

**ANALISIS DAMPAK OVERLOAD DAN PENAMBAHAN TRAF0 SISIPAN
PADA PENYULANG UNIT LAYANAN PELANGGAN (ULP) TAKALAR**Saiful¹, Muh.Nasrun², Suryani³, Zahir Zainuddin⁴

Universitas Muhammadiyah Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

saifuliful1196@gmail.com¹, muh.nasrun999@gmail.com², suryaniBasri@unismuhac.id³,zahirzainuddin@gmail.com⁴**Keywords**insertion transformer;
overload transformer;
ideal distance**Abstract**

Purpose: The aim of this study is to overcome the overload experienced by the transformer by calculating the percent loading and also determining the ideal location of the insert transformer. **Method:** The method used is by using manual calculations and using the Etap 12.6.0 simulation. Analyzing the calculation of the percent loading value of the BLPP feeder distribution transformer both before installing the insert transformer and after installing the insert transformer. **Result:** the result obtained by this activity is that the percentage of loading before installing the insert transformer reaches 100% by manual calculation and using the Etap application 97, 4% of course the value exceeds the PLN standard, and after installing the insert transformer, the loading percentage has decreased to be with manual calculation 68.5% and calculations using the Etap application are 68.9% so that it has decreased by 31.5%. The calculation of the ideal distance for the insert transformer uses the formula, namely 122 meters from the overload transformer. **Conclusion:** One way to overcome overload on distribution transformers is by installing insert transformers. The insert transformer is an additional transformer that functions to break the load or divide the load on transformers that experience overload or loads above 80%.

Kata Kuncitrafo sisipan; trafo
overload; jarak ideal**Abstrak**

Tujuan: Tujuan penelitian ini yaitu mengatasi beban lebih yang dialami trafo dengan menghitung persen pembebanan dan juga menentukan letak ideal trafo sisipan. **Metode:** Metode yang digunakan dengan menggunakan perhitungan manual dan menggunakan simulasi Etap 12.6.0. Menganalisis perhitungan nilai persen pembebanan trafo distribusi penyulang BLPP baik sebelum pemasangan trafo sisipan maupun setelah pemasangan trafo sisipan. **Hasil:** hasil yang diperoleh kegiatan ini adalah diperoleh presentase pembebanan sebelum pemasangan trafo sisipan mencapai 100% dengan perhitungan secara manual dan menggunakan aplikasi Etap 97, 4% nilai tentunya melewati standar PLN, dan setelah pemasangan trafo sisipan, presentase pembebanan mengalami penurunan menjadi dengan perhitungan manual 68,5 % dan perhitungan menggunakan aplikasi Etap 68,9 % sehingga mengalami penurunan sebanyak 31,5 %. Adapun perhitungan jarak ideal trafo sisipan menggunakan rumus yakni 122 meter dari trafo overload. **Kesimpulan:** Salah satu cara agar dapat mengatasi overload pada Trafo distribusi yaitu dengan cara adanya pemasangan Trafo sisipan. Trafo sisipan adalah trafo tambahan yang berfungsi untuk memecah beban atau membagi beban pada Trafo yang mengalami overload atau beban diatas 80%.

Corresponding Author: Saiful

E-mail: saifuliful1196@gmail.com



PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan salah satu rangka dalam tenaga listrik yang memegang peranan penting karena berhubungan langsung dengan klien energi listrik, khususnya klien energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Jadi kerangka ini selain mendapatkan daya listrik dari sumber listrik (transformator sirkulasi), juga akan mengirim dan menyebarkan daya ke pembeli (Ulfiah, Novizon, & Rosnita, 2023). Mempertimbangkan bahwa segmen ini mengelola pembeli, sifat kekuatan harus mendapat pertimbangan luar biasa dari Badan Standarisasi Nasional rendah (Dewi, 2020).

Sistem kelistrikan terus berkembang, salah satunya adalah pertumbuhan pelanggan ataupun beban energi listrik dari tahun ketahun (Bayu & Windarta, 2021). hingga butuh suatu sistem distribusi tenaga listrik yang memiliki kehandalan yang tinggi. Namun, seringkali ada masalah yang muncul dalam pendistribusian tenaga listrik. Salah satunya adalah pembebanan trafo distribusi yang sudah melebihi kapasitas atau bisa dikatakan trafo kelebihan beban. Trafo dikatakan kelebihan beban jika kapasitas pembebanannya lebih dari 80% (Sudiarta, Sutawinaya, Ta, & Firman, 2017). Jika hal ini terjadi dalam waktu yang lama, maka isolasi pada trafo akan rusak karena panas yang berlebihan yang menyebabkan kerusakan pada trafo. Selain itu, beban lebih pada trafo distribusi juga dapat menyebabkan jatuh tegangan (Adam & Prabowo, 2019). Ada dua alternatif metode untuk mengatasi masalah kelebihan beban trafo, yaitu cara pemasangan trafo embed dan trafo uprating (Al-Farouq, Sirait, & Abidin, 2021).

Kelebihan beban trafo ini juga terjadi pada salah satu trafo distribusi di Unit Pelayanan Pelanggan (ULP) Takalar ialah Trafo Distribusi Penyulang BLPP. Tentu saja ini menunjukkan perlunya tindakan pada trafo distribusi. Dengan memperhatikan letak beban jadi tindakan yang benar di lakukan ialah dengan penambahan trafo embed (Hengki, Arsyad, & Abidin, 2023). Penambahan trafo embed sangat penting karena penanganan trafo Overload dan Drop Tegangan, pemasangan Trafo Insert ini berfungsi untuk mengurangi beban Trafo Overload dan menjaga kerusakan trafo serta dapat menstabilkan jatuh tegangan atau lebih dikenal dengan Voltage Drop. Untuk mengetahui jarak posisi pemasangan trafo embed (trafo sisipan) wajib menggunakan aplikasi ETAP. Didalam peneliti ini, penulisnya akan lakukan studi rencana pemasangan trafo embed (trafo sisipan) distribusi penyulang BLPP. Penelitian ini di harapkan bisa meningkat keandalan sistem distribusi tenaga listrik kepada Jaringan Tegangan Rendah (JTR) pada Trafo Distribusi Penyulang BLPP.

METODE PENELITIAN

Peneliti melibatkan beberapa definisi yang terkait dengan item yang dikonsentrasikan sebagai bahan dasar dalam perencanaan laporan ini. Menghitung daya transformator jika dilihat dari sisi tegangan tinggi (groundwork) dapat diselesaikan dengan menggunakan kondisi yang menyertainya:

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

Dimana:

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

Mengitung 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)

Mengerjakan tingkat susun trafo dapat diketahui dengan memanfaatkan kondisi berikut:

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

Rumus untuk menghitung rata-rata arus beban (IRata-rata), yakni:

$$IRata-rata = (IR + IS + IT)/3 \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

IRata-rata = rata-rata arus beba (A)
 IFL = arus beban penuh (A)
 IR = arus fasa R (A)
 IS = arus fasa S (A)
 IT = arus fasa T (A)

Rumus untuk menghitung rata-rata adalah:

$$R = \rho L/A \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

R = Tahanan (Ohm)
 ρ = Hambat jenis penghantar ((Ω mm)/mm²)
 A = Luas penampang penghantar (mm²)
 L = Panjang penghantar (kms)

Rumus perhitungan letak transformator

$$L = (10\% \times V_{ivc}) / (i \times R) \dots \dots \dots (6)$$

Dimana:

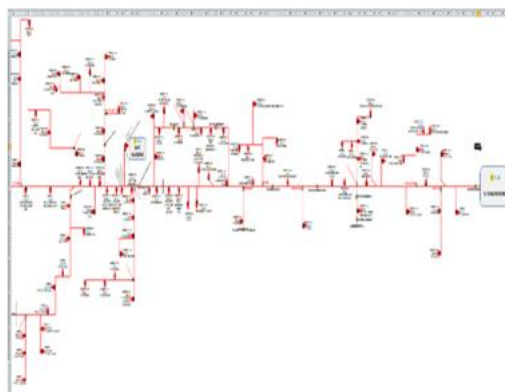
L = Jarak penempatan (km)
 R = Tahanan penghanta (Ω /km)
 I = Arus yang mengalir pada penghantar (A)
 V_{ivc} = Besar tegangan padapenghantar (V)
 10% = Efisiensialuran

Menganalisis perbandingan antara hasil perhitungan nilai persen pembebanan secara manual maupun dengan menggunakan simulasi etap. Menganalisis perhitungan nilai persen pembebanan trafo distribusi penyulang BLPP baik sebelum pemasangan trafo sisipan maupun setelah pemasangan trafo sisipan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dimulai untuk mendapatkan data pada Trafo Distribusi GT. TBL052. yang merupakan salah satu Trafo distribusi yang mengalami overload pada penyulang BLPP di PT. PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan ULP Takalar dengan pertimbangan sebagai berikut:

Trafo Distribusi GT. TBL052 yang berlokasi di Jl. Abdul Gani ini memiliki nilai persentase pembebanan yaitu 100% dengan kapasitas 160 kVA.



Gambar 1. Single Line Diagram Penyulang BLPP

Dengan demikian, kami menetapkan untuk mengambil Trafo distribusi GT. TBL052 sebagai objek penelitian untuk Tugas Akhir yang berjudul “Analisis dampak overload dan penambahan trafo sisipan pada penyulang Unit Layanan Pelanggan (ULP) Takalar”.

Trafo Distribusi GT. TBL052

Ketidak keoptimalan kerja pada sebuah Trafo akibat beban lebih yang mengakibatkan mutu pelayanan kepada konsumen PT. PLN (Persero) berkurang dan yang lebih merugikan ialah dapat mengakibatkan kerusakan pada Trafo. Hal inilah yang terjadi pada Trafo GT. TBL052 yang mengalami beban lebih. Untuk permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan pemasangan Trafo sisipan guna mengurangi beban lebih dan perbaikan drop tegangan pada Trafo tersebut. Berikut merupakan spesifikasi/ nameplat dari Trafo GT. TBL052:



Gambar 2. Namplet Trafo

Tabel 1. Data Spesifikasi Trafo Distribusi GT. TBL052.

Data Trafo Distribusi GT. TBL052	
Kapasitas	160 Kva
Frekuensi	50 Hz
Jumlah Fasa	3
Merk Trafo	Sintra
Nomor Seri	06011148
Tahun Pembuatan	2006



Gambar 3. Trafo Distribusi GT. TBL052.

Data Pengukuran Trafo Sebelum Pemasangan Trafo Sisipan Sesuai dengan Tabel 4.2 maka dilihat beban pada total Trafo GT. TBL052 telah melewati arus nominalnya. Untuk menghitung arus rata-rata beban Trafo tersebut dapat menggunakan rumus yaitu :

$$IRata-rata = (IR + IS + IT) / 3$$

$$IRata-rata = \frac{247+225+222}{3}$$

$$IRata - rata = \frac{694}{3}$$

$$= 231,3 \text{ A}$$

Untuk menghitung arus beban penuh (IFL) dapat menggunakan rumus yaitu:

$$IFL = \frac{\text{Kapasitas trafo}}{400 \text{ V} \times \sqrt{3}}$$

$$IFL = \frac{160000 \text{ VA}}{400 \times \sqrt{3}}$$

$$IFL = 231,2 \text{ A}$$

Kemudian dimasukkan kedua nilai hasil perhitungan IRata-rata dan IFL kedalam persamaan rumus persen pembebanan sebelumnya, sehingga dapat diketahui persentase beban Trafo tersebut.

$$\% \text{ Pembebanan} = \frac{231,3}{231,2} \times 100\%$$

$$\% \text{ Pembebanan} = 100\%$$

Setelah dilakukan perhitungan persentase beban pada Trafo dan hasilnya menunjukkan bahwa Trafo GT. TBL052 mengalami overload karena total persentase beban Trafo yakni 100%. Sebuah Trafo dikatakan overload tidak boleh melebihi beban 80% dari kapasitasnya.

Trafo Sisipan

Trafo sisipan yang ditambahkan untuk melayani beban lebih pada Trafo distribusi di penyulang BLPP yaitu Trafo GT. TBL145 dengan kapasitas beban 100 kVA, Trafo ini terbagi menjadi 2 jurusan yang berlokasi di JL. Abdul Gani. Berikut merupakan data spesifikasi/ nameplat Trafo Sisipan GT. TBL145.

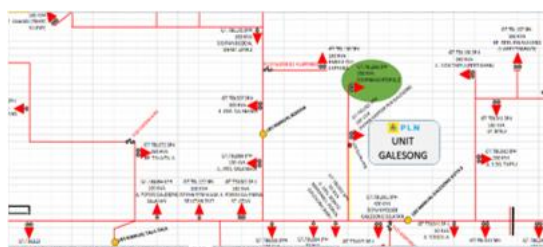
Tabel 2. Data Spesifikasi/ nameplat Trafo Sisipan GT. TBL145.

Data Trafo Sisipan GT. MPR068	
Kapasitas	100 Kva

Frekuensi	50 Hz
Jumlah Fasa	3 Phasa
Merk Trafo	B&D
Nomor Seri	22R270787
Tahun Pembuatan	2022



Gambar 4. Namplet Trafo



Gambar 5. Single Line Diagram Trafo Sisipan GT. TBL145.

Data Pengukuran Trafo Sisipan GT. TBL145.

Berikut ini merupakan hasil pengukuran pada Trafo sisipan setelah mengambil sebagian beban Trafo GT. TBL052:

Tabel 3. Hasil pengukuran beban Trafo Sisipan GT. TBL145.

Data Trafo		Jurusan Penampang	Hasil Pengukuran Arus (A)				Beban (%)	
Kapasitas (KVA)	Primer/ Sekunder		R	S	T	N		
100 kVA		20 kV/ 400 V	A (NYY 4x70 MM2)	52	70	96	18	
			TOTAL	52	70	96	18	50,24 %

Berdasarkan hasil pengukuran diatas, sebagian beban dari Trafo overload dialihkan ke Trafo sisipan guna mengurangi beban di Trafo tersebut. Untuk mengetahui pembebanan pada Trafo sisipan GT. TBL145 maka perlu dilakukan perhitungan dengan menggunakan data pengukuran pada table 4 yaitu:

$$\% \text{Pembelangan} = (\text{IRata-rata} / \text{IFL}) \times 100\%$$

Untuk menghitung arus rata-rata beban Trafo tersebut dapat menggunakan rumus yaitu:

$$\text{IRata-rata} = (\text{IR} + \text{IS} + \text{IT}) / 3$$

$$\text{IRata-rata} =$$

$$\text{IRata-rata} = \frac{52+70+96}{3} = \frac{218}{3}$$

$$IRata - rata = 72,6 \text{ A}$$

Untuk menghitung arus beban penuh dapat menggunakan rumus yaitu:

$$IFL = \frac{\text{kapasitas trafo}}{400 \times \sqrt{3}}$$

$$IFL = \frac{100000 \text{ VA}}{400 \text{ V} \times \sqrt{3}}$$

$$IFL = 144,50 \text{ A}$$

Sehingga dapat diketahui persentase beban Trafo Sisipan GT. TBL145 yaitu:

% Pembebanan =

$$\% \text{ Pembebanan} = 50,24 \% \quad \frac{72,6}{144,50} \times 100\%$$

Dengan demikian persentase pembebanan pada Trafo Sisipan GT. TBL145 yaitu sebesar 50,24 %.

Data Pengukuran Trafo GT. TBL052 Setelah Pengalihan beban ke Trafo Sisipan.

Berikut ini merupakan hasil pengukuran pada Trafo GT. TBL052 setelah sebagian beban dialihkan ke Trafo Sisipan:

Tabel 4. Hasil pengukuran beban Trafo GT. TBL052 setelah Pengalihan beban ke Trafo Sisipan.

Data Trafo		Jurusan Penampang	Hasil Pengukuran Arus (A)				Beban (%)
Kapasitas (KVA)	Primer/ Sekunder		R	S	T	N	
160 kVA	20 kV/ 400 V	A (NYY 4x70 mm ²)	121	112	110		
		B (NYY 4x70 mm ²)	74	43	16		
		TOTAL	195	155	126	98	68,5%

Setelah dilakukan penambahan Trafo sisipan dapat dilihat pada tabel diatas bahwa pembebanan pada Trafo GT. TBL052 tetap melayani 2 jurusan yang sebelumnya beban pada jurusan 2 telah dibagi pada Trafo sisipan. Adapun persen pembebanan pada Trafo ini dapat dihitung dengan menggunakan data pengukuran pada Tabel 4. yaitu:

$$\% \text{ Pembebanan} = (IRata-rata / IFL) \times 100\%$$

Untuk menghitung arus rata-rata beban Trafo tersebut dapat menggunakan rumus yaitu:

$$IRata-rata = (IR + IS + IT) / 3$$

$$IRata-rata = \frac{195+155+126}{3}$$

$$IRata-rata = 158,6 \text{ A}$$

Untuk menghitung arus beban penuh dapat

$$\frac{\text{Kapasitas trafo}}{400 \text{ V} \times \sqrt{3}}$$

menggunakan rumus yaitu:

$$IFL = \frac{160000 \text{ VA}}{400 \text{ V} \times \sqrt{3}}$$

$IFL =$

$$IFL = 231,2 \text{ A}$$

Sehingga dapat diketahui persentase beban Trafo GT. TBL052 yaitu:

$$\% \text{ Pembebanan} = \frac{158,6}{231,2} \times 100\%$$

$$\% \text{ Pembebanan} = 68,5\%$$

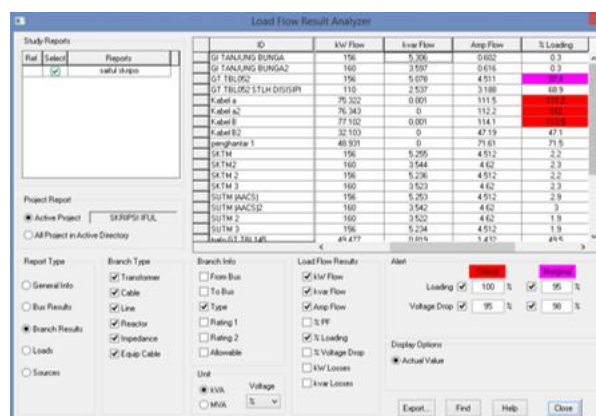
Setelah dilakukan perhitungan persentase pembebanan pada Trafo setelah sebagian beban dialihkan ke Trafo sisipan maka hasilnya menunjukkan bahwa Trafo GT. TBL052 sudah kembali normal atau tidak mengalami overload karena total persentase pembebanan Trafo tidak lagi melebihi beban standar yang telah ditentukan sebelumnya, yakni 68,5 %.

Perancangan Simulasi Jaringan Distribusi Menggunakan ETAP.

ETAP digunakan untuk menghitung pembebanan pada Trafo Distribusi (Sutawinaya, Narottama, & Pujana, 2022). Data yang diperlukan dalam simulasi ETAP pada Trafo ini diantaranya data bus JTR dan beban, data kapasitas Trafo. Adapun cuplikan gambar hasil simulasi pembebanan sebelum pemasangan Trafo sisipan pada Trafo GT. TBL052 dengan menggunakan aplikasi ETAP adalah seperti terlihat pada gambar 6. dan gambar 7.



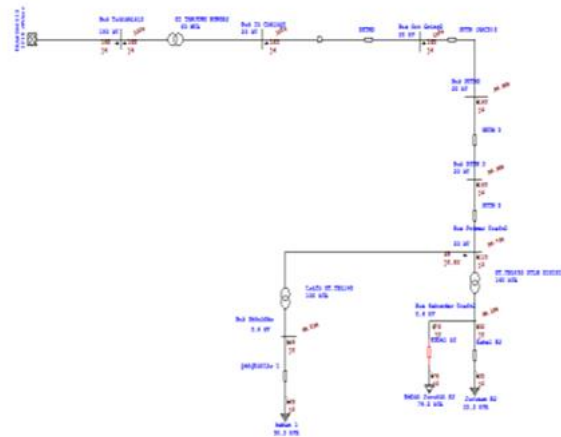
Gambar 6. Simulasi pembebanan Trafo GT. TBL052 Sebelum Pemasangan Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP.



Gambar 7. Hasil simulasi pembebanan Trafo GT. TBL052 Sebelum pemasangan Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP.

Berdasarkan kedua gambar diatas, dapat dilihat bahwa nilai persen pembebanan pada Trafo GT. TBL052 sebelum dilakukan pemasangan Trafo sisipan guna pengalihan beban masih mengalami beban lebih (overload). Hal ini sesuai dengan perhitungan manual dimana nilai persen pembebanan Trafo mengalami beban lebih.

Selanjutnya, untuk menampilkan gambar simulasi dan hasil pembebanan Trafo GT. TBL052 setelah pemasangan Trafo sisipan. Adapun gambar hasil simulasi pembebanan



Beban ke Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP



Gambar 9. Hasil simulasi pembebanan Trafo GT. TBL052 Setelah Pemasangan/ Pengalihan Beban ke Trafo sisipan menggunakan Aplikasi ETAP.

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 overload suatu transformator (Berlianti, Fauzi, & Monice, 2021). Namun dalam penelitian ini, penulis hanya melakukan analisis terhadap sebuah transformator guna mengatasi kondisi tersebut, dan objek pada penelitian ini berpusat pada transformator yang terletak di JL. Abdul Gani (GT. TBLO52) yang mengalami beban lebih (overload) tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian, beban lebih pada sebuah transformator dapat diatasi dengan dua cara yaitu Uprating kVA Trafo dan pemasangan Trafo sisipan (Pengalihan Beban) (WS & Bakhtiar, 2023). Namun dalam mengatasi overload pada Trafo tersebut dilakukan pemasangan Trafo sisipan, hal ini dilakukan karena kondisi dilapangan yang tidak memungkinkan untuk dilakukannya Uprating kVA Trafo dan juga untuk memperbaiki drop tegangan pada Trafo tersebut.

Adapun hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan Trafo sisipan yaitu pemindahan sebagian beban yang ada pada Trafo Utama guna mengurangi beban sehingga kembali dalam keadaan normal atau tidak dalam keadaan overload.

Selain itu, faktor lain juga menjadi pertimbangan pemasangan Trafo sisipan adalah keadaan atau kondisi perkembangan beban yang tiap tahunnya akan mengalami peningkatan dikarenakan lokasi pada Trafo Utama merupakan daerah pemukiman. Berdasarkan pertimbangan ini maka pihak PLN mengatasi permasalahan tersebut dengan pemasangan Trafo sisipan GT. TBL145 dengan kapasitas 100 kVA.

Pembahasan

Berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan yaitu besar pembebanan suatu Trafo yang diizinkan adalah sebesar 80% dari kapasitas Trafo (Muzar, Syahrizal, & Syukri, 2018). Sehingga trafo GT. TBL052 dinyatakan sebagai Trafo overload dikarenakan persentase pembebanan yang melebihi ketentuan yaitu 100%.

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 overload suatu Trafo (Jurnal, 2018). Namun dalam penelitian ini, penulis hanya melakukan analisis terhadap sebuah Trafo guna mengatasi kondisi tersebut, dan objek pada penelitian ini berpusat pada Trafo GT. TBL052 yang mengalami beban lebih (overload).

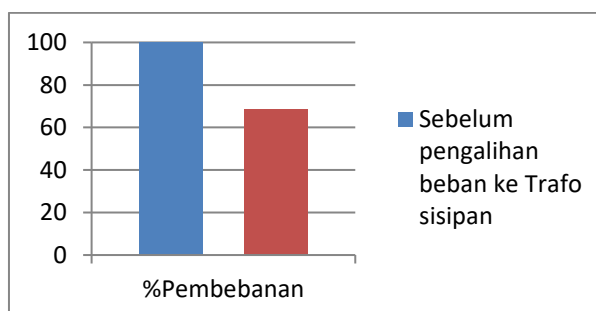
Berdasarkan hasil penelitian penulis, beban lebih pada sebuah Trafo dapat diatasi dengan dua cara yaitu uprating dan pemasangan Trafo sisipan (WS & Bakhtiar, 2023). Namun dalam mengatasi overload pada Trafo GT. TBL052 ini dilakukan pemasangan Trafo sisipan, hal ini dilakukan untuk memperbaiki beban lebih dan juga drop tegangan pada Trafo tersebut.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan Trafo sisipan yakni pemindahan sebagian atau keseluruhan beban dari salah satu jurusan yang ada pada Trafo utama guna mengurangi pembebanan sehingga kembali dalam keadaan normal atau tidak dalam keadaan overload (Khotimah, Munir, & Muntaqo, 2021).

Selain itu, faktor lain juga menjadi pertimbangan pemasangan Trafo sisipan yaitu kondisi perkembangan beban yang tiap tahunnya akan mengalami peningkatan dikarenakan lokasi pada Trafo utama merupakan daerah pemukiman (Seniari, Fadli, & Ginarsa, 2020). Berdasarkan pertimbangan ini maka pihak PLN mengatasi permasalahan tersebut dengan pemasangan Trafo sisipan GT. TBL145 dengan kapasitas 100 kVA

Perbandingan Persentase Pembebanan Trafo GT. TBL052 Penyulang BLPP Sebelum dan Sesudah Pengalihan beban ke Trafo Sisipan.

Dari hasil perhitungan pada Trafo GT. TBL052 penyulang BLPP sebelum dilakukan penyisipan trafo sisipan, hasil presentase pembebanan yang didapatkan yakni 80,03%. Namun setelah adanya penambahan Trafo sisipan, hasil pembebanan pada Trafo tersebut mengalami perubahan. Berikut diagram perbandingan sebelum dan setelah penambahan transformator sisipan:

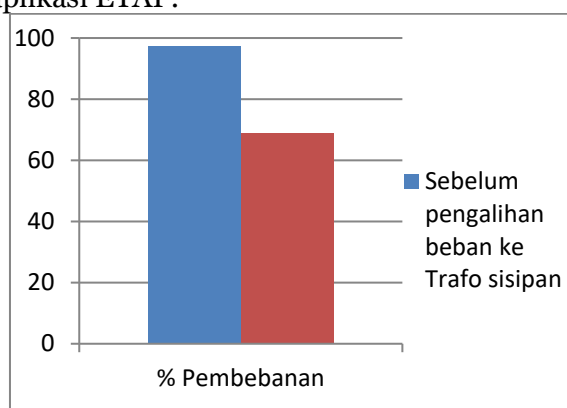


Gambar 10. Diagram Persentase Pembebanan Trafo sebelum dan sesudah pengalihan beban ke Trafo sisipan.

Dari Gambar 10, dapat dilihat bahwa nilai persen pembebanan pada Trafo GT. TBL052 mengalami perubahan setelah dilakukan pengalihan beban ke Trafo sisipan sehingga nilai pembebanan yang awalnya sebesar 100% menjadi 68,5%, sehingga dapat dikatakan terjadi penurunan persentase pembebanan sebesar 31,5%.

Perbandingan Persentase Pembebanan Trafo GT. TBL052 Penyulang BLPP Sebelum dan Sesudah Pengalihan beban ke Trafo Sisipan Dengan Menggunakan Simulasi ETAP.

Dari hasil perhitungan pembebanan pada Trafo GT. TBL052 penyulang BLPP sebelum dilakukan pemasangan/ pengalihan beban ke Trafo sisipan dengan menggunakan aplikasi ETAP, hasil presentase pembebanan yang didapatkan yakni 97,4%. Namun setelah adanya penambahan Trafo sisipan, hasil pembebanan pada Trafo tersebut mengalami perubahan. Berikut diagram perbandingan sebelum dan sesudah pemasangan Trafo sisipan dengan menggunakan aplikasi ETAP:



Gambar 11. Diagram Persentase Pembebanan Trafo sebelum dan sesudah pengalihan beban ke Trafo sisipan menggunakan aplikasi ETAP.

Dari gambar 11 dapat dilihat bahwa nilai persen pembebanan pada Trafo GT. TBL052 mengalami perubahan setelah dilakukan pengalihan beban ke Trafo sisipan sehingga nilai pembebanan sebesar 97,4% menjadi 68,9%, sehingga dapat dikatakan terjadi penurunan persentase pembebanan sebesar 28,5%.

Perbandingan Hasil Perhitungan Persentase Pembebanan Trafo Secara Manual Dan Aplikasi ETAP.

Setelah dilakukan perhitungan nilai presentase pembebanan pada Trafo GT. TBL052 baik sebelum dan setelah pemasangan trafo sisipan secara manual maupun menggunakan aplikasi ETAP, dapat dilihat perbandingan nilai persen pembebanan pada Tabel 5 berikut ini:

Tabel 5 Hasil perbandingan pengukuran beban Trafo GT. TBL052 sebelum dan sesudah dilakukan pengalihan beban ke Trafo sisipan dengan perhitungan manual dan menggunakan aplikasi ETAP.

Tabel 5. Hasil perbandingan pengukuran beban Trafo

% Pembebanan	Tanpa Trafo Sisipan		Dengan Trafo Sisipan	
	Manual	Etap	Manual	Etap
	100%	97,4%	68,5%	68,9%

Dari kedua hasil sebelumnya, dapat dilihat bahwa perhitungan nilai pembebanan antara manual dengan menggunakan aplikasi ETAP memiliki perbedaan nilai persen pembebanan tidak begitu jauh. Untuk perbedaan perbandingan nilai persen pembebanan sebelum sisipan, manual maupun ETAP mencapai 2,6% dari (100% - 97,4%). Sedangkan untuk perbedaan perbandingan nilai persen pembebanan setelah pengalihan secara manual maupun ETAP mencapai -0,4% dari (68,5% - 68,9%).

Perhitungan Letak Penempatan Trafo Sisipan.

Untuk letak yang ideal dalam penempatan Trafo sisipan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L = \frac{10\% \times V_{ivc}}{i \text{ beban puncak} \times R \text{ saluran}}$$

Dimana:

- L : Jarak penempatan (m)
 R : Tahanan penghantar (Ω/Km)
 i : Arus yang mengalir pada penghantar (A)
 V_{ivc} : Besar tegangan pada penghantar (V)
 10% : Efisiensi saluran

Berikut merupakan perhitungan untuk menentukan arus beban puncak dan panjang saluran. Untuk menentukan arus beban puncak, digunakan pengukuran arus dengan menggunakan Tabel 4.2, yakni:

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

$$IR_{rata-rata} = \frac{247+225+222}{3}$$

$$IR_{rata-rata} = 231,3$$

Sedangkan untuk menentukan tahanan saluran yaitu menggunakan rumus:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$R = 28,25 \times \frac{0,35}{70}$$

$$R = 0,141 \Omega$$

Dimana:

- $\rho = 28,25 \Omega \text{ mm}^2/m$
 L = Panjang penghantar ($350 m$)
 A = Luas Penampang (70 mm^2)

Setelah didapatkan kedua variable, kemudian dimasukkan ke rumus dibawah ini.

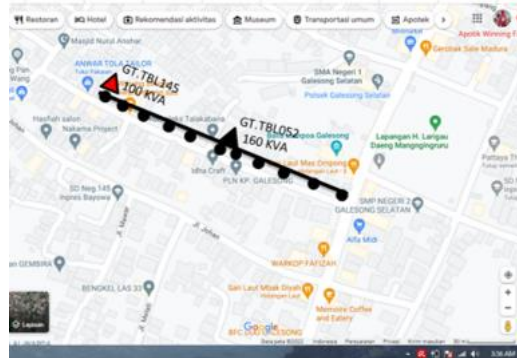
$$L = \frac{10\% \times V_{ivc}}{i \text{ beban puncak} \times R \text{ saluran}}$$

$$\frac{10\% \times 400}{231,3 \times 0,141}$$

$$L = \frac{40}{32,61}$$

$L = 122$ meter

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan seperti di atas, maka jarak jaringan yang paling ideal untuk menempatkan Trafo sisipan tersebut adalah 122 meter dari Trafo Utama. Namun dalam hal ini kita tidak dapat berpatokan pada hasil perhitungan saja, tetapi juga harus melihat dari sisi lapangan.



Gambar 10. Lokasi Penempatan Trafo GT. TBL052 dan Trafo sisipan GT.TBL145

Berdasarkan Gambar 10. terlihat gambar menunjukkan jalur/lokasi dari Trafo Utama ke Trafo sisipan. Beberapa hal menjadi pertimbangan adalah sebagai berikut:

Pada trafo utama sering terjadi beban lebih / overload sehingga mengalami drop tegangan (Safitri & Ananta, 2020).

Hasil penentuan jarak pada penempatan trafo sisipan sangat ideal dengan ukuran 122 meter pada Trafo Utama di Jl. Abdul Gani untuk mengatasi beban lebih/overload dan drop tegangan pada trafo utama.

KESIMPULAN

Dari uraian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, kesimpulan dari penelitian ini didasarkan pada hasil analisis data yang telah dilakukan dikaitkan dengan masalah penelitian yang telah dirumuskan dari berbagai pembahasan yang dibahas sebelumnya, maka dapat di simpulkan sebagai berikut:

Salah satu cara agar dapat mengatasi overload pada Trafo distribusi yaitu dengan cara adanya pemasangan Trafo sisipan. Trafo sisipan adalah trafo tambahan yang berfungsi untuk memecah beban atau membagi beban pada Trafo yang mengalami overload atau beban diatas 80%.

Dari hasil perhitungan manual yang saya lakukan maka saya mendapatkan nilai persentase pembebanan Trafo yang belum dilakukan pemasangan Trafo sisipan (pengalihan beban) yaitu 100% dan setelah dilakukan pemasangan Trafo sisipan yaitu 68,5%, sehingga trafo tersebut mengalami penurunan sebanyak 31,5%. Untuk melakukan sebuah perhitungan menggunakan aplikasi Etap, persentase pembebanan Trafo sebelum dilakukan pemasangan Trafo sisipan (pengalihan beban) 97,4% menjadi 68,9%, sehingga dapat dikatakan terjadi sebuah penurunan persentase pembebanan sebesar 28,5%. Hal yang dapat menyebabkan terjadi perbedaan pada perhitungan manual dan aplikasi etap tersebut pertama, karena adanya impedansi dan nilai resistansi. Kedua, Pembulatan dalam penggunaan aplikasi etap.

Dari hasil perhitungan untuk jarak ideal Trafo sisipan adalah berkisar 122 meter dari Trafo yang mengalami overload. Sedangkan realisasi pemasangan trafo sisipan yang terpasang pada penyulang BLPP adalah 200meter dari trafo eksisting yang telah terpasang. Hal ini melebihi batasan ideal dalam penentuan jarak dari trafo sisipan.

REFERENSI

- Adam, Muhammad, & Prabowo, Agus. (2019). Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jutah Tegangan Pada Trafo Bl 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi Etap 12.6. o. *RELE (Rekayasa Elektrikal Dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(2), 62–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.30596/rele.v1i2.3002>
- Al-Farouq, Rayhans Najib, Sirait, Bonar, & Abidin, Zainal. (2021). Analisis Rencana Pemasangan Transformator Distribusi Sisipan Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 Kv Di Penyulang Kijing. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1).
- Bayu, Handoko, & Windarta, Jaka. (2021). Tinjauan Kebijakan dan Regulasi Pengembangan PLTS di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 123–132. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jebt.2021.10043>
- Berlianti, Rahmi, Fauzi, Rahmat, & Monice, Monice. (2021). Analisis Penerapan Tindakan Pemeliharaan Sistem Distribusi 20 kV Dalam Pengoptimalan ENS dan FGTM. *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, Dan Industri*, 5(2), 44–50. <https://doi.org/https://doi.org/10.31849/sainetin.v5i2.6411>
- Dewi, Rozlinda. (2020). Analisis Komponen Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV di Penyulang Merbau-Jambi. *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)*, 3(1), 28–34. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33087/jepca.v3i1.36>
- Hengki, Herkulanus, Arsyad, M. Iqbal, & Abidin, Zainal. (2023). Studi Penambahan Gardu Distribusi Sisipan Terhadap Kemampuan Hantar Arus (Kha) Jaringan Distribusi Primer 20 Kv Di Kecamatan Tayan. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).
- Jurnal, Redaksi Tim. (2018). Analisa Nilai Saidi Saifi Sebagai Indeks Keandalan Penyediaan Tenaga Listrik Pada Penyulang Cahaya Pt. Pln (Persero) Area Ciputat: Ibnu Hajar; Muhammad Hasbi Pratama. *Energi & Kelistrikan*, 10(1), 70–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.33322/energi.v10i1.330>
- Kartika, Kartika, & Misriana, Misriana. (2018). Sistem Monitoring Transformator Distribusi Berbasis XBee Pro. *JURNAL LITEK: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 15(2), 29–37. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.30811/litek.v15i2.1662>
- Khotimah, Khusnul, Munir, Samsul, & Muntaqo, Lutfan. (2021). Peran Pendidik Sebagai Role Model Pendidikan Seks Usia Remaja Dalam Perspektif Islam Di Smk Al-Ghozaly Siwatu Bumiroso Watumalang Wonosobo Tahun Pelajaran 2021/2022. *Ta'dib (Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Peradaban Islam)*, 3(1), 45–64.
- Muzar, Muhammad Aidil, Syahrizal, Syahrizal, & Syukri, Mahdi. (2018). Analisis Pengaruh Suhu Akibat Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Daya Di Gardu Induk Lambaro. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 3(2).

- Safitri, Fajar Dwi, & Ananta, Henry. (2020). Simulasi Penempatan Transformator Pada Jaringan Distribusi Berdasarkan Jatuh Tegangan Menggunakan ETAP Power Station 12.6. O. *Jurnal Edukasi Elektro*, 4(1), 12–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/jee.v4i1.29315>
- Seniari, N. I. Made, Fadli, M. Najmul, & Ginarsa, I. Made. (2020). Analisis Rencana Pemasangan Transformator Sisipan Pada Saluran Transformator Distribusi Penyulang Pagutan (Studi Kasus: Transformator Distribusi AM097 Di Jalan Banda Seraya, Pagesangan, Kota Mataram). *DIELEKTRIKA*, 7(1), 56–63.
- Sudiarta, I. Wayan, Sutawinaya, I. Putu, Ta, I. Ketut, & Firman, Ardy. (2017). Manajemen Trafo Distribusi 20Kv Antar Gardu Blo31 Dan Blo33 Penyulang Liligundi Dengan Menggunakan Simulasi Program Etap. *Logic: Jurnal Rancang Bangun Dan Teknologi*, 16(3), 166.
- Sutawinaya, I. Putu, Narottama, Anak Agung Ngurah Made, & Pujana, I. Gusti Ngurah Ade. (2022). Meningkatkan kinerja gardu distribusi SK76 Penyulang Sukasada dalam menangani overblast menggunakan simulasi perangkat lunak ETAP. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology*, 3(1), 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.31940/jametech.v3i1.1-7>
- Ulfiah, Shindy Aliffianti, Novizon, Novizon, & Rosnita, R. (2023). Perancangan Sistem Pemantauan Arus Bocor Arester secara terus menerus berbasis web menggunakan NodeMCU. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(1), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.21063/JTE.2023.31331201>
- WS, Wisna Saputri Alfira, & Bakhtiar, Bakhtiar. (2023). Pengendalian Overload Transformator Dengan Metode Pecah Beban di PT. PLN (Persero) ULP Daya. *Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (SNTEI)*, 8(1), 421–428. <https://doi.org/https://doi.org/10.33322/energi.v10i1.330>