

ANALISIS TRANSFORMATOR SISIPAN PADA UPRATING TRANSFORMATOR DALAM MENGATASI OVERLOAD DI PT. PLN ULP MATTOANGING

Adriyansah¹, Abdul Muis Mappalotteng², Edi Suhardi Rahman³

¹Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
imadriyansah@gmail.com

²Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
abdmuism@unm.ac.id

³Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
edisuhardi@unm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk 1) Mengetahui besarnya persentase pembebanan pada sisi sekunder transformator gardu distribusi dengan pemasangan gardu sisipan, 2) Mengetahui besarnya persentase pembebanan pada sisi sekunder transformator gardu sisipan, dan 3) Mengetahui besarnya persentase nilai jatuh tegangan pada sisi akhir jaringan tersebut. Dalam penelitian ini digunakan jenis pendekatan kuantitatif. Data penelitian diperoleh dengan teknik dokumentasi dan wawancara. Objek penelitian ini yaitu transformator gardu distribusi GT.MHT004 dan transformator gardu distribusi sisipannya GT.MHT061 pada penyulang Hartako di PT. PLN (Persero) ULP Mattoanging. Berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa a) Persentase pembebanan gardu distribusi GT.MHT004 penyulang Hartako sebesar 57%, b) Persentase pembebanan gardu distribusi sisipannya GT.MHT061 sebesar 25%, dan c) Persentase jatuh tegangan setiap fasa pada sisi akhir jaringan gardu distribusi GT.MHT004 dan gardu distribusi sisipannya GT.MHT061 sebesar 2%.

Kata Kunci: *Transformator, Gardu Sisipan, Pembebanan Berlebih.*

ANALYSIS OF INSERT TRANSFORMERS ON UPRATING TRANSFORMERS IN OVERLOADING OVERLOAD AT PT. PLN ULP MATTOANGING

ABSTRACT

This study aims to 1) Knowing the percentage of loading on the secondary side of the distribution substation transformer with the installation of the substation insertion, 2) Knowing the magnitude of the percentage loading on the secondary side of the transformer substation insertion, and 3) Knowing the percentage of the value of the voltage drop at the end of the electricity network. In this study used a quantitative approach. Research data obtained by documentation and interview techniques at PT. PLN (Persero) ULP Mattoanging. In this study used a quantitative approach. Research data obtained by documentation and interview techniques at PT. PLN (Persero) ULP Mattoanging. Based on the results of the study which showed that a) the percentage loading of the GT.MHT004 distribution substation Hartako feeder was 57%, b) the percentage loading of the GT.MHT061 distribution substation was 25%, and c) the percentage drop in voltage of each phase at the end of the GT distribution substation network GT.MHT004 and the insertion distribution substation GT.MHT061 by 2%.

Keyword : *Transformer, Substation Insertion, Overload.*

PENDAHULUAN

Pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk menyebabkan meningkatnya kebutuhan energi listrik. Energi listrik ini dapat digunakan dalam berbagai macam hal, seperti menyetrika, memasak nasi, mencuci pakaian, mendinginkan ruangan, menyalakan pompa dan lain-lain. Dalam pendistribusian energi listrik hingga sampai ke konsumen sering terjadi berbagai macam gangguan yang dapat menghambat proses pendistribusian energi listrik [1].

Salah satu dampak dari bertambahnya penggunaan energi listrik yaitu terjadinya *overload* (beban lebih) pada transformator distribusi. Apabila transformator kelebihan beban atau *overload* maka dapat mengakibatkan kerugian seperti pendistribusian energi listrik dapat terhambat, sebab umur transformator akan menurun dan akan rusak akibat panas berlebihan, sehingga untuk kedepannya harus dilakukan perbaikan yang akan menyebabkan terganggunya suplai listrik ke pelanggan. Sebaliknya, apabila transformator yang memiliki kapasitas besar namun pembebanan terlalu sedikit, maka PT. PLN (Persero) akan mengalami kerugian dari segi ekonomis. *Overload* yang terjadi pada transformator yang terpasang mengalami beban diatas rating kapasitas pembebanan yang mencapai 80% dimana kapasitas tersebut melebihi kapasitas pembebanan yang di anjurkan SPLN 50/1982 dan D3.002-1:2007 yang membahas mengenai beban maksimal *continue* transformator tidak melebihi 80% dan SPLN 50/1997 membahas mengenai transformator distribusi dari permasalahan beban lebih tersebut dapat ditangani dengan metode transformator gardu sisip, pecah beban, atau mutasi transformator [1].

Pembebanan transformator distribusi diatur dalam standar ketentuan PLN (SPLN) yang dimaksudkan untuk dijadikan pedoman dalam pengoperasian dan pemeliharaan transformator distribusi, berdasarkan regulasi dari PLN (SPLN No.1 Tahun 1995) syarat keandalan sistem antara lain persentase pembebanan transformator tidak boleh melebihi 80% dari bebannya dan persentase jatuh tegangan di sisi pelanggan tidak boleh lebih dari +5% dan -10% dari tegangan normalnya [2].

Demi meningkatkan kehandalan dan meminimalisir terjadinya kerusakan transformator pada gardu distribusi yang diakibatkan oleh pembebanan yang berlebihan maka PT. PLN (Persero) melakukan uprating transformator dengan metode penggunaan transformator gardu sisipan sebagai upaya mengatasi beban lebih. Setelah uprating transformator dengan transformator gardu

sisipan akan ditinjau dari beberapa aspek seperti pada persentase pembebanan transformator distribusi dan jatuh tegangan [3].

Berdasarkan hasil pengumpulan data yang didapatkan dari PT. PLN (Persero) ULP Mattoanging bahwa *uprating* dengan pemasangan transformator gardu sisipan merupakan salah satu cara yang sering dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan akibat beban lebih pada transformator gardu distribusi, contohnya seperti pada penyulang hartako dilakukan pemasangan transformator gardu sisipan GT.MHT061 untuk mengurangi beban transformator gardu distribusi GT.MHT004 yang sebelumnya mengalami beban lebih [3].

Dari uraian diatas, maka dilakukan penelitian tentang analisis transformator sisipan pada *uprating* transformator distribusi dalam mengatasi *overload* di PT. PLN (Persero) ULP Mattoanging.

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif, yang mana peneliti memperoleh beberapa data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan.

B. Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah transformator gardu distribusi GT.MHT004 dan transformator gardu distribusi sisipannya GT.MHT061 pada penyulang Hartako di PT. PLN (Persero) ULP Mattoanging.

C. Prosedur Penelitian

Adapun tahapan prosedur penelitian ini mengikuti langkah-langkah yang terstruktur, sistematis dan terarah yaitu sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti.
2. Studi literatur dan mengumpulkan data-data mengenai hal-hal yang dibutuhkan dalam penelitian.
3. Merekap data yang telah diperoleh agar mempermudah perhitungan dan analisa.
4. Menganalisa data yang telah didapatkan secara teoritis.
5. Menarik kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan sehingga tujuan serta rumusan masalah dari penelitian dapat terjawab.

D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah dokumentasi dan wawancara. Sedangkan instrumen yang digunakan dibuat dalam bentuk tabel kisi-kisi

instrumen wawancara dan tabel panduan dokumentasi.

TABEL 1. PANDUAN DOKUMENTASI

Dokumentasi Data Yang Dibutuhkan	Ada (✓)	Tidak Ada (✓)	Ket
Singel line Diagram Jaringan Distribusi Penyulang ULP Mattoanging.			
Data teknis transformator gardu distribusi GT.MHT004.			
Data hasil pengukuran beban transformator gardu distribusi GT.MHT004.			
Data teknis transformator gardu distribusi sisipan GT.MHT061.			
Data hasil pengukuran beban transformator gardu distribusi sisipan GT.MHT004.			

TABEL 2. KISI-KISI INSTRUMEN WAWANCARA

Variabel	Indikator	Jumlah item
Uprating transformator distribusi	Transformator sisipan Singel line diagram	3
Pembebanan transformator distribusi	Data teknis transformator Laporan pengukuran beban transformator (arus dan tegangan rendah)	4
Selisih jatuh tegangan	Tegangan kirim transformator Tegangan terima pada ujung jaringan	2

E. Analisis Data

Pada penelitian ini menganalisis data dengan teknik statistik deskriptif. Teknik ini mendeskripsikan data yang terkumpul tanpa menggeneralisasikan data tersebut. Dalam menganalisis data yang diperoleh tidak menggunakan metode apapun, karena perhitungan yang digunakan adalah perhitungan secara manual.

1. Menghitung persentase beban transformator.

Untuk menghitung persentase pembebanan transformator dilakukan dengan menghitung beban setiap fasa terlebih dahulu kemudian menjumlahkan beban tiap fasa sehingga didapatkan jumlah beban total, setelah beban total diperoleh baru dilakukan perhitungan persentase beban total transformator menggunakan rumus persentase pembebanan [4].

$$S_{\text{fasa}} = V_{\text{fasa}} \times I_{\text{fasa}} \quad (1)$$

$$\% \text{ Beban total} = \left(\frac{S_{\text{total}}}{S_{\text{transformator}}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

V_{fasa} = Tegangan sekunder tiap fasa (V)

I_{fasa} = Arus setiap fasa (A)

S_{fasa} = Beban tiap fasa (VA)

2. Menghitung persentase jatuh tegangan.

Untuk menghitung persentase jauth tegangan (*drop voltage*) dapat menggunakan rumus [4].

$$\% \Delta V = \frac{V_s - V_r}{V_s} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan :

ΔV = Jatuh tegangan (*Drop voltage*) (V)

V_s = Tegangan kirim atau tegangan sekunder transformator (V)

V_r = Tegangan terima konsumen(V)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Dokumentasi

Hasil dokumentasi data selama pengumpulan data di PT. PLN (Persero) Mattoanging yang dibutuhkan untuk melakukan analisis perhitungan.

TABEL 3. DOKUMEN YANG DIBUTUHKAN

Dokumentasi data yang dibutuhkan	Ada (✓)	Tidak ada (✓)	Ket.
Singel line Diagram jaringan distribusi penyulang ULP Mattoanging.	✓		
Data teknis transformator gardu distribusi GT.MHT004.	✓		
Data hasil pengukuran beban transformator gardu distribusi GT.MHT004.	✓		
Data teknis transformator gardu distribusi sisipan GT.MHT061.	✓		
Data hasil pengukuran beban transformator gardu distribusi sisipan GT.MHT004.	✓		

2. Data Teknis Transformator Gardu GT.MHT004

Gardu GT.MHT004 merupakan tipe gardu portal yang digunakan untuk melayani pelanggan umum. Gardu ini menggunakan transformator tiga fasa, spesifikasi dari transformator tersebut tercantum pada Tabel 4.

TABEL 4. DATA TEKNIS TRANSFORMATOR GARDU GT.MHT004

Name Plate Transformator	
Merk	Schneider
Tahun Pembuatan	2012
Daya	200 kVA
Frekuensi	50 Hz
Tegangan Primer	20.000 V
Tegangan Sekunder	400 V
Arus Primer	5,77 A
Arus Sekunder	288,67 A
Vektor Grub	Dyn5
Pendingin	ONAN

3. Data Pengukuran Beban transformator Gardu GT.MHT 004.

Berdasarkan data dokumentasi hasil pengukuran arus beban dan tegangan pada transformator gardu distribusi GT.MHT004 yang dilakukan selama tujuh hari didapatkan rata-rata hasil pengukuran:

a. Data rata-rata hasil pengukuran arus beban selama tujuh hari.

TABEL 5. DATA RATA-RATA HASIL PENGUKURAN ARUS BEBAN TRANSFORMATOR GARDU GT.MHT004

Jurusan	Arus Beban Transformator (A)			
	R	S	T	N
1	188 A	172 A	131 A	57 A
-	-	-	-	-
Total	188 A	172 A	131 A	57 A

b. Data rata-rata hasil pengukuran tegangan gardu selama tujuh kali.

TABEL 6. DATA RATA-RATA HASIL PENGUKURAN TEGANGAN TRANSFORMATOR GARDU GT.MHT004

Pengukuran Tegangan di PHB TR (V)					
R-N	S-N	T-N	R-S	R-T	S-T
232 V	233 V	234 V	403 V	407 V	407 V
Pengukuran Tegangan Terima (Konsumen)					
R-N	S-N	T-N			
228 V	228 V	229 V			

4. Data Teknis Transformator Gardu Sisipan GT.MHT061.

Gardu GT.MHT061 merupakan tipe gardu portal yang digunakan untuk melayani pelanggan umum. Gardu ini menggunakan transformator tiga fasa, spesifikasi dari transformator tersebut tercantum pada Tabel 7.

TABEL 7. DATA TEKNIS TRANSFORMATOR GARDU GT.MHT061

Name Plate Transformator	
Merk	B&D
Tahun Pembuatan	2020
Daya	100 kVA
Frekuensi	50 Hz
Tegangan Primer	20.000 V
Tegangan Sekunder	400 V
Arus Primer	2,89 A
Arus Sekunder	144,33 A
Vektor Grub	Yzn5
Pendingin	ONAN

5. Data Pengukuran Beban transformator Gardu Sisipan GT.MHT 061.

Berdasarkan data dokumentasi hasil pengukuran arus beban dan tegangan pada transformator gardu distribusi sisipan GT.MHT061 yang dilakukan selama tujuh hari didapatkan rata-rata hasil pengukuran:

a. Data rata-rata hasil pengukuran arus beban selama tujuh hari.

TABEL 8. DATA RATA-RATA HASIL PENGUKURAN ARUS BEBAN TRANSFORMATOR GARDU GT.MHT06

Jurusan	Arus Beban Transformator (A)			
	R	S	T	N
1	14 A	42 A	23 A	57 A
2	4 A	1 A	23 A	
Total	18 A	43 A	46 A	32 A

b. Data rata-rata hasil pengukuran tegangan gardu selama tujuh kali.

TABEL 9. DATA RATA-RATA HASIL PENGUKURAN TEGANGAN TRANSFORMATOR GARDU GT.MHT061

Pengukuran Tegangan di PHB TR (V)					
R-N	S-N	T-N	R-S	R-T	S-T
236 V	233 V	232 V	408 V	408 V	405 V
Pengukuran Tegangan Terima (Konsumen)					
R-N	S-N	T-N			
230 V	228 V	227 V			

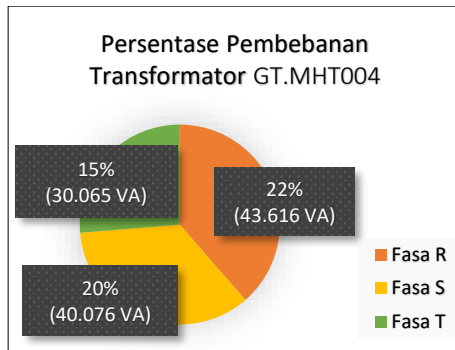
6. Analisis Data Hasil Pengukuran

Berdasarkan data hasil rata-rata hasil pengukuran serta data teknis transformator yang digunakan pada gardu distribusi GT.MHT004 dan GT.MHT061, maka hasil analisis perhitungan yaitu sebagai berikut:

- Hasil analisis perhitungan pada gardu distribusi GT.MHT004.
- Hasil perhitungan persentase pembebanan transformator gardu distribusi GT.MHT004 yaitu sebagai berikut:

TABEL 10. PERSENTASE PEMBEBANAN TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI GT.MHT004

	Beban (VA)	Persentase (%)
Fasa R	43.616 VA	22 %
Fasa S	40.076 VA	20 %
Fasa T	30.065 VA	15 %
Total	113.757 VA	57 %

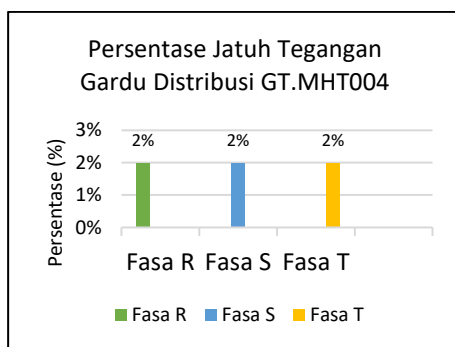


Gambar 1. Diagram Persentase Pembebanan Transformator Gardu Distribusi GT.MHT004

- 2) Hasil perhitungan persentase nilai jatuh tegangan gardu distribusi GT.MHT004 hingga ke konsumen, yaitu sebagai berikut :

TABEL 11. PERSENTASE JATUH TEGANGAN GARDU DISTRIBUSI GT.MHT004

	Nilai Jatuh Tegangan (V)	Persentase (%)
R-N	4 V	2 %
S-N	5 V	2 %
T-N	5 V	2 %

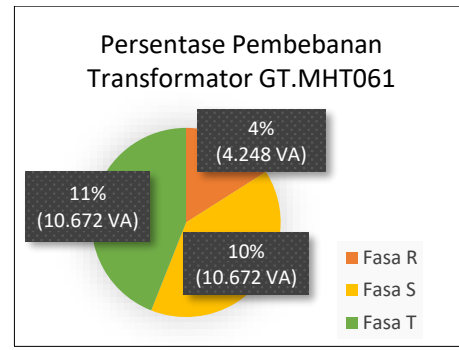


Gambar 2. Diagram Batang Persentase Jatuh Tegangan Gardu Distribusi GT.MHT004

- b. Hasil analisis perhitungan pada gardu distribusi GT.MHT061.
- 1) Hasil perhitungan persentase pembebanan transformator gardu distribusi GT.MHT061 yaitu sebagai berikut:

TABEL 12. PERSENTASE PEMBEBANAN TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI GT.MHT061

	Beban (VA)	Persentase (%)
Fasa R	43.616 VA	22 %
Fasa S	40.076 VA	20 %
Fasa T	30.065 VA	15 %
Total	113.757 VA	57 %

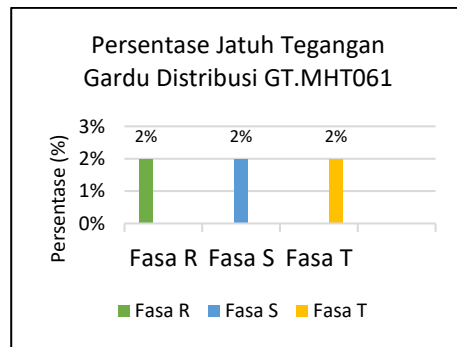


Gambar 3. Diagram Persentase Pembebanan Transformator Gardu Distribusi GT.MHT061

- 2) Hasil perhitungan persentase nilai jatuh tegangan gardu distribusi GT.MHT004 hingga ke konsumen, yaitu sebagai berikut:

TABEL 13. PERSENTASE JATUH TEGANGAN GARDU DISTRIBUSI GT.MHT061

	Nilai Jatuh Tegangan (V)	Persentase (%)
R-N	6 V	2 %
S-N	5 V	2 %
T-N	5 V	2 %



Gambar 4. Diagram Batang Persentase Jatuh Tegangan Gardu Distribusi GT.MHT061

B. Pembahasan

Pada penelitian terdahulu yang berjudul Analisis Penambahan Trafo Sisipan Pada Penyulang ULP Mattoanging yang bertujuan untuk mengatasi beban lebih yang dialami transformator dengan menghitung persentase pembebanan dan juga menentukan letak ideal transformator sisipan [5].

Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah fokus tujuan penelitian

sebelumnya untuk menghitung persentase pembebanan dan menentukan letak ideal transformator sisipan sedangkan pada penelitian ini selaian untuk mengetahui persentase pembebanan juga untuk mengarahui besarnya persentase jatuh tegangan (*drop voltage*).

Berdasarkan hasil dokumentasi pengumpulan data dan analisis perhitungan didapatkan jumlah persentase pembebanan transformator gardu distribusi GT.MHT004 yaitu sebesar 57% dan jumlah beban 113.757 VA dengan daya transformator 200 kVA dikategorikan sudah sesuai jumlah persentase pembebanan yang diizinkan oleh standar perusahaan umum listrik negara (SPLN D3.002-1:2007). Serta didapatkan jumlah persentase nilai jatuh tegangan gardu dsitribusi GT.MHT004 hingga pada sisi akhir jaringan (konsumen) yaitu sebesar 2% pada setiap fasanya dikategorikan sudah sesuai regulasi jatuh tegangan yang diizinkan oleh standar perusahaan umum listrik negara (SPLN 1:1995).

Dan berdasarkan hasil dokumentasi pengumpulan data dan analisis perhitungan didapatkan jumlah persentase pembebanan transformator gardu distribusi GT.MHT061 yaitu sebesar 25% dan jumlah beban 24.939 VA dengan daya transformator 100 kVA dikategorikan sudah sesuai jumlah persentase pembebanan yang diizinkan oleh standar perusahaan umum listrik negara (SPLN D3.002-1:2007). Serta didapatkan jumlah persentase nilai jatuh tegangan gardu dsitribusi GT.MHT061 hingga pada sisi akhir jaringan (konsumen) yaitu sebesar 2% pada setiap fasanya dikategorikan sudah sesuai regulasi jatuh tegangan yang diizinkan oleh standar perusahaan umum listrik negara (SPLN 1:1995).

SIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Persentase pembebanan pada transformator gardu distribusi GT.MHT004 sebesar 57% dengan kapasitas daya transformator 200 kVA sudah sesuai dengan persentase pembebanan yang izinkan oleh standar perusahaan umum listrik negara (SPLN).
2. Persentase pembebanan pada transformator gardu distribusi sisipan GT.MHT061 sebesar 25% dengan kapasitas daya transformator 100 kVA sudah sesuai dengan persentase pembebanan yang izinkan oleh standar perusahaan umum listrik negara (SPLN).
3. Dan persentase nilai jatuh tegangan pada gardu distribusi GT.MHT004 hingga sisi akhir (konsumen) jaringan tersebut yaitu sebesar 2%

pada setiap fasa, dan persentase nilai jatuh tegangan pada gardu distribusi sisipan GT.MHT061 hingga sisi akhir (konsumen) juga sebesar 2% pada setiap fasanya sudah sesuai dengan regulasi persentase nilai jatuh tegangan yang izinkan oleh standar perusahaan umum listrik negara (SPLN).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Kurniawan, “Studi Analisis Pemasangan Gardu Sisip Guna Mengurangi Beban Berlebih Pada Transformator Distribusi Di PT. PLN (Persero) UP3 Yogyakarta,” *Institut Teknologi PLN*, p. 76, 2020.
- [2] PT. PLN (PERSERO), *Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga*. Jakarta: PT PLN (PERSERO), 2014.
- [3] PT. PLN (PERSERO) ULP MATTOANGING, “Dokumen Wawancara Penelitian.” 2022.
- [4] P. Mertasana, “Upaya Mengatasi Beban Lebih Pada Gardu Distribusi 160 Kva Pada Penyulang Kelan Tuban.” Jurusan Teknik Elektro Dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana Jimbaran – Bali, 2015.
- [5] M. Andhi, “Analisis Penambahan Trafo Sisipan Pada Penyulang ULP Mattoanging,” *Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar*, p. 76, 2020.