



ANALISIS DAMPAK PEMBEBANAN LEBIH TRANSFORMATOR TERHADAP PENYULANG SULAMADAHA GARDU GT-SOLBA TERNATE MALUKU UTARA

Ambraham Latumahina¹⁾, Ari Permana L²⁾

^{1,2)}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon

¹⁾bramlatu25@gmail.com, ²⁾ai.mana@ymail.com,

ARTICLE HISTORY

Received:

May 28, 2025

Revised

June 17, 2025

Accepted:

June 17, 2025

Online available:

June 21, 2025

Keyword:

(GT-SOLBA Transformer, Overloading, Sulamadaha Substation).

*Correspondence:

Name: Ari Permana L

E-mail: ai.mana@ymail.com

Kantor Editorial

Politeknik Negeri Ambon

Pusat Penelitian dan Pengabdian

Masyarakat

Jalan Ir. M. Putuhena, Wailela-

Rumahtiga, Ambon Maluku,

Indonesia

Kode Pos: 97234

ABSTRACT

Distribution transformers play a crucial role in maintaining the reliability of the electrical power system. However, overloading beyond the transformer's capacity can lead to various negative impacts, both technical and economic. This study aims to comprehensively analyse the effects of overloading on transformers at the GT-SOLBA Substation on the performance of the Sulamadaha Ternate Power Line in North Maluku, using a case study approach. The research methodology includes the collection of operational data during the 2024 period, including daily load profiles, measurements of electrical parameters (current, voltage, power factor), methods of installing insert transformers, and transformer load transfer. The research results revealed that the installed transformer capacity was 160 KVA, with a measurement result before transformer load transfer of 100.64%, exceeding the SPLN standard of 80%. The load measurement result after transformer load transfer was 43.2%, resulting in a load reduction of 56.8%. Transformer load transfer is one of the methods used to address overloading.

1. PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, terutama pemakai energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Jadi sistem ini selain berfungsi menerima daya listrik dari sumber daya (*transformator* distribusi), juga akan mengirimkan serta mendistribusikan daya tersebut ke konsumen. Mengingat bagian ini berhubungan langsung dengan konsumen, maka kualitas listrik selayaknya harus sangat diperhatikan. Pada sistem ketenagalistrikan terus mengalami perkembangan, salah satunya yaitu dengan terjadinya pertumbuhan pelanggan atau beban energi listrik dari tahun ke tahun. Sehingga dibutuhkan sistem pendistribusian tenaga listrik yang mempunyai keandalan tinggi. Akan tetapi, sering terjadi permasalahan yang timbul pada pendistribusian

ketenagalistrikan. Salah satunya adalah pembebanan transformator distribusi yang sudah melebihi kapasitas atau dapat dikatakan *transformator* pembebanan lebih. *Transformator* dikatakan pembebanan lebih jika kapasitas pembebanan melebihi dari 80%, hal ini terjadi dalam waktu yang lama, isolasi pada *transformator* mengalami kerusakan karena panas yang berlebihan yang berujung pada rusaknya *transformator*. Selain hal tersebut, pembebanan lebih pada *transformator* distribusi juga dapat menyebabkan terjadinya *drop voltage* (jatuh tegangan). Terdapat dua metode alternatif untuk mengatasi permasalahan transformator pembebanan lebih, yaitu dengan metode pemasangan *transformator* sisipan dan pengalihan beban *transformator*.

Transformator pembebanan ini juga terjadi disalah satu transformator distribusi Gardu GT-SOLBA di PT. PLN (Persero) UP3 Ternate ULP Ternate, yaitu



Transformator Distribusi Penyulang Sulamadaha dengan kapasitas daya 160 KVA. Tentu hal ini menunjukkan perlu adanya tindakan terhadap *transformator* distribusi tersebut. Dengan memperhatikan letak beban maka tindakan yang tepat dilakukan adalah pemasangan *transformator* sisipan (*upgrading transformator*). Sehubungan dengan hal ini, maka peneliti mengambil topik yang berkaitan dengan masalah yang dihadapi dengan judul “ Analisis Dampak Pembebanan Lebih *Transformator* Terhadap Penyulang Sulamadaha Gardu GT-SOLBA Temate Maluku Utara”

2. TINJAUAN PUSTAKA

Kadek, Wahyudi, Widiatmika. 2018. Analisis Penambahan *Transformator* Sisipan Untuk Mengatasi Overload Pada *Transformator* DB0244 Di Penyulang Sibelangga. Penelitian ini menjelaskan tentang penambahan *transformator* untuk mengatasi masalah *overload* yang selalu terjadi

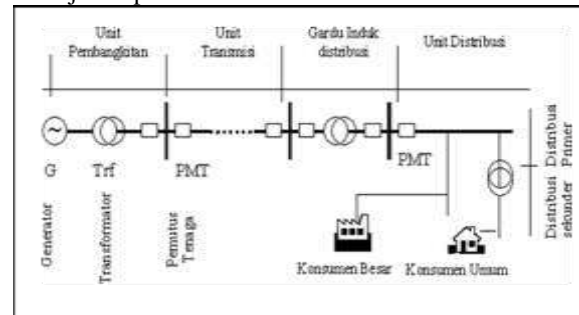
Partaonan, Adam Muhammad Dan Prabowo. 2019. Analisis Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 KV Mengurangi Beban *Overload* dan Jatuh Tegangan Pada Trafo B1 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi Etap. Penelitian ini menjelaskan tentang penambahan trafo sisipan dalam mengatasi dan mengurangi jatuh tegangan pada suatu trafo

Samsurizal, & Hadinoto, B. 2020. Studi Analisis Dampak *Overload Transformator* terhadap Kualitas Daya di PT PLN (Persero) UP3 Pondok Gede. Kilat, 136-142. Penelitian ini menjelaskan tentang dampak *overload* pada trafo sehingga berpengaruh pada daya di PT.PLN

2.1. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Unit distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian dari suatu sistem tenaga listrik yang terdiri dari unit pembangkit, unit penyaluran atau transmisi dan unit distribusi yang dimulai dari Gardu Induk sampai dengan alat penghitung dan Pembatas (APP) di instalasi konsumen. Unit distribusi dalam hal ini berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat-pusat suplai atau gardu induk ke pusat-pusat beban yang berupa gardu-gardu distribusi (*gardu transformator*) atau secara langsung menyalurkan tenaga listrik ke konsumen dengan mutu yang memadai. Proses tenaga listrik didistribusikan dimulai dari tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik dengan besar tegangan dari 11 KV sampai 24 KV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan *transformator* naik tegangan menjadi 70 KV, 154 KV, 220 KV atau 500 KV kemudian disalurkan melalui saluran Transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi.

Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan *transformator* distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380 Volt. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen. Untuk pengelompokan jaringan distribusi tenaga listrik, dan pembagian serta pembatasan-pembatasannya dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Sumber : PT. PLN P3B Jawa Bali

Gambar 1 Skema Sistem Tenaga Listrik

Berikut keterangan dari Gambar 1 :

Daerah I : Bagian pembangkitan

Daerah II : Bagian transmisi

Daerah III : Bagian distribusi primer, bertegangan menengah (6 KV atau 20 KV).

Daerah IV : (Di dalam bangunan pada beban atau konsumen), Instalasi, bertegangan rendah.

Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi materi sistem distribusi adalah Daerah III dan IV. Maka dari itu Ada 2 macam sistem distribusi tenaga listrik.

2.2. Gardu Distribusi

Gardu distribusi adalah suatu tempat atau bangunan instalasi yang didalamnya terdapat alat-alat seperti pemutus, penghubung, pengamanan dan transformator distribusi untuk mendistribusikan tenaga listrik sesuai dengan kebutuhan tegangan konsumen. Peralatan ini berfungsi untuk menunjang mencapai pendistribusian tenaga listrik secara baik yang mencakup komunitas pelayanan yang terjamin, mutu yang tinggi dan menjamin keselamatan bagi manusia. Fungsi gardu distribusi adalah sebagai berikut :

- Menyalurkan Tenaga Listrik ke konsumen Tegangan Rendah.
- Menurunkan Tegangan Menengah ke Tegangan Rendah.
- Sebagai Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah

Untuk fasilitas ini lazimnya dilengkapi fasilitas DC Supply dari Trafo Distribusi pemakaian sendiri atau Trafo distribusi untuk umum yang diletakkan dalam satu kesatuan. Untuk jenis konstruksi Gardu

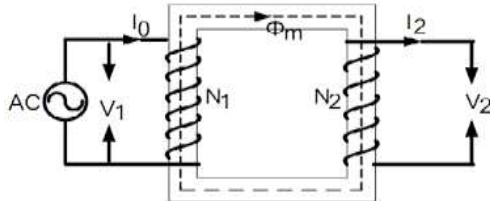


Tiang terbagi atas 2 yakni : Gardu Portal dan gardu Cantol.

2.3. Transformator Distribusi

Pada umumnya, Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain tanpa merubah frekuensi dari sistem, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Fungsi transformator distribusi untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi.

Sebuah transformator terdiri atas sebuah inti, yang terbuat dari besi berlapis dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan sekunder. Rasio perubahan tegangan akan tergantung dari rasio jumlah lilitan pada kedua kumparan. Biasanya kumparan terbuat dari kawat tembaga yang dibelitan seputar “kaki” inti transformator. Berikut merupakan bagian transformator, ditunjukkan pada gambar 2.



- V1 : Tegangan Primer
- V2 : Tegangan Sekunder
- I0 : Arus Primer
- I2 : Arus Sekunder

Sumber: <https://researchgate.net/publication/35890167>

Gambar 2 Bagian-bagian Transformator

Prinsip dasar transfer energi pada transformator adalah dengan memberikan tegangan bolak-balik pada belitan primer untuk membangkitkan medan magnetik. Garis-garis fluks dari medan magnetic tersebut akan memotong konduktor belitan sekunder, menginduksi tegangan pada terminalnya. Besar tegangan pada kedua terminal berbanding lurus terhadap jumlah lilitan masing-masing belitan.

Pengelompokan transformator berdasarkan fasanya terdiri atas 2 yaitu *transformator* 1 Fasa dan transformator 3 Fasa.

2.4. Spesifikasi Umum Daya Pengenal Trafo Distribusi

Nilai-nilai daya pengenal tranformator distribusi yang lebih banyak dipakai dalam SPLN 8° : 1978 IEC 76 – 1 (1976) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengenalan Nilai Daya Transformator Distribusi

No	Kapasitas trafo (KVA)	No	Kapasitas trafo (KVA)
1	5	12	100*
2	6,3	13	125
3	8	14	160*
4	10	15	250*
5	12,5	16	315*
6	16*	17	400*
7	25*	18	500*
8	40	19	630*
9	50*	20	800*
10	63	21	1000*
11	80		

Sumber : PT. PLN (Persero) 2024

Ditunjukkan pada Tabel 1 di atas adalah standar daya transformator (KVA) yang dipakai oleh PLN yaitu nilai-nilai yang di tandai dengan bintang (*).

2.5. Perhitungan Arus Beban Penuh Trasformator

Daya transformator bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- S = daya transformator (KVA)
- V = tegangan sisi primer transformator (V)
- I = Arus (A)

Sehingga untuk menghitung arus beban penuh (IFL) dapat menggunakan persamaan :

$$IFL = S / (V \times \sqrt{3}) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- IFL = arus beban penuh (A)
- S = Daya transformator (KVA)
- V = Tegangan sisi sekunder transformator (V)

Dalam menghitung presentase pembebanan suatu transformator dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{beban} = (IR_{rata-rata} / IFL) \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Rumus untuk menghitung rata-rata arus beban (IR_{rata-rata}), yakni :

$$IR_{rata-rata} = (IR + IS + IT) / 3 \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- IR_{rata-rata} = rata-rata arus beban (A)
- IFL = arus beban penuh (A)
- IR = arus fasa R (A)
- IS = arus fasa S (A)
- IT = arus fasa T (A)

2.6. Pembebanan Transformator

Pengertian beban merupakan sirkit akhir pemanfaatan dari jaringan tenaga listrik yang harus dilayani oleh sumber tenaga listrik tersebut untuk diubah menjadi bentuk energi lain seperti cahaya, panas, gerakan, magnet, dan sebagainya. Oleh karena itu, pelayanan terhadap beban haruslah terjamin kontinuitasnya untuk menjaga kehandalan dari sistem tenaga listrik. Untuk mencapai keadaan yang handal



tersebut, suatu sistem tenaga listrik haruslah dapat mengatasi semua gangguan yang terjadi tanpa melakukan pemadaman terhadap bebannya.

Menurut SPLN, *transformator* distribusi diusahakan agar tidak dibebani lebih dari 80% atau dibawah 40%. Jika melebihi atau kurang dari nilai tersebut transformator bisa dikatakan *overload* atau *underload*. Diusahakan agar *transformator* tidak dibebani keluar dari range tersebut. Bila beban *transformator* terlalu besar maka dilakukan penggantian transformator atau penyisipan transformator atau mutasi transformator. *Overload* akan menyebabkan transformator menjadi panas dan kawat tidak sanggup lagi menahan beban, sehingga timbul panas yang menyebabkan naiknya suhu lilitan tersebut. Kenaikan ini menyebabkan rusaknya isolasi lilitan pada kumparan transformator. Transformator mempunyai batasan-batasan dalam operasinya. Apabila transformator digunakan secara terus-menerus dalam kondisi *overload*, maka akan mengalami peningkatan pada suhu dan panas pada transformatorpun bertambah. Sehingga akan merusak isolasi, material dan transformator akan rusak. Selain itu, mempengaruhi kualitas daya transformator, *drop Voltage* pada ujung jaringan dan berakibat susut umur pada *transformator* (Samsurizal & Hadinoto, 2020).

3. METODOLOGI

3.1 Jenis Penelitian

Metodologi penelitian mencakup Pengumpulan data operasional selama periode tahun 2024, termasuk profil beban harian, pengukuran parameter listrik (arus, tegangan, faktor daya), metode pemasangan transformator sisipan dan pengalihan beban transformator...

3.2. Lokasi Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini, maka lokasi penelitian dilakukan PT. PLN (Persero) ULP Ternate Maluku Utara khususnya pada Penyulang Sulamadaha.

3.3. Waktu Penelitian

Waktu penelitian yang direncanakan adalah 3 (tiga) Bulan dengan bentuk kegiatan seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kegiatan Penelitian

Bulan Kegiatan	Jenis Kegiatan
Agustus	- Persiapan
	- Analisa Kebutuhan
	- Pengambilan data lapangan dan wawancara dengan pihak terkait
September	- Analisa perhitungan kapasitas trafo terhadap beban
	- Uji Hasil analisa
Oktober	- Uji Hasil analisa
	- Implementasi Aplikasi EJournal
	- Penyusunan Laporan
	- Laporan Hasil Kegiatan

Sumber : Peneliti, 2024

3.4. Jenis Data Penelitian

Jenis data penelitian meliputi:

1. Data Primer

Data-data diperoleh di PT. PLN (Persero) ULP Ternate Maluku Utara. Data-data yang diperlukan antara lain **data pembebanan** Trafo Distribusi ULP Ternate dari Agustus – Oktober 2024, single line Sistem Distribusi Penyulang Sulamadaha, data Speseifikasi Trafo GT- SOLBA.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui pengumpulan dokumentasi (analisis dokumen) berupa penelaahannya terhadap dokumen pribadi, resmi kelembagaan, referensi-referensi atau peraturan (literatur laporan, tulisan, dan lain-lain yang memiliki relevansi dengan fokus permasalahan penelitian). Sumber data sekunder dapat dimanfaatkan untuk menguji, menafsirkan bahkan untuk meramalkan tentang organisasi, tempat penelitian, data-data yang diteliti serta dokumen yang berkaitan dengan penelitian.

3.5 Populasi, Sampel dan Unit Penelitian

Populasi penelitian ini yaitu Semua data operasional dan elemen sistem distribusi listrik yang terkait dengan transformator GT-SOLBA dan penyulang Sulamadaha di Ternate, Maluku Utara. Sampelnya Data beban transformator dan penyulang selama **periode tertentu** yang mewakili kondisi pembebanan lebih. Unit-unit teknis yang dianalisis untuk melihat hubungan antara beban transformator dan kondisi penyulang.

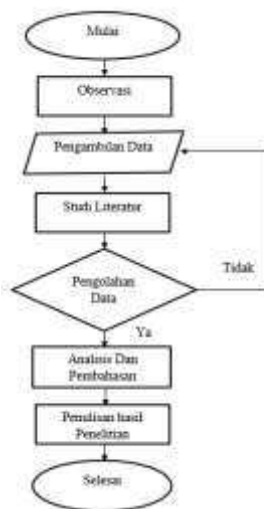


3.6. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pengambilan data dilakukan langsung di lokasi gardu dan penyulang menggunakan alat ukur. Kunjungan ke Gardu GT-SOLBA, Pemeriksaan alat ukur. mencatat data arus, tegangan, daya *real*, daya reaktif dan Alat yang digunakan: *Power Meter / Clamp Meter*, *Data Logger*, *Multimeter Digital* (untuk *spot check*) mengambil data historis dari pihak pengelola gardu (PLN/UP3 Ternate) atau dari catatan sistem monitoring.

3.7. Metode Analisis

Metode analisis yang dilakukan adalah **penelitian teknis dan analisis**, dengan identifikasi masalah yang sesuai dengan situasi dan kondisi proses analisis dilakukan berupa aktivitas kegiatan. Sedangkan pembahasan dilakukan untuk menjabarkan hasil penelitian yang diteliti dan tahapan selanjutnya dengan pengujian analisis sehingga mampu menjawab permasalahan yang terjadi. Metode ini digambarkan pada bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Sumber : Peneliti, 2025

Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Menjelaskan rancangan penelitian yang akan digunakan yaitu: menjelaskan pengumpulan informasi/data pendukung, menguraikan langkah-langkah untuk dapat membahas/menganalisis (mendefinisikan variabel, teknik komputasi/mengolah data) serta penjelasan asumsi.

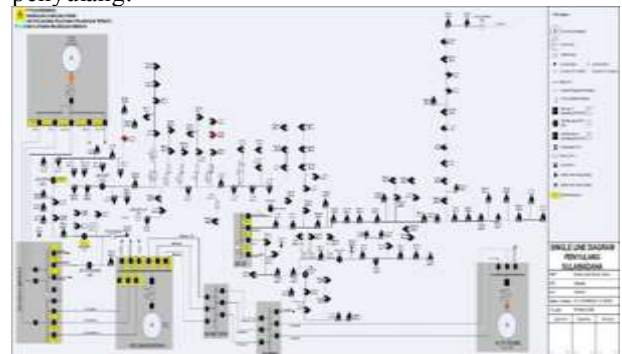
3.8. Definisi Operasional

Definisi operasional yang dilakukan dalam penelitian ini adalah Pembebanan transformator didefinisikan sebagai perbandingan antara daya beban aktual dengan kapasitas nominal transformator, yang diukur dalam satuan ampere dan *kilovolt-ampere* (kVA). Tegangan ujung penyulang diartikan sebagai tegangan listrik yang diukur pada ujung penyulang Sulamadaha, yang dianalisis menggunakan alat ukur power meter. Kondisi *overload* didefinisikan ketika % pembebanan melebihi 100% kapasitas nominal, dan jika tersedia, akan diamati pula kenaikan suhu trafo. Semua parameter teknis dibandingkan dengan standar yang berlaku seperti SPLN atau IEEE untuk menentukan dampaknya terhadap sistem distribusi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum

Gardu distribusi GT-SOLBA merupakan salah satu gardu penting dalam sistem distribusi tenaga listrik di Kota Ternate, Maluku Utara. Gardu ini menyuplai energi listrik ke beberapa wilayah, termasuk kawasan Sulamadaha melalui penyulang Sulamadaha. Dalam beberapa tahun terakhir, terjadi peningkatan permintaan daya listrik akibat pertumbuhan pemukiman, usaha, dan aktivitas publik di wilayah tersebut. Akibat peningkatan konsumsi tersebut, transformator utama di gardu GT-SOLBA mengalami pembebanan yang mendekati bahkan melebihi kapasitas nominalnya. Kondisi ini berpotensi menyebabkan penurunan tegangan, peningkatan suhu trafo, rugi-rugi daya yang lebih besar, dan penurunan efisiensi distribusi. Salah satu area yang terdampak secara langsung adalah penyulang Sulamadaha, yang menerima pasokan langsung dari transformator tersebut. Untuk memastikan kualitas dan keandalan pasokan listrik di wilayah tersebut tetap terjaga, maka dilakukan **analisis teknis** terhadap dampak pembebanan lebih transformator terhadap kinerja penyulang.



Sumber : PLN ULP Ternate, 2024

Gambar 4. Single Line Diagram Penyulang Sulamadaha



4.2 Deskripsi Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel yang umum digunakan untuk masalah ini yaitu :

- a. Variabel independen dengan mengetahui Pembebanan Lebih Transformator.
- b. Variabel Dependen dengan mengetahui kinerja Penyulang Sulamadaha
- c. Variabel antara yaitu dengan mengetahui tegangan ujung, rugi-rugi daya, suhu, dll

4.3 Pengujian dan Analisis Data Hasil Penelitian

4.3.1. Data-Data Trafo Overload Penyulang Sulamadaha

Berikut adalah data pengukuran pembebanan transformator yang mengalami pembebanan lebih di PT. PLN (Persero) ULP Ternate, Dengan demikian berdasarkan data hasil pengukuran, ditunjukkan pada Tabel menjadi dasar untuk mengambil trafo distribusi GT-SOLBA TTE 43 sebagai objek penelitian

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran beban trafo ULP Ternate penyulang sulamadaha (September – Desember 2024)

PENYULANG	NO GARDU	NAMA GARDU	PHASA	KAPAS	TGL UKUR	Ir	Is	IT	n	PERSEN (%)
SULAMADAH	TTE20	GT-BI	3 Phasa	160	13 OK 2022	185	184	220	32	88.4
SULAMADAH	TTE35	GT-TAFURE	3 Phasa	50	27 SEP 2022	34	18.1	19.1	35	73.26
SULAMADAH	TTE36	GT-TABAM	3 Phasa	100	13 SEP 2022	172	119	131	59	91.57
SULAMADAH	TTE37	GT-SANGO	3 Phasa	250	20 SEP 2022	85	121	138	60	80.37
SULAMADAH	TTE40	GT-TBHW	3 Phasa	100	20 OK 2022	117.3	142.1	139.4	660	92.92
SULAMADAH	TTE43	GT-SOLBA	3 Phasa	160	18 OK 2022	334.0	354.8	355.3	110.4	100.64
SULAMADAH	TTE47	GT-SKFA	3 Phasa	50	01 OK 2022	83	50	75	49	94.43
SULAMADAH	TTE49	GT-MOYA	3 Phasa	50	26 OK 2022	68	67	69	34	88.94
SULAMADAH	TTE52	GT-PBAYC	3 Phasa	200	09 NOV 2022	69	50	67	38	86.68
SULAMADAH	TTE53	GT-PBAWB	3 Phasa	50	09 Nop 2022	61	59	60	33	81.26
SULAMADAH	TTE88	GT-DPN	3 Phasa	100	15 Nop 2022	75	66	63	29	89.76
SULAMADAH	TTE94	GT-PDAM	3 Phasa	50	18 des 2022	64.8	79.3	59.7	441	88.76
SULAMADAH	TTE100	GT-SKSD	3 Phasa	50	19 des 2022	74	73	76	39	98.12
SULAMADAH	TTE110	GT-TORANO	3 Phasa	150	22 des 2022	71	99	50	50	98.58

Sumber : PLN ULP Ternate, 2024

Trafo distribusi GT-SOLBA TTE 43 yang merupakan salah satu trafo distribusi yang mengalami pembebanan lebih pada penyulang sulaamadaha PT. PLN (Persero) ULP Ternate dengan pertimbangan sebagai berikut. Trafo distribusi GT-SOLBA TTE 43 yang berlokasi di Kelurahan Soa ini memiliki nilai presentase 100,64% dengan kapasitas 160 KVA. Tidak optimal kerja pada sebuah trafo lebih meningkatkan mutu pelayanan kepada konsumen PT.PLN (Persero) ULP Ternate berkurang dan yang lebih merugikan ialah dapat mengakibatkan kerusakan pada trafo. Hal ini yang terjadi pada trafo GT-SOLBA TTE 43 yang mengalami beban lebih. Untuk permasalahan tersebut dapat di atasi dengan melakukan pengalihan beban trafo guna mengurangi beban lebih pada trafo GT-SOLBA TTE 43 Berdasarkan hasil pengukuran beban pada trafo pada tahun 2021 sampai dengan tahun 2024

Trafo ini mengalami kenaikan pembeban lebih. Sehingga trafo tersebut berdampak pada pemasangan pelanggan baru maupun penambahan daya. Sehingga beberapa pelanggan baru belum bisa memakai energi listrik. (belum dapat penyambungan listrik PLN).

Tabel 4. Hasil Pengukuran Beban Trafo

No Gardu	Tgl Ukur	R	S	T	N
TTE 43	01/07/2021	254 A	253 A	250 A	75 A
TTE 43	20/09/2022	246 A	297 A	247 A	93 A
TTE 43	24/03/2023	301.9 A	316.8A	253.2A	110.4 A

Sumber : Peneliti, 2024

4.3.2. Pengukuran dan Pengujian analisa Pengalihan beban pada Trafo Distribusi GT-SOLBA TTE 43

Berikut ini merupakan hasil pengukuran pada trafo sebelum dilakukan pengalihan beban, hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil pengukuran trafo GT-SOLBA TTE 43 sebelum pengalihan beban

Arus Induk (A)		Arus Jurusan (A)	
		A	B
R	301.9 A	61.2 A	141 A
S	316.8 A	84.3 A	197 A
T	253.2 A	49.7 A	123 A
N	110.4 A	47.5 A	110.8 A

Sumber : Peneliti, 2024

Sesuai dengan Tabel 4. beban total Trafo GT-SOLBA TTE 43 Telah melewati arus nominalnya. Dan pengukuran beban ini dilakukan pada saat beban puncak di malam hari. Untuk menghitung arus rata-rata beban Trafo tersebut dapat menggunakan rumus yang ditunjukkan pada persamaan (4).

$$I_{rata-rata} = (301.9+316.8+253.2)/3$$

$$I_{rata-rata} = 871.9/3 = 290, 63 A$$

Untuk menghitung arus beban penuh (IFL) dapat menggunakan rumus yang ditunjukkan pada persamaan (2).

$$IFL = (160000 VA)/(400 V \times \sqrt{3})$$

$$IFL = 230,94 A$$

Kemudian dimasukan kedua nilai hasil perhitungan IRata-rata dengan IFL Kedalam persamaan rumus persen pembebanan sebelumnya, sehingga di ketahui presentase beban tarfo ditunjukkan pada persamaan (3).



$$\begin{aligned} \% \text{Pembelanaan} &= 290,63/230,94 \times 80\% \\ \% \text{Pembelanaan} &= 100,64\% \end{aligned}$$

Presentase Ketidak Seimbang Beban Yang Dialami GT-SOLBA TTE43 sebelum pengalihan beban.

$$R = 1,03 \times 100\% = 103\%$$

$$S = 1,08 \times 100\% = 108\%$$

$$T = 0,87 \times 100\% = 87\%$$

Beban tak seimbang :

$$= (1,03-10)+(1,08-1)+(87-1) \times 100\%$$

$$= (0,03+0,08+77)/3 \times 100\%$$

$$= 0,88/3 \times 100\% = 29\%$$

Setelah dilakukan perhitungan persentase beban pada Trafo dan hasilnya menunjukkan bahwa Trafo GT-SOLBA TTE 43 mengalami pembebanan lebih (*overload*) karena total persentase beban Trafo yakni 100,64%. Sebuah Trafo dikatakan pembebanan lebih (*overload*) apabila melebihi beban 80% dari kapasitasnya,

4.3.3. Pengukuran dan Pengujian analisa untuk Pengalihan beban pada Trafo Distribusi GT-SOLBA TTE 43

Untuk mengatasi akibat kondisi trafo maka Setelah dilakukan pengalihan beban Trafo GT-SOLBA TTE 43 agar tetap melayani 2 jurusan yang dimana kedua jurusan itu tersebut masing-masing jurusan mengalami penurunan pertiap jurusannya. Adapun persen pada Trafo ini dapat dihitung dengan menggunakan data pengukuran ditunjukkan pada Tabel 5.

$$\% \text{Pembelanaan} = (IR_{rata-rata}/IFL) \times 80\%$$

Untuk menghitung arus rata-rata beban trafo tersebut dapat menggunakan rumus yang ditunjukkan pada persamaan (1).

$$IR_{rata-rata} = (121,9+158,4+99,4)/3$$

$$IR_{rata-rata} = 379,7/3 = 126,56 \text{ A}$$

Untuk menghitung arus beban penuh dapat menggunakan rumus yang ditunjukkan pada persamaan (2).

$$IFL = (160000 \text{ kVA})/(400 \times \sqrt{3})$$

$$IFL = 230,94 \text{ A}$$

Sehingga dapat mengetahui presentase pembebanan trafo GT-SOLBA TTE 43 ditunjukkan pada persamaan (3).

$$\% \text{Pembelanaan} = (126,56)/230,94 \times 80\%$$

$$\% \text{Pembelanaan} = 43,2 \%$$

Presentase Ketidak Seimbang Beban Yang Dialami GT-SOLBA TTE43 sesudah pengalihan beban.

$$R = 0,96 \times 100\% = 96\%$$

$$S = 1,25 \times 100\% = 125\%$$

$$T = 0,82 \times 100\% = 82\%$$

$$\text{Beban tak seimbang} = (0,96-1) + (1,25-1) + (0,82-1) \times 100\%$$

$$= (0,04+0,25+0,18)/3 \%$$

$$= 0,42/3 \times 100\% = 14\%$$

Tabel 6. Hasil pengukuran trafo GT-SOLBA TTE 43 sesudah dilakukan pengalihan beban

Arus Induk (A)		Arus Jurusan (A)	
		A	B
R	121,9	35.71 A	85.2 A
S	158,4	49.56 A	119.8 A
T	99,4	31.1 A	71.3 A
N	79,0	21.17 A	56.76 A

Sumber : Peneliti, 2024

Setelah dilakukan perhitungan presentase trafo, sesudah pengalihan beban Trafo GT-SOLBA TTE 43 ke GT-ALFAMIDI TTE 417 maka hasilnya menunjukkan bahwa Trafo GT-SOLBA TTE 43 sudah kembali normal atau tidak mengalami *overload* lagi karena total presentase pembebanan trafo tidak lagi melebihi beban standar yang telah di tentukan sebelumnya yakni, 43,2%,

4.3.4. Hasil Analisa

Berdasarkan ketentuan Standar Perusahaan Listrik Negaara (SPLN) D3.002-1:2007 No.160 (IEC 60076-1 Edisi 2.1 2000) yang telah ditetapkan pembebanan suatu Trafo diizinkan adalah sebesar 80% dari kapasitas trafo. Sehingga Trafo GT-SOLBA TTE 43 dengan kapasitas 160 KVA dinyatakan sebagai trafo pembebanan lebih (*overload*) dikarenakan persentase pembebanan yang melebihi ketentuan yaitu sudah mencapai 100,64%.

Untuk menjaga kontinuitas penyaluran energi listrik dan mutu pelayanan pada pelanggan, maka pihak PLN mengambil tindakan untuk melakukan perbaikan sebagaimana mestinya hingga dapat mengatasi kondisi pembebanan lebih suatu trafo. Namun dalam penelitian ini, penulis hanya melakukan analisis terhadap sebuah trafo guna mengatasi kondisi tersebut, dan objek pada penelitian ini berpusat pada trafo GT-SOLBA TTE 43 yang mengalami beban lebih (*overload*). Adapun beberapa solusi untuk mengatasi *overload* trafo diantaranya sebagai berikut :

1. Pengalihan Beban

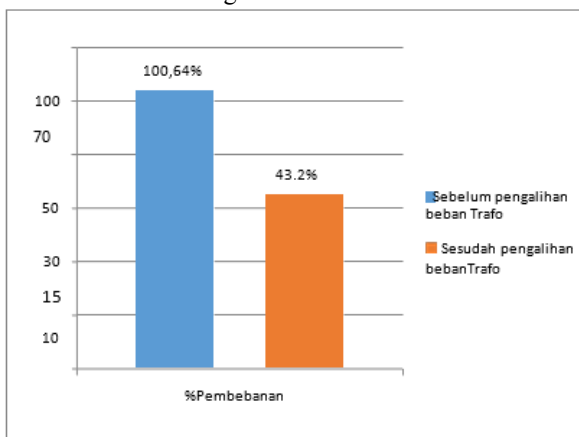
Pengalihan beban adalah pengurangan beban trafo dengan memanfaatkan JTR trafo lainnya. Apabila trafo lain dalam kondisi *underload*, maka beban dapat



dipindahkan atau dimanuver sebagian ke trafo *underload* tersebut. Otomatis beban trafo tersebut akan berkurang. Pengalihan beban dilakukan dengan cara koneksi atau sambungan melalui JTR.

2. Trafo Sisipan

Yang dimaksud sisipan trafo adalah pemasangan trafo baru di dekat dengan trafo *overload*. Tujuannya adalah membagi beban trafo yang ada ke trafo yang baru. Hal ini adalah tindakan yang paling umum dilakukan untuk mengatasi trafo *overload*.



Sumber : Peneliti, 2024

Gambar 5. Presentase pembebanan sebelum dan sesudah pengalihan beban

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data yang penulis lakukan dari hasil penelitian dan pengujian, dapat di peroleh Salah satu cara mengatasi masalah pembebanan lebih pada transformator adalah dengan solusi pengalihan beban trafo yang mengalami pembebanan lebih atau beban diatas 80% dan hasil yang di dapat dari haasil perhitungan didapatkan nilai presentase pembebanan sebelum dilakukan pengalihan beban trafo yaitu 100,64% dan sesudah dilakun pengalihan beban trafo yaitu 43,2% sehingga mengalami penurunan Beban sebanyak 57,44%.

5.2. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah:

1. Dalam menentukan kapasitas Trafo untuk pengalihan beban Trafo agar tidak hanya mengandalkan hasil perhitungan saja, namun juga tetap dilakukan survey dan mempertimbangkan pertumbuhan dan perkembangan beban untuk beberapa tahun ke depan.
2. Pemeliharaan beserta perawatan secara berkala terhadap Trafo perlu dilakukan secara rutin agar mendapatkan hasil yang lebih baik bagi PLN maupun masyarakat Pengembangan lebih lanjut dengan menggunakan beban sebenarnya

dengan masing-masing beban saat aktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansya A. 2020. Analisis Kehandalan Sistem Jaringan Distribusi 20 KV. Medan : Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sumatera.
- Kadek, Wahyudi, Widiatmika. 2018. Analisis Penambahan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload Pada Transformator DB0244 Di Penyulang Sibelangga
- Najmul, Fadli. 2017. Analisis Pemasangan Transformator Sisipan Pada Saluran Transformator Distribusi Peyulang Pugutan.
- Partaonan, Adam Muhammad Dan Prabowo. 2019. Analisis Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 KV Mengurangi Beban Overload Dan Jatuh Tegangan Pada Trafo B1 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi Etap
- Samsurizal, & Hadinoto, B. 2020. Studi Analisis Dampak Overload Transformator terhadap Kualitas Daya di PT PLN (Persero) UP3 Pondok Gede. Kilat, 136-142.
- Sudiartha. W, Sutawinaya. 2016. Manajemen Trafo Distribusi 20 KV Antar Gardu BL031 Dan BL033 Penyulang Liligundi Dengan Menggunakan Simulasi Program Etap.