kapasitas transformator distribusi sebagai alat penyalur listrik dari jaringan tegangan tinggi menjadi tegangan menengah sehingga dapat disalurkan kepada konsumen. Untuk meningkatkan daya yang dibutuhkan salah satu solusinya adalah dengan penambahan Transformator Unit Gardu Bergerak (UGB) yang dihubung paralel pada transformator distribusi. Operasi paralel transformator distribusi dengan transformator UGB dilakukan harus memenuhi syarat operasi paralel transformator. Syarat yang perlu diperhatikan yaitu tegangan, frekuensi, *vector grup* dan urutan fasa yang harus sama. Penelitian ini menganalisa kinerja operasi paralel transformator distribusi dengan transformator unit gardu bergerak (UGB) dengan kondisi beban tidak seimbang atau beban lebih melalui perhitungan-perhitungan. Dari hasil perhitungan operasi paralel transformator distribusi dengan Transformator UGB pada saat beban tak seimbang atau beban lebih menunjukkan hasil berupa pengurangan daya beban yang dipikul oleh transformator distribusi secara signifikan oleh operasi paralel dengan transformator UGB. Operasi paralel transformator distribusi dengan UGB ini hanya bersifat sementara, sampai ada pergantian unit transformator dengan kemampuan kapasitas daya yang besar.

Kata kunci: *Paralel Transformator, Transformator Distribusi, Transformator Unit Gardu Bergerak (UGB), Overload, Beban tidak seimbang, Losses dan Efisiensi*

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan ketersediaan tenaga listrik pada masa sekarang ini ketersediannya adalah keniscayaan yang harus secara terus menerus tanpa terjeda, ketersediaan daya listrik harus bisa memenuhi ketergantungan manusia untuk mengeksplorasi pemakaian daya listrik untuk hal-hal yang baru di dunia yang serba elektrik mengikuti kecanggihan zaman. Pemakaian daya listrik yang meningkat ini pastinya menjadi masalah yang harus dicari solusi agar tidak ada gangguan berupa pemadaman saat terjadi gangguan beban lebih atau beban tak seimbang. Maka penanganan dilapangan harus cepat jika terjadi penambahan daya listrik. Salahsatu proses peningkatan distribusi daya listrik adalah dengan melakukan operasi paralel transformator. Operasi paralel transformator adalah penambahan daya listrik dengan menggandengkan transformator distribusi dengan transformator unit gardu bergerak (UGB) secara deret.

Didalam penyaluran tenaga listrik salah satu komponen utamanya adalah Transformator distribusi atau gardu tiang. Transformator distribusi mempunyai prinsip kerja elektromagnetik statis yang berfungsi untuk memindah dan mengubah energi listrik dari besaran satu ke besaran lainnya dengan prinsip induksi elektromagnetis yang berasal dari kumparan-kumparan kawat konduktor (primer) ke kumparan sekundernya melewati induksi inti besi (core). Dengan begitu transformator menjadi komponen yang sangat penting dalam proses pendistribusian tenaga listrik.

Jika terjadi gangguan pada transformator distribusi berupa beban tak seimbang atau beban lebih, maka digunakanlah gardu penggandeng sementara yang dinamakan transformator UGB (Unit Gardu Bergerak) agar pelayanan akan kebutuhan listrik selalu menjadi prioritas utama. UGB (Unit Gardu bergerak) merupakan instalasi Gardu Distribusi yang dirancang sedemikian rupa dengan *spesifikasi* tertentu

sehingga dapat dibawa atau dipindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain. Sama halnya seperti Gardu Distribusi tapi dalam penggunaannya hanyalah untuk sementara waktu, UGB dilengkapi dengan peralatan instalasi gardu distribusi seperti Transformator, PHB-TM, PHB-TR, dan lain sebagainya.

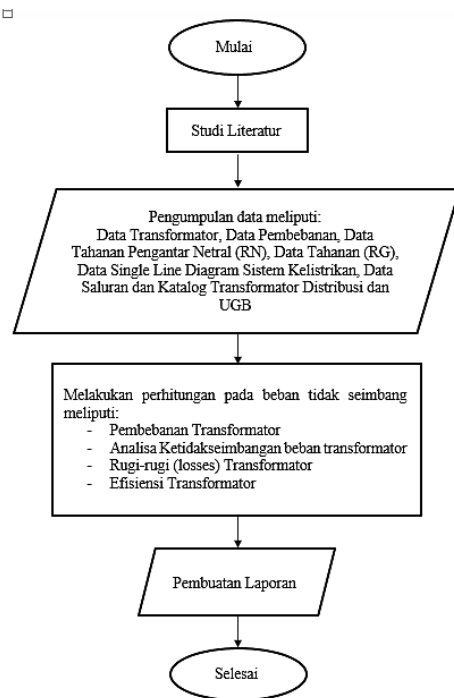
Pengunaan UGB berfungsi untuk menjaga kelangsungan penyaluran tenaga listrik dengan dihubungkan secara paralel terhadap transformator yang terpasang pada gardu distribusi dengan transformator UGB, yang bisaanya spesifikasi kedua transformator seperti tegangan kerja, frekuensi, *vector group*, dan impedansi harus semua sama.

Dalam sistem tenaga listrik, transformator distribusi memiliki peran penting pada jaringan distribusi tenaga listrik untuk mentransformasikan tegangan menengah menjadi tegangan rendah 220 V dan 380 V [1].

Syarat-syarat keandalan pada sistem tenaga listrik adalah persentase pembebanan transformator tidak melebihi 80% sesuai aturan SPLN No. 17 Tahun 1979, persentase faktor ketidakseimbangan beban dikategorikan baik untuk persentase <10%, dikategorikan cukup untuk persentase ketidak seimbangan beban 10% - <20%, dikategorikan kurang untuk persentase ketidakseimbangan beban 20% - <25%, dan dikategorikan buruk untuk persentase ketidakseimbangan beban lebih dari 25% sesuai surat edaran direksi PT. PLN (Persero) No.0017.E/DIR/2014 tentang metode pemeliharaan trafo distribusi berbasis kaidah manajemen aset.

METODE

Adapun tahapan dalam proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini di gambarkan dalam beberapa langkah dapat dilihat pada gambar diagram alur dibawah sebagai berikut:



Gambar 1 Alur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, data diperoleh dari PT. PLN (Persero) ULP Rayon Belanti, kondisi transformator tiang yang akan diparalelkan dengan transformator UGB, alasan transformator diparalelkan karena kapasitas transformator sudah dalam kondisi overload, dari 562 unit transformator distribusi /tiang yang mempunyai kapasitas 110 kVA, 160 kVA, 200 kVA dan 250 kVA yang mengalami atau dalam kondisi overload adalah 20 unit., tetapi dalam penelitian ini akan mengambil 1 transformator sampel mewakili dari masing-masing kapasitas transformator tersebut diatas.

Transformator UGB yang tersedia di PT. PLN (Persero) ULP Rayon Belanti dengan kapasitas 100 kVA, tegangan 20 KV/380 V, Vector grup DYn5 dan impedansi (Z) adalah 4% , RG= 2 Ohm

1.1. Pengumpulan Data

Transformator distribusi/tiang yang mengalami kondisi overload yang dibebani dari kapasistas transformator menurut data PT. PLN (PERSERO) ULP Rayon Belanti Kota Padang adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Data 20 transformator distribusi dengan kapasitas beban *Overload*

No	Nomor Gardu (Terbaru)	Lokasi	Kapasitas (kVA)	Status
1.	P3B-C-0002	Jl. S. Parman PLN Area	100 kVA	Overload
2.	HDS-B-0001	Jl. Khatib Sulaiman Hadis Permai Kantor PU Air	160 kVA	Overload
3.	SPR-T-0473	Jl. S. Parman Kantor Hukum & HAM	160 kVA	Overload
4.	PTP-T-0258	Jl. Perum Talago Permai Ampang	100 kVA	Overload
5.	BDM-T-0662	Jl. Ampang (Supermarket BUDIMAN)	100 kVA	Overload
6.	ARRH-C-0391	Jl. AR. Hakim	160 kVA	Overload
7.	PAL-T-0572	Jl. Palinggam	250 kVA	Overload
8.	TKD-T-0198	Jl. Thamrin depan kantor BULOG	250 kVA	Overload
9.	FKG-T-0442	Jl. Perintis Kemerdekaan (FKG UNAND)	100 kVA	Overload
10.	FLB-B-0017	Jl. Flamboyan Raya	250 kVA	Overload
11.	BRR-T-0002	Jl. Beringin Raya	200 kVA	Overload
12.	FLB-T-0027	Jl. Flamboyan (Gg. Mawar)	160 kVA	Overload
13.	PNS-T-0044	Jl. Pinus Raya SMK Adzkia	100 kVA	Overload
14.	PLN-C-0016	Jl. Khatib Sulaiman PLN Belanti	100 kVA	Overload
15.	BTS-T-0301	Jl. Batang Sinamar Padang Baru	160 kVA	Overload
16.	SLR-T-0463	Jl. Khatib Sulaiman depan Selasih	100 kVA	Overload
17.	KMP-T-0083	Jl. Kampung Baru Lapai	160 kVA	Overload
18.	SLP-T-0507	Jl. Sawah Liat Villa Bukit Indah	100 kVA	Overload
19.20.	ADD-K-0153	Jl. Aur Duri Depan Asrama TNI	200 kVA	Overload
	STM-T-0156	Jl. Dr. Soetomo	200 kVA	Overload

Dari tabel transformator distribusi/tiang yang berkapasitas beban *Overload* diatas maka diambil data dari masing-masing transformator 1 unit transformator yang mewakili kapasitas mulai dari 100 kVA, 160 kVA, 200 kVA dan 250 kVA analisis 90% dari kapasistas transformator adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Data transformator distribusi/tiang dengan kapasitas beban di sisi sekunder

No	Nomor Gardu	Kapasitas (kVA)	IR (A)	IS (A)	IT (A)	IN (A)
1.	BDM-T-0662	100 kVA	183	94	101	108
2.	HDS-B-0001	160 kVA	236	163	152	60
3.	STM-T-0156	200 kVA	223	289	207	108
4.	FLB-B-0017	250 kVA	322	378	297	77

Impedansi transformator $Z = 4\%$,

Tahanan grounding $R_g = 10 \text{ Ohm}$

Vector group DYn11

1.2. Perhitungan Paralel Transformator Distribusi

Dalam penelitian ini transformator tiang yang diparalelkan dengan transformator UGB yang mempunyai beban yang tidak seimbang dari data PT. PLN (PERSERO) ULP Rayon Belanti kapasitas dan dengan nomor gardu sebagai berikut:

1. Transformator 100 kVA, Nomor Gardu: BDM-T-0662

IR = 183 A; IS= 94 A; IT= 101 A

- Arus Transformator Sekunder

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 151,934 \text{ A}$$

$$\text{Arus Rata-rata } I = \frac{183+94+101}{3} = 126 \text{ A}$$

- Transformator dibebani 90%, maka

$$I = 151,934 \text{ A} \times 90\% = 136,934 \text{ A}$$

2. Transformator 160 kVA, Nomor Gardu: HDS-B-0001

IR = 236 A; IS= 163 A; IT= 152 A

- Arus Transformator Sekunder

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{160.000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 243,094 \text{ A}$$

$$\text{Arus Rata-rata} \quad I = \frac{236+163+152}{3} = 183,66 \text{ A}$$

Transformator dibebani 90%, maka

$$I = 243,38 \text{ A} \times 90\% = 218,78 \text{ A}$$

3. Transformator 200 kVA, Nomor Gardu: STM-T-0156

$$I_R = 223 \text{ A}; I_S = 289 \text{ A}; I_T = 207 \text{ A}$$

- Arus Transformator Sekunder

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{200.000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 412,393 \text{ A}$$

$$\text{- Arus Rata-rata} \quad I = \frac{223+289+207}{3} = 239,66 \text{ A}$$

Transformator dibebani 90%, maka

$$I = 303,868 \text{ A} \times 90\% = 273,48 \text{ A}$$

4. Transformator 250 kVA, Nomor Gardu: FLB-B-0017

$$I_R = 322 \text{ A}; I_S = 378 \text{ A}; I_T = 297 \text{ A}$$

- Arus Transformator Sekunder

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{250.000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 379,835 \text{ A}$$

$$\text{- Arus Rata-rata} \quad I = \frac{322+378+297}{3} = 332,33 \text{ A}$$

- Transformator dibebani 90%, maka

$$I = 379,835 \text{ A} \times 90\% = 341,85 \text{ A}$$

Persentase pembebanan transformator 100 kVA

$$\% \text{ Pembebanan} = \frac{I_{\text{Rata-rata}}}{I_{\text{Trafo}}} \times 100\%$$

$$= \frac{126}{151,934} \times 100\%$$

$$= 82,93\%$$

Persentase pembebanan transformator 160 kVA

$$\% \text{ Pembebanan} = \frac{I_{\text{Rata-rata}}}{I_{\text{Trafo}}} \times 100\%$$

$$= \frac{183,66}{243,094} \times 100\%$$

$$= 75,55\%$$

Persentase pembebanan transformator 200 kVA

$$\% \text{ Pembebanan} = \frac{I_{\text{Rata-rata}}}{I_{\text{Trafo}}} \times 100\%$$

$$= \frac{239,66}{412,393} \times 100\%$$

$$= 58,11\%$$

Persentase pembebanan transformator 250 kVA

$$\% \text{ Pembebanan} = \frac{I_{\text{Rata-rata}}}{I_{\text{Trafo}}} \times 100\%$$

$$= \frac{332,33}{379,835} \times 100\%$$

$$= 87,49\%$$

Tabel 3 Perhitungan arus transformator sekunder, arus rata-rata dan saat dibebani Overload

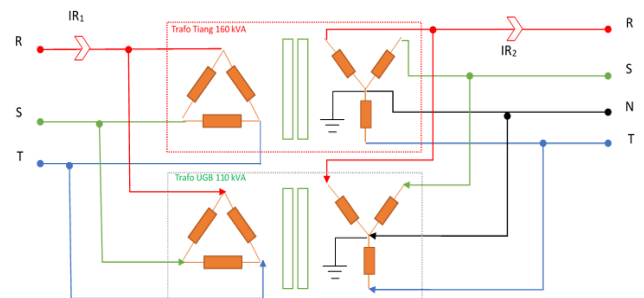
Daya Transformator Distribusi	Arus Sekunder	Arus Rata-rata	Beban 90%	Selisih	Persentase pembebanan
100 kVA	151,934 A	126 A	136,934 A	10,934 A	82,93 %
160 kVA	243,094 A	183,66 A	218,78 A	35,12 A	75,55 %
200 kVA	412,393 A	239,66 A	273,48 A	33,82 A	58,11 %
250 kVA	379,835 A	332,33 A	341,85 A	9,52 A	87,49 %

Dilihat dari hasil perhitungan persentase pembebanan transformator dapat dilihat hanya transformator daya 100 kVA dan 250 kVA yang hampir atau mendekati pembebanan 90%.

Namun berdasarkan data arus fasa yang melebihi arus nominal transformator adalah pada fasa R yaitu 183 A berarti melebihi arus transformator 151,934 A yaitu:

$$\frac{183}{151,934} \times 100\% = 120,44\%$$

Untuk mengatur agar transformator tidak terjadi kerusakan (panas) maka diparalelkan dengan transformator UGB dengan kapasitas 100 kVA.



Gambar 2 Paralel Transformator Hubung Bintang Segitiga Transformator Tiang dan UGB

Transformator 160 kVA diparalel dengan transformator UGB dengan kapasitas 100 kVA maka arus masing transformator disisi sekunder adalah sebagai berikut:

a. Transformator distribusi (160 kVA) dan transformator UGB (100 kVA)

$$\begin{aligned} I_{R1} &= IR \frac{Z1}{Z1 + Z2} \\ &= 236 \frac{0,04}{0,04 + 0,04} \\ &= 118 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{S1} &= IS \frac{Z1}{Z1 + Z2} \\ &= 163 \frac{0,04}{0,04 + 0,04} \end{aligned}$$

$$= 81,5 A$$

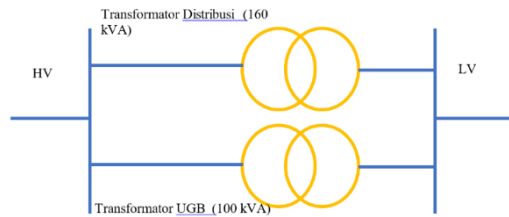
$$IT_1 = IT \frac{Z1}{Z1 + Z2}$$

$$= 152 \frac{0,04}{0,04 + 0,04}$$

$$= 76 A$$

$$IR_1 = IR_2$$

Karena impedansi trfao masing-masing sama $Z = 4\%$, maka arus sekunder pada transformator 1 (160 kVA) sama dengan transformator 2 (100 kVA)



Gambar 3 Single line transformator hubung paralel

Persentase pembebanan transformator kondisi paralel

Transformator tiang 100 kVA di paralel dengan transformator UGB 100 kVA

Arus transformator 1 = Arus transformator 2

Arus transformator 100 kVA = 151,934 A

Arus transformator 160 kVA = 243,094 A

- Persentase pembebanan transformator kapasitas daya 100 kVA sebagai berikut:

$$\text{Fasa R} = \frac{183}{151,934} \times 100\% = 66,47\%$$

$$\text{Fasa S} = \frac{94}{151,934} \times 100\% = 61,86 \%$$

$$\text{Fasa T} = \frac{101}{151,934} \times 100\% = 50,02 \%$$

- Persentase pembebanan transformator kapasitas daya 160 kVA sebagai berikut:

$$\text{Fasa R} = \frac{236}{243,093} \times 100\% = 97,08 \%$$

$$\text{Fasa S} = \frac{163}{243,093} \times 100\% = 67,05 \%$$

$$\text{Fasa T} = \frac{152}{243,093} \times 100\% = 97,08 \%$$

- Persentase pembebanan transformator kapasitas daya 200 kVA sebagai berikut:

$$\text{Fasa R} = \frac{223}{412,393} \times 100\% = 54,07 \%$$

$$\text{Fasa S} = \frac{289}{412,393} \times 100\% = 70,07 \%$$

$$\text{Fasa T} = \frac{207}{412,393} \times 100\% = 18,42 \%$$

- Persentase pembebanan transformator kapasitas daya 250 kVA sebagai berikut:

$$\text{Fasa R} = \frac{322}{379,835} \times 100\% = 84,77\%$$

$$\text{Fasa S} = \frac{378}{379,835} \times 100\% = 99,51 \%$$

$$\text{Fasa T} = \frac{297}{379,835} \times 100\% = 78,19 \%$$

Tabel 4 Menghitung persentase pembebanan pada setiap fasa R, S dan T

Kapasitas transformator	Fasa R	Fasa S	Fasa T
100 kVA	66,47 %	61,86 %	50,02 %
160 kVA	97,08 %	67,05 %	97,08 %
200 kVA	54,07 %	70,07 %	18,42 %
250 kVA	84,77 %	99,51 %	78,19%

Dari data tabel diatas, dapat dilihat persentase pembebanan setiap fasa dari daya terpasang menunjukkan angka persentase yang tidak seimbang, yaitu ada terdapat pembebanan fasa hampir mencapai 100 % kapasitas fasa-nya.

1.3. Perhitungan Operasi Transformator

1. Perhitungan operasi transformator distribusi/tiang dengan transformator UGB hubung paralel dengan berdasarkan data transformator/tiang dengan nomor BDM-T-0662 dengan kapasitas 100 kVA dan transformator UGB kapasitas 100 kVA

$$\text{Arus rata-rata} = 126 A$$

$$\text{Daya semu (S)} = \sqrt{3} \times V \times I$$

$$= \sqrt{3} \times 380 \times 126$$

$$= 106.625,048 VA$$

$$= 106,62 kVA$$

Daya masing-masing transformator adalah

$$S_1 = S \times \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

$$S_1 = 106,62 kVA \times \frac{0,4}{0,4+0,4}$$

$$= 53,31 kVA$$

Masing-masing transformator dibebani dengan kapasitas: 53,31 kVA

2. Perhitungan operasi transformator distribusi/tiang dengan transformator UGB hubung paralel dengan berdasarkan data transformator/tiang dengan nomor HDS-B-0001 dengan

kapasitas 160 kVA dan transformator UGB kapasitas 100 kVA

$$\text{Arus rata-rata} = 183,66 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya semu (S)} &= \sqrt{3} \times V \times I \\ &= \sqrt{3} \times 380 \times 183,66 \\ &= 120.881,212 \text{ VA} \\ &= 120,881 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Daya masing-masing transformator adalah

$$\begin{aligned} S_1 &= S \times \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} \\ S_1 &= 120,881 \text{ kVA} \times \frac{0,4}{0,4+0,4} \\ &= 60,44 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Masing-masing transformator dibebani dengan kapasitas: 60,44 kVA

3. Perhitungan operasi transformator distribusi/tiang dengan transformator UGB hubung paralel dengan berdasarkan data transformator/tiang dengan nomor STM-T-0156 dengan kapasitas 200 kVA dan transformator UGB kapasitas 100 kVA

$$\text{Arus rata-rata} = 239,66 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya semu (S)} &= \sqrt{3} \times V \times I \\ &= \sqrt{3} \times 380 \times 239,66 \\ &= 157.739,66 \text{ VA} \\ &= 157,74 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Daya masing-masing transformator adalah

$$\begin{aligned} S_1 &= S \times \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} \\ S_1 &= 120,447 \text{ kVA} \times \frac{0,4}{0,4+0,4} \\ &= 78,87 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Masing-masing transformator dibebani dengan kapasitas 78,87 kVA

4. Perhitungan operasi paralel transformator distribusi/tiang dengan transformator UGB dengan berdasarkan data transformator/tiang dengan nomor FLB-B-0017 dengan kapasitas 250 kVA dan transformator UGB kapasitas 100 kVA

$$\text{Arus rata-rata} = 332,33 \text{ A}$$

$$\text{Daya semu (S)} = \sqrt{3} \times V \times I$$

$$= \sqrt{3} \times 380 \times 332,33$$

$$= 218.732,729 \text{ VA}$$

$$= 218,73 \text{ kVA}$$

Daya masing-masing transformator adalah

$$\begin{aligned} S_1 &= S \times \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} \\ S_1 &= 218,73 \text{ kVA} \times \frac{0,4}{0,4+0,4} \\ &= 109,36 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Masing-masing transformator dibebani dengan kapasitas: 109,36 kVA

Dari masing-masing percobaan operasi paralel transformator distribusi dengan transformator UGB yang memiliki daya 100 kVA dari masing-masing titik transformator terpasang, maka didapatkan hasil sebagaimana dalam tabel 4.5

Tabel 5 Kapasitas daya yang dibebani saat paralel transformator

Paralel Tafo	Arus Rata-rata (I _R)	Daya Semu (S)	Daya Terbebani (S ₁)
100 kVA – 100 kVA	126 A	106,62 kVA	53,31 kVA
160 kVA – 100 kVA	183,66 A	120,881 kVA	60,44 kVA
200 kVA – 100 kVA	239,66 A	157,74 kVA	78,87 kVA
250 kVA – 100 kVA	332,33 A	218,73 kVA	109,36 kVA

Pada tabel dapat dilihat daya yang terbebani dengan operasi paralel setiap transformator distribusi (100 kVA, 160 kVA, 200 kVA dan 250 kVA) dengan transformator UGB dengan kapasitas daya 100 kVA mampu menurunkan daya terbebani.

ANALISA

Berdasarkan hasil perhitungan dari kasus 20 unit transformator tiang / distribusi yang mengalami overload, dilakukan penelitian untuk transformator dengan kapasitas 100 kVA, 160 kVA, 200 kVA dan 250 kVA yang diparalelkan dengan transformator UGB dengan kapasitas 100 kVA.

Pada transformator kapasitas 100 kVA didapati angka persentase pembebanan 82,93% dan 250 kVA sebesar 87,49% artinya pembebanan hamper mencapai 90% kapasitas transformator terpasang.

Pada titik transformator kapasitas 100 kVA dan 160 kVA salah satu data yang diambil dilakukan perhitungan didapatkan nilai pembebanan 100% pada Arus rata-rata (I_r) didapatkan nilainya belum mencapai persentase 100%, salah satunya adalah transformator kapasitas 160 kVA persentasenya adalah 75,55% pada hakikatnya masih aman karena belum melebihi pembebanan hingga atau melebihi 100% kapasitas daya transformator itu sendiri, namun harus dilihat juga hasil perhitungan pembebanan pada masing-masing fasa-nya.

Pembebanan transformator dilakukan 90% dari kapasitas terpasang. Transformator 100 kVA dengan arus 151,934 A x

90% = 136,934 A. arus beban masing-masing fasa IR=183 A, IS = 94 A, IT = 101 A.

Arus fasa R mengalami kenaikan

$$\frac{183-151,934}{151,934} \times 100\% = 20,44\%$$

Hal ini membuktikan bahwa dalam perhitungan pembebanan pada fasa R transformator kapasitas 100 kVA didapatkan kenaikan arus sebesar 20,44% sehingga akan mengakibatkan kumparan transformator fasa R mengalami panas akibat beban berlebih. Untuk mengatasi kerusakan pada transformator.

Pada operasi paralel transformator, daya yang terbebani setiap transformator distribusi (100 kVA, 160 kVA, 200 kVA dan 250 kVA) dengan transformator UGB dengan kapasitas daya 100 kVA mampu menurunkan daya terbebani

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil evaluasi dari perhitungan transformator dengan kapasitas beban lebih atau status Overload di PT. PLN (Persero) ULP Rayon Belanti membuktikan adanya ketidakseimbangan beban antara masing-masing fasa, jika dihitung persentase pembebanan transformator dengan persentase 90% dan 100% pembebanan pada masing-masing kapasitas transformator yang diambil dari kapasitas transformator distribusi yang mengalami kapasitas pembebanan overload yakni titik transformator dengan kapasitas daya 100 kVA, 160 kVA, 200 kVA dan 250 kVA.

Hasil perhitungan didapatkan hasil atau nilai-nilai mulai dari perhitungan persentase 90% dan 100% pembebanan, secara perhitungan dari Arus rata-rata didapati transformator tersebut ada yang belum mencapai persentase melebihi kapasitasnya dan ada juga yang sudah melebihi 100% pembebanan kapasitasnya. Namun diteliti lagi dengan melakukan perhitungan pembebanan pada setiap fasa-fasanya maka didapati nilai-nilai dengan persentase yang mengalami kenaikan arus pada salahsatu fasa-nya.

Setelah dilakukan perhitungan dengan operasi paralel transformator distribusi dengan transformator unit gardu bergerak (UGB) maka didapatkan hasil penurunan yang sangat signifikan pada persentase pembebanan pada masing-masing fasa transformator tersebut yang berdasarkan perbedaan atau selisih dari kedua transformator berdasarkan fasa R, fasa S, dan fasa T.

Maka disimpulkan dengan membiarkan gardu transformator PT. PLN (Persero) ULP Rayon Belanti dalam kondisi beban berlebih atau status overload, transformator tersebut dalam waktu yang lama akan mengakibatkan kerusakan yang fatal karena terjadinya panas pada kumparan transformator yang terlalu lama, meskipun transformator dilengkapi sistem pendinginan, namun mampu mempersingkat umur transformator.

Dengan melakukan operasi paralel transformator distribusi dengan paralel transformator unit gardu bergerak (UGB) mampu memberikan solusi akan keadaan beban berlebih atau status overload pada gardu transformator di PT. PLN (Persero) ULP Rayon Belanti. Paralelkan dengan transformator Unit Gardu Bergerak (UGB) yang hanya bersifat sementara atau tidak permanen.

Adapun alternatif yang lainnya adalah dengan cara menyeimbangkan beban pada masing-masing fasa dengan arus

rata-rata di nilai atau mendekati nilai 126 A, artinya arus fasa R harus dikurangkan dari beban 183 A menjadi atau mendekati nilai 126 A dikurang dan fasa S untuk mencapai nilai atau mendekati nilai 126 A maka beban fasa R dipindahkan ke fasa S sebesar 32 A, dan fasa T sebesar 25 A.

Alternatif ini juga bisa diterapkan kepada masing-masing transformator tiang yang mengalami overload, baik itu kelebihan pada pasa R, S ataupun fasa T dan ini sebenarnya tidak mudah dan membutuhkan biaya dan waktu yang panjang, maka yang lazim dilakukan oleh PLN kebanyakan adalah menambahkan Tranformator Eksternal yang sifatnya sementara yakni transformator unit gardu bergerak (UGB).

Saran

Dengan adanya keadaan atau status transformator dengan kondisi beban berlebih atau *Overload*, selain melakukan perawatan secara berkala pada gardu distribusi di PT. PLN (PERSERO) ULP Rayon Belanti, sebaiknya juga segera melakukan pergantian unit gardu /transformator distribusi yang telah mengalami kapasistas overload yang dalam perhitungan yang saya lakukan telah didapatkan persentase nilai yang sangat besar dalam pembebanan setiap fasa dari beberapa transformator yang diuji. Jika hanya mengandalkan penambahan kapasitas dengan menggunakan transformator unit gardu bergerak (UGB) yang dihubungkan melalui operasi paralel transformator, hal ini hanya bisa bersifat sementara. Namun dalam jangka yang lama dalam penggunaan operasi paralel transformator menggunakan UGB maka ada banyak Unit UGB yang akan disediakan oleh PT. PLN (Persero) ULP Rayon Belanti dan akhirnya juga berdampak kepada pelayanan penyaluran listrik kepada konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Mochtar Wijaya, S.T, *Buku Dasar Mesin-mesin Listrik*, Jakarta, 2000.
- PT PLN (Persero) *Buku 4: Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*, 2010
- Syamsul Bahri1, Rudi Gianto1, M. Iqbal Arsyad, *Studi Pertambahan Beban Transformator Daya Pada Gardu Induk Parit Baru PT. PLN (Persero) Cabang Pontianak*, 2016
- Yasman Sanda¹, Yusri Ambabunga², Ishak Pawarangan³, *Analisis Kinerja Transformator Distribusi 50 kVA di Lembang Bori' Ranteletok*, 2022
- Budi Yanto Husodo, Firmansyah, *Analisis vector group pada hubungan paralel transformator unit gardu bergerak*, 2016
- Feranita Abdul Jalil, Firdaus, Fahrurozi, dan Azriyeni Azhari Zakri, *Analisa ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan losses pada transformator distribusi*, 2017.
- Julius Sentosa Setiadji, Tabrani Machmudsyah, Yanuar Isnanto, *Pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan losses pada transformator distribusi*, 2006.
- Niky Sudarmantoro, Firdaus, Feranita *Evaluasi Hubungan Paralel Transformator Fakultas Teknik Universitas Riau Pada Kondisi Beban Normal dan Beban Puncak*, 2015.
- Ed Zientek, PE, Square D Engineering Services, *Loading consideration when paraleling transformator*, Schneider electric, 2011.