

EVALUASI KELISTRIKAN DI BALAI PELATIHAN VOKASI DAN PRODUKTIVITAS PADANG

Dhany Irfan A.Md¹, Arfita Yuana Dewi Rachman², Andi Syofian³

dhany.ir89@gmail.com¹

Institut Teknologi Padang

ABSTRAK

Transformator distribusi adalah perangkat penting yang perlu diperhatikan dalam distribusi listrik. Pembebanan pada trafo distribusi tidak boleh melebihi standart pembebanan yang telah ditetapkan dari PLN yaitu 80 %. Jika trafo distribusi mengalami kelebihan pembebanan maka bisa berakibat kerusakan pada trafo distribusi. Pembebanan trafo distribusi dikantor BPVP Padang sudah seharusnya dilakukan evaluasi dengan melihat kondisi terbaru saat ini dikantor BPVP Padang yaitu dengan banyaknya penambahan peralatan pelatihan pada masing-masing workshop serta dengan adanya penambahan gedung baru. Metode pada penelitian ini yaitu menggunakan metode observasi dan pengukuran langsung kemudian melakukan perhitungan langsung terhadap beban yang telah terpasang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa beban maksimal dari trafo distribusi dikantor BPVP Padang serta menganalisis pembebanan pada gedung baru dan pengaruhnya terhadap trafo distribusi. Hasilnya, dari pengukuran arus yang telah dilakukan dimasing-masing area dikantor BPVP Padang dapat dilihat presentase pembebanan pada trafo distribusi dikantor BPVP Padang yaitu sebesar 64%.

Kata Kunci: Trafo Distribusi, Pengukuran Beban Trafo Distribusi, Perhitungan Beban Pada Gedung Baru.

ABSTRACT

Distribution transformers are important devices that need to be considered in electricity distribution. The loading on the distribution transformer must not exceed the standard loading that has been set from PLN, which is 80%. If the distribution transformer experiences excess loading, it can result in damage to the distribution transformer. Distribution transformer loading at the BPVP Padang office should be evaluated by looking at the latest current conditions at the BPVP Padang office, namely with the addition of training equipment in each workshop and with the addition of a new building. The method in this research is to use direct observation and measurement methods and then make direct calculations of the loads that have been installed. This study aims to determine the maximum load of the distribution transformer at the BPVP Padang office and analyze the loading on the new building and its effect on the distribution transformer. As a result, from the current measurements that have been carried out in each area at the BPVP Padang office, it can be seen that the percentage of loading on the distribution transformer at the BPVP Padang office is 64%.

Keywords: *Distribution Transformer, Distribution Transformer Load Measurement, Load Calculation On New Building.*

PENDAHULUAN

BPVP Padang merupakan salah satu unit pelaksana tugas dari Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, yang mempunyai tugas utama yaitu menyelenggarakan pelatihan kepada masyarakat diregionalnya. Pada awal BPVP Padang berdiri kebutuhan listrik tidak terlalu banyak hanya untuk beberapa kantor, ruang kelas, workshop, serta asrama untuk peserta pelatihan. Seiring berjalannya waktu terjadi pembangunan gedung baru serta penambahan peralatan pelatihan dikantor BPVP Padang yang membuat kebutuhan listrik menjadi sangat besar. Peningkatan beban pada trafo bisa mengakibatkan pendistribusian listrik terganggu atau terjadi pemadaman [12][14], hal ini

pernah terjadi terhadap kelistrikan dikantor BPVP Padang. Pada saat itu dilakukan pengujian kelistrikan dikantor BPVP Padang dengan cara menyalakan semua peralatan-peralatan baru yang ada di workshop diikuti juga dengan menyalakan kelistrikan workshop baru secara serentak kemudian didapatkan hasilnya kelistrikan dikantor BPVP Padang menjadi padam secara tiba-tiba. Jika kondisi pembebanan seperti ini terus berlangsung dan tidak diperkirakan atau tidak diatasi, maka suatu waktu komponen-komponen trafo akan sampai pada batas ketahanan pada akhirnya terjadi gangguan trafo secara tiba-tiba seperti trafo yang terbakar atau meledak.[15] [16][17].

Secara garis besar sebuah distribusi listrik dimulai dari pembangkit listrik kemudian listrik didistribusikan ke jaringan transmisi kemudian didistribusikan ke jaringan distribusi atau pelanggan. Pada bagian jaringan distribusi ini terdapat beberapa peralatan atau komponen-komponen penting yang harus diperhatikan agar distribusi listrik berjalan dengan normal atau beroperasi dengan aman. Transformator distribusi salah satu komponen yang sangat penting diperhatikan dalam distribusi listrik [1][2]. Pembebanan pada trafo distribusi tidak boleh melebihi standart pembebanan yang telah ditetapkan dari PLN yaitu 80 % [3][4]. Hal ini juga bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik pada gedung atau bangunan tersebut [8][9][10].

Pembebanan trafo distribusi pada gedung perkantoran seperti gedung BPVP Padang sudah seharusnya dihitung ulang sesuai dengan kebutuhan pengoperasian serta sesuai standart yang telah ditetapkan [6][7]. Dengan menghitung ulang pembebanan kelistrikan dikantor BPVP Padang dapat diketahui presentase pembebanan trafo sebenarnya serta dapat diketahui presentasi penambahan beban yang bisa dilakukan jika terjadi penambahan peralatan atau gedung baru dilingkungan kantor BPVP Padang. Pada akhirnya optimalisasi pembebanan transformator distribusi dapat dilakukan dengan cara salah satunya yaitu memberikan beban pada transformator tersebut yang sesuai dengan kapasitas transformator serta memberikan beban yang diperbolehkan sesuai dengan SPLN [11][12][13].

Oleh karena itu, solusi yang paling tepat menjaga kehandalan dan kelancaran dalam distribusi listrik memang perlu memperhatikan pembebanan pada transformator [14], khususnya disini trafo distribusi dilingkungan kantor BPVP Padang. Termasuk dalam pembahasan pembebanan trafo disini adalah perhitungan pembebanan pada gedung-gedung baru yang masih dalam tahap proses pengerjaan. Turut serta diperlukan juga analisis faktor-faktor yang mungkin terjadi pada transformator distribusi, sehingga dapat diperoleh kondisi pada jaringan distribusi tenaga listrik yang berkualitas.[18][19]

Atas dasar penjelasan diatas penulis berkeinginan membuat penelitian yang berjudul “evaluasi kelistrikan dikantor BPVP Padang” serta penulis berharap dengan dilakukannya penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman penulis dan pembaca tulisan ini. Selanjutnya hasil penelitian ini nantinya dapat digunakan oleh manajemen kantor BPVP Padang sebagai acuan dalam merencanakan penambahan beban kelistrikan dikantor BPVP Padang serta dapat meminimalisir terjadinya gangguan kelistrikan yang akan mengakibatkan terhentinya kegiatan dikantor BPVP Padang. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan tentang pembebanan trafo distribusi pada gedung-gedung pemerintahan lainnya.

METODOLOGI

Metode Penelitian Yang Digunakan

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode korelasional, kontribusi dan evaluatif. Variable yang menjadi inti dalam penelitian disini adalah pembebanan trafo distribusi dari kantor BPVP Padang dan pengaruh dari pembangunan workshop atau gedung baru terhadap pembebanan trafo distribusi. Pengaruh yang dihasilkan nantinya akan dilihat keterkaitannya

dengan dasar teori dari pembebanan trafo distribusi itu sendiri. Sejauh mana korelasi antara hasil pengamatan langsung dilapangan dengan teori dasar.

Data dan Informasi Yang Diperlukan

Dalam melaksanakan penelitian ini data yang diperlukan terkait dengan pembahasan evaluasi kelistrikan dikantor BPVP Padang dimulai dengan mencari informasi data spesifikasi trafo distribusi itu sendiri kemudian dilanjut dengan mencari informasi tentang keberadaan single line diagram kelistrikan kantor BPVP Padang. Pencarian data dan informasi dilanjut dengan mencari informasi jumlah dan jenis peralatan kelistrikan yang akan dipasang digedung baru kepada pekerja pembangunan yang sekarang lagi tahapan pembangunan. Adapun data dan informasi yang diperlukan diuraikan secara lengkap sebagai berikut:

Spesifikasi Trafo Distribusi Kantor BPVP Padang

Seperti yang telah disebutkan dalam penjelesan sebelumnya, penelitian yang berjudul evaluasi kelistrikan dikantor BPVP Padang ini data dan informasi yang pertama kali dicari yaitu informasi mengenai merek dan tipe trafo distribusi yang akan diteliti serta nameplate trafo distribusi yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya. Hal ini diperlukan guna mengetahui spesifikasi dan kemampuan dari trafo distribusi itu sendiri. Dalam penelitian ini, trafo distribusi yang digunakan merek Trafindo. Untuk data lebih lengkap seperti pada tabel dan gambar berikut ini:

Tabel 1 Spesifikasi Trafo Distribusi BPVP Padang

No	Entitas	Data
1	Merk Trafo	Trafindo
2	No Serie	173317159
3	Jumlah Fase	3
4	Frekuensi Pengenal	50 Hz
5	Daya Pengenal	400 KVA
6	Tegangan Pengenal Primer	20.000 Volt
7	Tegangan Pengenal Sekunder	400 Volt
8	Arus Pengenal Primer	11.54 Amp
19	Arus Pengenal Sekunder	577.35 Amp
10	Tegangan Impedansi	4.0 %
11	Rugi Tanpa Beban-Rugi Berbeban	595 W-3850 W
12	Bahan Belitan Primer-Sekunder	A I A I
13	Jenis Minyak	Mineral
14	Jenis Trafo	Hermetik
15	Nomor Standar	SPLN D3.002-1:2007
16	Nomor Seri	173317159
17	Tahun Pembuatan	2017
18	Type Pendingin	ONAN
19	Kelompok Vektor	Dyn5
20	Temp Oli / Kump.	50 / 55 C
21	Volume Minyak	510 Liter
22	Berat Total	1990 Kg
23	T. I. D	LI 125 AC 50/LI-AC 3



Gambar 1 Gardu Beton BPVP Padang



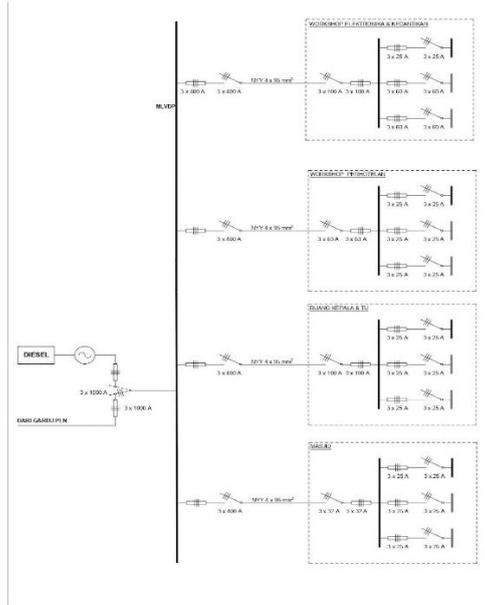
Gambar 2 PMT Trafo Distribusi BPVP Padang



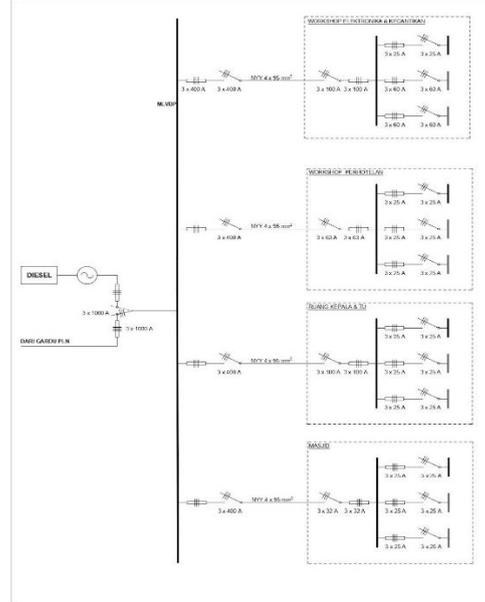
Gambar 3 Trafo Distribusi BPVP Padang

TRANSFORMER	
JUMLAH FASE	3
FREKUENSI PENGENAL	50 Hz
DAYA PENGENAL	400 kVA
TEGANGAN PENGENAL PRIMER	20000 Volt
TEGANGAN PENGENAL SEKUNDER	400 Volt
ARUS PENGENAL PRIMER	11.54 Amp
ARUS PENGENAL SEKUNDER	577.35 Amp
TEGANGAN IMPEDANS	4.0 %
RUGI TANPA BEBAN-RUGI BERBEBAN	595 W-3850 W
BAHAM BELITAN PRIMER-SEKUNDER	11-11
JENIS MINYAK	MINERAL

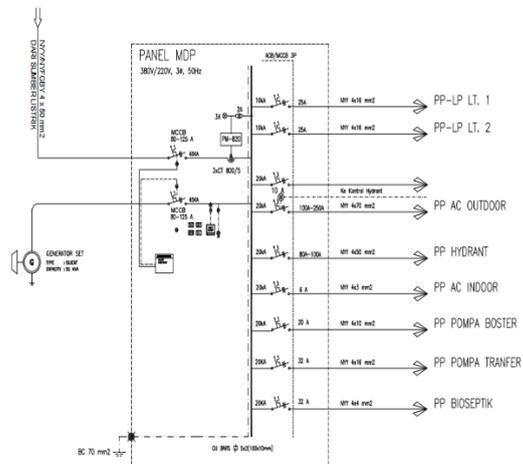
Gambar 4 Nameplate Trafo Distribusi BPVP Padang



Gambar 8 Single Line Diagram Halaman 3



Gambar 9 Single Line Diagram Halaman 4



Gambar 10 Single Line Main Distribusi Gedung Baru

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Pembebanan Trafo Distribusi

Berdasarkan rekapitulasi pengukuran kemudian data perhitungan yang dilakukan pada pembebanan trafo dsitribusi dikantor BPVP Padang. Maka didapatkan perhitungan arus rata-rata pada kondisi beban penuh sebagai berikut.

$$I_{rata-rata} = \frac{I_{total R} + I_{total S} + I_{total T}}{3}$$

$$I_{rata-rata} = \frac{429.4 + 338 + 357}{3}$$

$$I_{rata-rata} = 374.8 \text{ A}$$

Adapun nilai arus beban penuh pada trafo distribusi sebenarnya bisa dapat dilihat langsung dari yang tertulis pada nameplate trafo distribusi itu sendiri. Namun jika menggunakan perhitungan rumus dapat dilakukan seperti dibawah ini.

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_{FL} = \frac{400.000}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$I_{FL} = 577.35 \text{ A}$$

Selanjutnya setelah mendapatkan hasil perhitungan dari nilai arus rata-rata beban trafo dan arus beban penuh pada trafo dsitribusi kemudian bisa didapatkan nilai presentase pembebanan transformator BPVP Padang sebagai berikut.

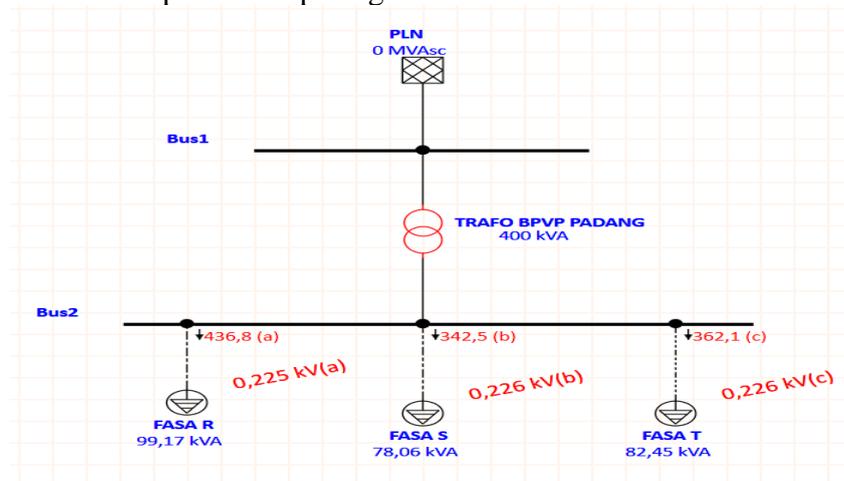
$$= \frac{I_{rata-rata}}{I_{FL}} \times 100 \%$$

$$= \frac{374.8}{577.35} \times 100 \%$$

$$= 64.92 \%$$

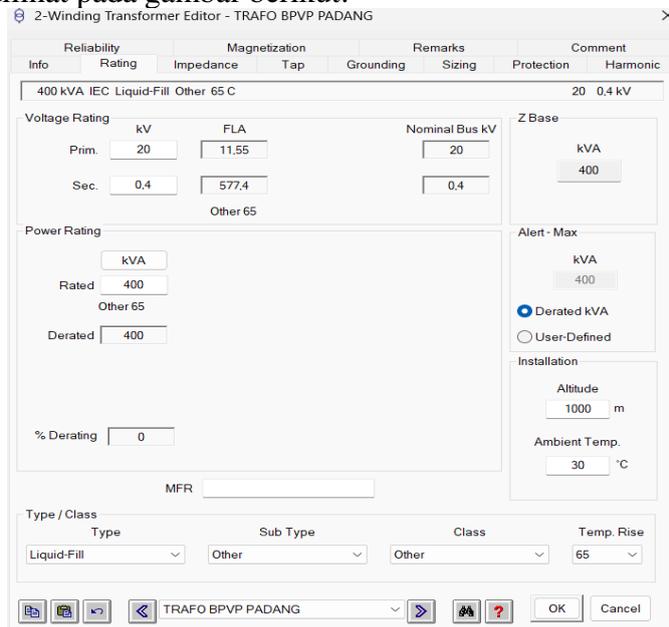
Simulasi Pembebanan Trafo Distribusi dengan ETAP

ETAP adalah sebuah aplikasi yang berfungsi untuk merancang serta mensimulasikan jaringan listrik AC atau DC. Pada penelitian ini ETAP digunakan untuk mensimulasikan pembebanan pada jaringan listrik AC yaitu pada jaringan listrik tegangan rendah lebih tepatnya lagi trafo dsitribusi dikantor BPVP Padang. Adapun gambar rangkaian jaringan listrik yang dimaksud dapat dilihat pada gambar berikut:



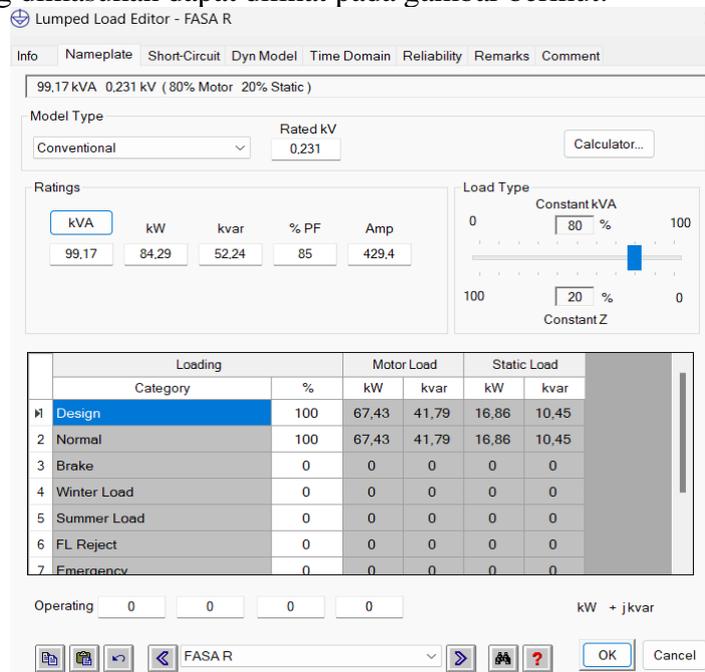
Gambar 1 Simulasi Pembebanan Trafo Distribusi BPVP Padang

Sebelum dilakukannya simulasi data spesifikasi dari trafo distribusi dikantor BPVP Padang terlebih dahulu dimasukan pada aplikasi ETAP. Data yang dimaksud adalah nameplate dari trafo distribusi itu sendiri merujuk dari gambar 1. Adapun data yang dimasukan dapat dilihat pada gambar berikut:



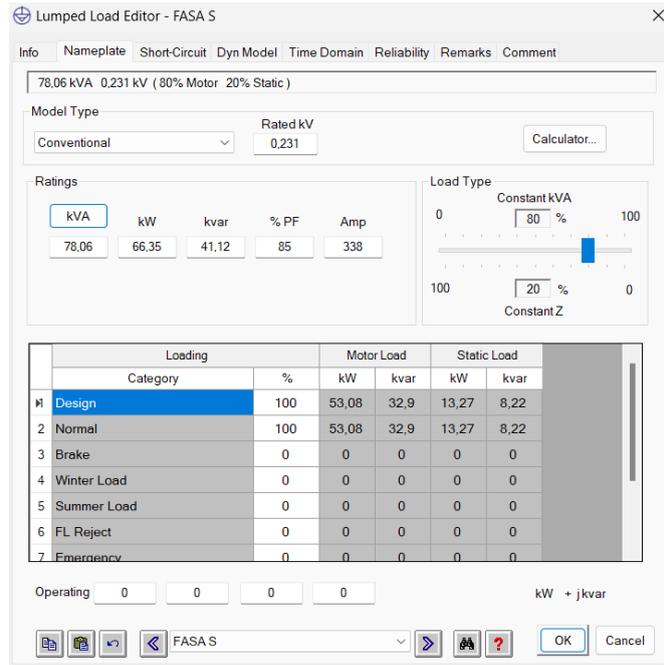
Gambar 2 Nilai Spesifikasi Trafo Distribusi BPVP Padang

Simulasi pembebanan dengan aplikasi ETAP ini dilanjutkan dengan memasukan data pengukuran arus maksimal pada fasa R trafo distribusi dimana data tersebut adalah data hasil pengukuran langsung yang mengacu kepada data yang ditunjukkan pada tabel 2. Adapun data yang dimasukan dapat dilihat pada gambar berikut:



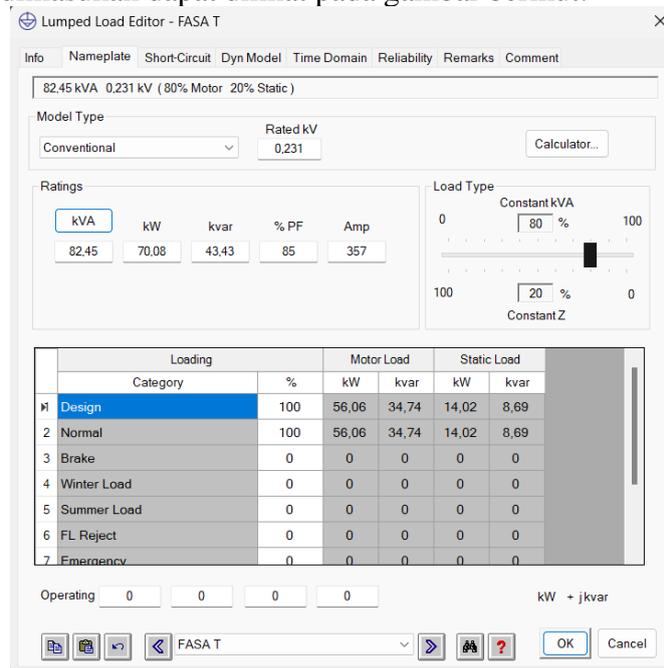
Gambar 3 Nilai Arus Fasa R Trafo Distribusi BPVP Padang

Simulasi pembebanan dengan aplikasi ETAP ini dilanjutkan dengan memasukan data pengukuran arus maksimal pada fasa S trafo distribusi dimana data tersebut adalah data hasil pengukuran langsung yang mengacu kepada data yang ditunjukkan pada tabel 3. Adapun data yang dimasukan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4 Nilai Arus Fasa S Trafo Distribusi BPVP Padang

Simulasi pembebanan dengan aplikasi ETAP ini dilanjutkan dengan memasukan data pengukuran arus maksimal pada fasa T trafo distribusi dimana data tersebut adalah data hasil pengukuran langsung yang mengacu kepada data yang ditunjukkan pada tabel 4. Adapun data yang dimasukan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 5 Nilai Arus Fasa T Trafo Distribusi BPVP Padang

Data yang dibutuhkan untuk simulasi pembebanan dengan aplikasi ETAP ini sudah dimasukan semua kemudian simulasi dapat dijalankan. Adapun hasilnya dapat dilihat pada gambar berikut:

Branch Loading Summary Report

CKT / Branch	Busway / Cable & Reactor			Transformer						
	ID	Type	Capacity (Amp)	Loading Amp	%	Capacity (MVA)	Loading (input)		Loading (output)	
TRAFO BPVP PADANG		Transformer				0.400	0.264	65.9	0.237	64.3

* Indicates a branch with operating load exceeding the branch capability.

Gambar 6 Hasil Simulasi Pembebanan Trafo BPVP Padang

Berdasarkan gambar hasil simulasi diatas dapat diketahui pembebanan trafo distribusi dikantor BPVP Padang nilainya adalah 64.3 %. Secara umum nilai tersebut dapat dikatakan sudah mendekati dengan nilai pembebanan trafo yang dilakukan secara manual atau perhitungan langsung dengan menggunakan rumus.

Perhitungan Ketidakseimbangan Beban Pada Fasa Trafo Distribusi

Berdasarkan hasil pengukuran langsung pembebanan trafo distribusi serta simulasi pembebanan trafo dengan ETAP 21.0, dapat diketahui nilai arus yang mengalir pada pada masing-masing fasa di trafo distribusi. Tampak jelas aliran arus yang mengalir pada masing-masing fasa terjadi ketidakseimbangan. Jika hal ini dibiarkan berlangsung bisa berakibat terganggunya distribusi listrik secara umum serta nantinya akan menimbulkan aliran arus pada netral. Semakin besar ketidakseimbangan pada masing-masing fasa maka semakin besar arus yang mengalir ke netral. Semakin besar arus yang mengalir ke netral maka semakin besar juga losses arus. Untuk itu diperlukan perhitungan ketidakseimbangan beban pada trafo distribusi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%_{UL} = \frac{\{|a - 1| + |b - 1| + |c - 1|\}}{3} \times 100 \%$$

$$a = \frac{I_R}{I_{rata-rata}} = \frac{429.4}{374.8} = 1.145$$

$$b = \frac{I_T}{I_{rata-rata}} = \frac{338}{374.8} = 0.901$$

$$c = \frac{I_S}{I_{rata-rata}} = \frac{357}{374.8} = 0.952$$

$$\%_{UL} = \frac{\{|1.145 - 1| + |0.901 - 1| + |0.952 - 1|\}}{3} \times 100 \%$$

$$\%_{UL} = 9.7 \%$$

Selanjutnya dilakukan simulasi pemindahan beban dari fasa R yang sebelumnya sebanyak 429.4A dipindahkan beban sebanyak 55A dengan rincian 37A untuk fasa S dan 17A untuk fasa T. Sehingga didapatkan hasil beban pada fasa S semula 338A menjadi 375A dan beban pada fasa T semula 357A menjadi 375A. Kemudian presentase ketidakseimbangan menjadi:

$$a = \frac{I_R}{I_{rata-rata}} = \frac{429.4 - 55}{374.8} = \frac{374.4}{374.8} = 0.998$$

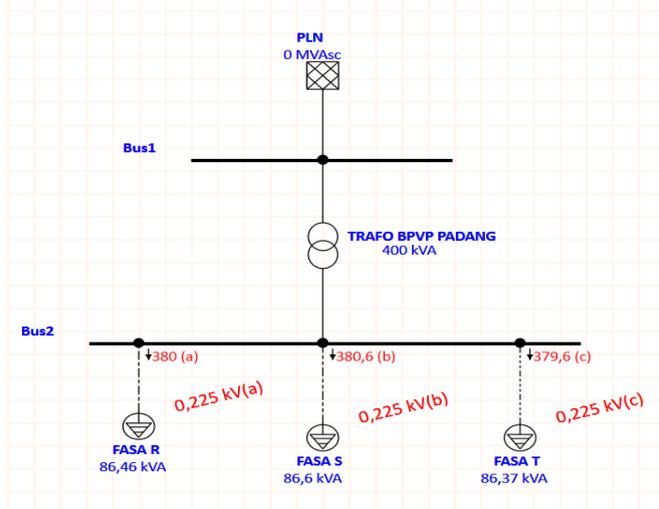
$$b = \frac{I_T}{I_{rata-rata}} = \frac{338 + 37}{374.8} = \frac{375}{374.8} = 1.001$$

$$c = \frac{I_S}{I_{rata-rata}} = \frac{357 + 17}{374.8} = \frac{374}{374.8} = 0.997$$

$$\%_{UL} = \frac{\{|0.998 - 1| + |1.001 - 1| + |0.997 - 1|\}}{3} \times 100 \%$$

$$\%_{UL} = 0.2 \%$$

Simulasi Pembebanan Trafo Distribusi Setelah Penyeimbangan



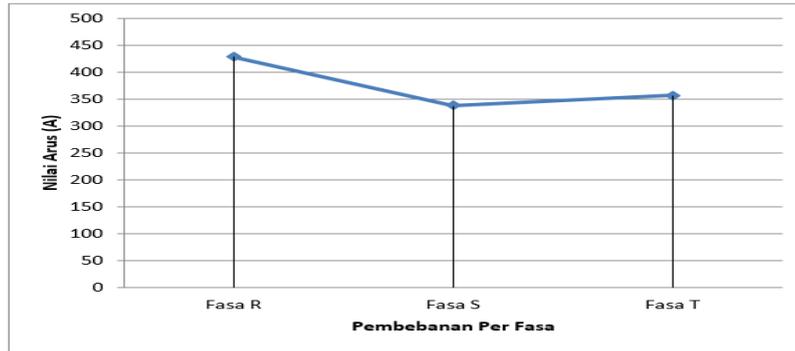
Gambar 7 Simulasi Trafo Distribusi Setelah Beban Diseimbangkan

Adapun rekapitulasi pembebanan pada masing-masing fasa trafo distribusi sebelum dan sesudah diseimbangkan dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

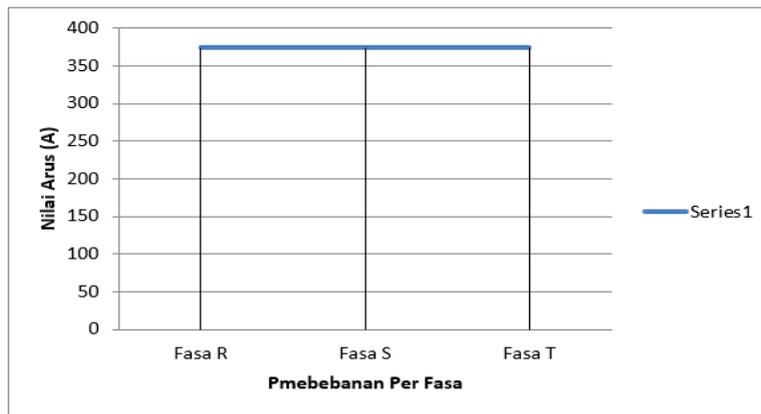
Tabel 1 Sebelum dan Sesudah Dilakukan Penyeimbangan

Pembebanan Trafo Distribusi Sebelum Penyeimbangan			
Arus (A)			
Fasa R	Fasa S	Fasa T	%UL
492.4	338	357	9.7
Pembebanan Trafo Distribusi Setelah Penyeimbangan			
Arus (A)			
Fasa R	Fasa S	Fasa T	%UL
374.4	375	374	0.2

Adapun untuk grafik pembebanan pada masing-masing fasa trafo distribusi sebelum dan sesudah diseimbangkan dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini:



Gambar 8 Grafik Beban Pada Fasa Sebelum Diseimbangkan



Gambar 9 Grafik Beban Pada Fasa Sesudah Diseimbangkan

Perhitungan Beban Pada Gedung Baru

Pada bagian ini akan menampilkan hasil dari perhitungan beban pada gedung baru area kantor BPVP Padang yang sedang dalam tahapan pembangunan. Acuan dalam melakukan perhitungan beban adalah dari gambar pekerjaan electrical dari proyek pembangunan gedung yang terdapat pada gambar-gambar pada sub bab 3.2.3. Adapun data beban pada gedung baru sebagai berikut.

Tabel 2 Beban Penerangan Gedung Baru

Luminaire list (Building 1, Storey 1)								
Index	Manufacturer	Article name	Item number	Fitting	Luminous flux	Maintenance factor	Connected load	Quantity
1	Philips	ST307M ST P9 940 PSU-E NB X		1x LED	495 lm	0.80	9 W	8
2	Philips	ST307M TG P9 940 PSU-E MB X		1x LED	640 lm	0.80	8 W	29
3	Philips	ST307M SS P5 940 PSU-E NB		1x LED	450 lm	0.80	5 W	23
4	Philips	ST307M GL P8 940 PSU-E OP X		1x LED	320 lm	0.80	8 W	4
5	Philips	RC091V LED27S B65 W30L120 G3		1x LED	2700 lm	0.80	28 W	2
6	Philips	RC095V LED15S/B65 PSU W12L60 BK GM G2		1x LED	1500 lm	0.80	17 W	62
7	Philips	DN027C G3 LED9/NW 9W 220-240V D150		1x LED	900 lm	0.80	9 W	6
8	Philips	ST307Z RS L2000		RAIL TRACK				24

Dari tabel diatas dapat dihitung beban terpasang hanya untuk penerangan atau lampu pada lantai 1 adalah sebagai berikut:

1. Lampu 5watt x 23 buah = 115 watt
2. Lampu 8watt x 37 buah = 296 watt
3. Lampu 9watt x 14 buah = 126 watt
4. Lampu 17watt x 62 buah = 1054 watt
5. Lampu 28watt x 2 buah = 56 watt

Total beban terpasang hanya untuk penerangan dan lampu pada lantai 1 adalah sebagai berikut:

$$115 + 296 + 126 + 1054 + 56 = 1647 \text{ watt} = 1.65 \text{ kW}$$

Pembebanan untuk penerangan atau lampu lantai 1 dan 2 sebagai berikut:

$$1.65 \text{ kW} \times 2 \text{ lantai} = 3.3 \text{ kW}$$

Pembebanan untuk pompa booster adalah sebagai berikut:

Pompa 1500watt x 2 buah = 3000 watt = 3 kW

Pembebanan untuk pompa transfer adalah sebagai berikut:

Pompa 2000watt x 2 buah = 4000 watt = 4 kW

Pembebanan untuk pompa bioseptictank adalah sebagai berikut:

3000watt x 1 buah = 3000 watt = 3 kW

Pembebanan untuk pompa hydrant adalah sebagai berikut:

14800watt x 1 buah = 48000 watt = 48 kW

Pembebanan untuk instalasi suara lantai 1 adalah sebagai berikut:

63 watt + 30watt = 93watt = 0.93 kW

Pembebanan untuk instalasi suara lantai 2 adalah sebagai berikut:

Speaker 3watt x 21 buah = 63watt = 0.63 kW

Pembebanan untuk instalasi suara area luar adalah sebagai berikut:

Speaker 30watt x 6 buah = 180watt = 0.18 kW

Pembebanan untuk lampu luar atau lampu taman adalah sebagai berikut:

Lampu Led 50watt x 10 buah = 500 watt = 0.5 kW

Pembebanan untuk stop kontak lantai 1 adalah sebagai berikut:

Stop kontak 16 A (@3520 watt) x 33 titik = 107250watt = 107.25 kW

Pembebanan untuk peralatan AC outdoor adalah sebagai berikut:

@ 13 kW x 3 buah AC outdoor = 107250 watt = 107.25 kW

Pembebanan lampu penerangan fasad adalah sebagai berikut:

Lampu LED 60watt x 43 buah = 2580 watt = 2.5 kW

Pembebanan total pada gedung baru dikantor BPVP Padang adalah 282.19 kW

Tabel 3 Rekap Beban Gedung Baru

No	Jenis Beban	Jumlah	Kapasitas	Total
1	Lampu Penerangan Dalam	2	1650 watt	3.3 kw
2	Pompa Booster	2	1500 watt	3 kw
3	Pompa Transfer	2	2000 watt	4 kw
4	Pompa Bioseptictank	1	3000watt	3 kw
5	Pompa Hydrant	1	48000watt	48 kw
6	Instalasi Suara Lt.1	1	930watt	0.93 kw
7	Instalasi Suara Lt.2	21	3watt	0.063 kw
8	Instalasi Suara	6	30watt	0.18 kw
9	Lampu Luar atau Taman	10	50watt	0.5 kw
10	Stop Kontak 16A	33	3520watt	107.25 kw
11	Lampu Fasad	43	60watt	2.5 kw
Total				282.19 kw

Dari rincian data diatas dapat diketahui beban total yang akan disupply pada gedung baru dikantor BPVP Padang adalah sebesar 282.19 kW.

Perhitungan Pembebanan Gedung Lama dan Gedung Baru

Setelah didapatkannya hasil perhitungan beban yang akan disupply ke gedung baru dikantor BPVP Padang maka dilakukan lagi perhitungan ulang antara beban gedung lama dan beban gedung baru untuk mengetahui apakah kapasitas trafo distribusi yang terpasang sekarang masih memungkinkan menyuplai beban ke gedung baru tersebut.

Seperti yang telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya trafo distribusi yang teliti

mempunyai kapasitas tertentu yang dapat diketahui dari nameplate yang tertulis pada trafo itu sendiri. Termasuk didalamnya penentuan kapasitas arus maksimum yang bisa dialirkan oleh trafo, jika dilakukan dengan perhitungan rumus seperti dibawah ini:

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

$$I_{FL} = \frac{400.000}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$I_{FL} = 577.35 \text{ A}$$

Selanjutnya pembahasannya beralih kepada besarnya beban yang akan disupply oleh trafo distribusi yang diteliti. Maksudnya adalah pada daya berapa (kW) trafo distribusi yang diteliti ini bisa menyuplai maksimal. Untuk pembahasan ini dapat digunakan rumus dasar dari segitiga daya yaitu $P = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos}\phi$. Dengan asumsi nilai dari $\text{Cos}\phi = 0.85$ maka dapat dilakukan perhitungan rumus sebagai berikut :

$$P_{\text{max trafo}} = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos}\phi$$

Rumus diatas dapat disederhanakan menjadi:

$$P_{\text{max trafo}} = S \times \text{Cos}\phi$$

$$P_{\text{max trafo}} = 400 \text{ kVa} \times 0.85$$

$$P_{\text{max trafo}} = 340 \text{ kW}$$

Dari pembahasan diatas dapat diketahui bahwa trafo distribusi dikantor BPVP Padang yang diteliti dengan daya pengenal 400 kVa dengan nilai $\text{Cos}\phi = 0.85$ serta dengan nilai arus 577.35 A dapat menyuplai beban maksimal yaitu sebesar 340 kW

Pembahasan selanjutnya, dari hasil nilai pengukuran arus yang telah dilakukan peneliti pada bagian sebelumnya dikonversikan ke dalam satuan watt. Jika dilakukan dengan perhitungan rumus seperti dibawah ini:

$$P_{\text{gedung lama}} = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos}\phi$$

$$P_{\text{gedung lama}} = \sqrt{3} \times 400 \times 374.8 \text{ A} \times 0.85$$

$$P_{\text{gedung lama}} = 220.72 \text{ kW}$$

Kemudian hasil nilai konversi tersebut sebesar 220.72 kW dijumlahkan dengan hasil nilai perhitungan daya yang akan disupply ke gedung baru yaitu sebesar 282.19 kW. Maka didapatkan hasil total daya seperti dibawah ini:

$$P_{\text{gedung lama}} + P_{\text{gedung baru}} = P_{\text{total}}$$

$$220.72 \text{ kW} + 282.19 \text{ kW} = 502.91 \text{ kW}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat diketahui persentase pembebanan trafo distribusi jika dilakukan penambahan beban dari gedung baru dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{P_{\text{Total}}}{P_{\text{Max trafo}}} \times 100 \%$$

$$= \frac{502.91 \text{ kW}}{340 \text{ kW}} \times 100 \%$$

$$= 147 \%$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa persentase pembebanan pada trafo dsitribusi menjadi over jika beban pada gedung baru digabungkan dengan beban

gedung-gedung yang lama yang ada pada kantor BPVP Padang.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari analisa pembebanan trafo distribusi dikantor BPVP Padang yang mana dilakukan dengan metode pengukuran langsung ke panel-panel listrik tiap jurusan atau workshop kemudian dilakukannya perhitungan terhadap pembebanan gedung baru dikantor BPVP Padang yang sedang dalam tahap pembangunan maka didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengukuran pembebanan trafo distribusi dikantor BPVP Padang didapatkan nilai pembebanan tiap-tiap fasa pada trafo yaitu nilai pada fasa R sebesar 429.4 ampere, nilai pada fasa S sebesar 338 ampere, dan nilai pada fasa T sebesar 357 ampere. Kemudian untuk presentase pembebanan trafo distribusi secara keseluruhan didapatkan nilai hanya 64% hal tersebut masih dibawah standart batas yang telah ditetapkan PLN yaitu 80%. Perihal ketidakseimbangan beban pada masing-masing fasa trafo distribusi bisa dilakukan simulasi penyeimbangan beban dengan memindahkan bagian beban terbesar ke beban yang lebih kecil.
2. Berdasarkan hasil perhitungan beban yang dibutuhkan oleh gedung baru dikantor BPVP Padang didapatkan nilai beban yaitu sebesar 292.18 kW. Kemudian jika jumlah beban dari gedung baru ini ditambahkan dengan beban gedung lama maka beban trafo distribusi kantor BPVP Padang akan menjadi sebesar 502.91 kW. Nilai pembebanan trafo distribusi disini melebihi dari kapasitas trafo distribusi itu sendiri yaitu 340 kW. Kondisi seperti ini tentu tidak memungkinkan beban pada gedung baru digabung ke pembebanan gedung lama.
3. Dari hasil perhitungan kapasitas trafo distribusi yang dilakukan dikantor BPVP Padang diketahui beban maksimal yang bisa disupply trafo yaitu sebesar 340 kW. Sedangkan pemakaian daya untuk kebutuhan gedung yang lama saat ini sudah sebesar 220.72 kW. Jika ada kebutuhan atau keperluan penambahan daya pada trafo distribusi BPVP Padang hanya bisa dilakukan penambahan yaitu sebesar 104.28 kW.

Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya untuk perhitungan pembebanan dikantor BPVP Padang terkhusus pembahasan pembebanan pada gedung baru dapat dilakukan dengan metode pengukuran langsung ke panel listrik digedung dengan menggunakan tang ampere.
2. Peneliti selanjutnya juga dapat menambahkan variable lainnya yang dapat berpengaruh terhadap hasil penelitian misalnya berapa panjangnya kabel dari gedung baru ke trafo distribusi, jenis kabel yang digunakan serta keseimbangan pembagian beban pada fasa-fasa dipanel distribusi gedung baru.

DAFTAR PUSTAKA

- “Analisa Kebutuhan Daya Listrik Terpasang Pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat”.
- “ANALISA UMUR PAKAI TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20 KV DI PT. PLN CABANG AMBON”.
- “ANALISIS SISTEM DISTRIBUSI DAN INSTALASI LISTRIK PT. AEROFOOD”.
- “STUDI GANGGUAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20 KV DI PT PLN (PERSERO) RAYON MEDAN BARU”.
- “TINJAUAN PENGAMAN GARDU DISTRIBUSI 37A TERHADAP LEDAKAN TRAFODI SKIP DALAM PALDAM”.
- A. Darwanto, “ANALISIS KETIDAK SEIMBANGAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI Di PT. PLN (Persero) RAYON CEPU,” Simetris, vol. 15, no. 1, pp. 35–42,

- 2021, doi: 10.51901/simetris.v15i01.179.
- A. Dasa Novfowan, M. Mieftah, and W. Kusuma, "Alternatif Penanganan Losses Akibat Ketidakseimbangan Beban Pada Trafo Distribusi," *ELPOSYS J. Sist. Kelistrikan*, vol. 10, no. 1.
- A. Eri Sodilesmana and R. Noor Prasetyono, "Analisis Pembebanan dan Ketidakseimbangan Beban pada Penentuan Susut Umur Transformator Distribusi," *J. Electron. Electr. Power Appl.*, pp. 1–7, 2021.
- A. Tanjung and . A., "Analisis Kinerja Transformator Distribusi Rusunawa Universitas Lancang Kuning Pekanbaru," *SainETIn*, vol. 1, no. 1, pp. 33–40, 2017, doi: 10.31849/sainetin.v1i1.170.
- D. I. Pt, P. L. N. Persero, U. Pandaan, and K. Rohmat, "ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI Abstrak," no. 4, pp. 186–192, 2023.
- F. M. Hanafi and D. Yayan Sukma, "Perbaikan Keandalan PLTU Tembilahan dengan Penambahan Kapasitas Pembangkit".
- H. Subagio, "Analisis Kapasitas Daya Trafo Pada Pemeriksaan K3 Instalasi Listrik di PT. Win Textile," *JET J. Elektro Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 22–27, 2021.
- I. M. A. Nugraha and I. G. M. N. Desnanjaya, "Penempatan Dan Pemilihan Kapasitas Transformator Distribusi Secara Optimal Pada Penyulang Perumnas," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 33–44, 2021, doi: 10.31598/jurnalresistor.v4i1.722.
- K. A. Kodoati, I. F. Lisi, and I. M. Pakiding, "Analisa Perkiraan Umur Transformator," *J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 3, pp. 35–43, 2015.
- M. I. Wiranto, L. S. Patras, and S. Silimang, "Analisa Kinerja Transformator Distribusi Kawanua Emerald City-Amethyst."
- M. Muhammad, S. Meliala, and D. Damayanti, "MENGATASI BEBAN LEBIH TRANSFORMATOR GARDU DISTRIBUSI DENGAN MENGGUNAKAN TRAFOS SISIP DI PT PLN (Persero) ULP LANGSA KOTA," *J. Energi Elektr.*, vol. 11, no. 1, p. 29, 2022, doi: 10.29103/jee.v11i1.7735.
- M. S. B. M. Dendi Kongah, "Analisis Pembebanan Tranformator Gardu Selatan Universitas Tadulako," *J. MEKTRIK*, vol. 1, no. 1, pp. 11–19, 2014.
- M. Syafik Mubarrok and N. Yannuansa, "Perawatan Tansformator Distribusi Untuk Menjaga Keandalan Sistem Distribusi Jaringan Listrik," vol. 1, no. 1, pp. 25–33, 2022.
- P. Burhan and H. Alfiana, "ANALISIS DAMPAK BEBAN LEBIH PADA TRANSFORMATOR TERHADAP KUALITAS DAYA DI GARDU TLS-0172 ULP KANDANGAN," *Print) J. POROS Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 38–50, 2022.
- P. Eko Pambudi and J. Teknik Elektro, "ANALISIS PEMBEBANAN TERHADAP USIA PAKAI TRANSFORMATOR TENAGA DI GARDU INDUK 150 KV," 2016.
- R. Syahputra Srg, R. Harahap, P. Arus, and R. Syahputra Siregar, "Perhitungan Arus Netral, Rugi-Rugi, dan Efisiensi Transformator Distribusi 3 Fasa 20 KV/400V Di PT. PLN (Persero) Rayon Medan Timur Akibat Ketidakseimbangan Beban," 2017.
- S. Saiful, M. Nasrun, S. Suryani, and Z. Zainuddin, "Analisis Dampak Overload dan Penambahan Trafo Sisipan pada Penyulang Unit Layanan Pelanggan (ULP) Takalar," *J. Impresi Indones.*, vol. 2, no. 5, pp. 483–497, May 2023, doi: 10.58344/jii.v2i5.2442.
- Tasdik Darmana and Miftahul Hair, "Analisis Pemerataan Beban Pada Transformator Dari Sisi Sekunder Terhadap Penyaluran Tenaga Listrik Di Pt. Pln (Persero) Up3 Cengkareng," *J. Ilm. Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, 2023, doi: 10.56127/juit.v2i2.785.
- V. Wijayanto, P. Slamet, and R. S. Widagdo, "Analisis Ketidakseimbangan Beban Pada Transformator Distribusi Di Gardu Induk Budurn," *J. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 127–135, 2023.
- Y. La, E. Rusliadi, and D. Yanto, "Analisis Pemebanan Transformator Distribusi Tipe Voltra 100 kVA pada Jalan Mambruk dalam PT . PLN (Persero) ULP Fakfak," vol. 6, no. 3, pp. 5972–5979, 2022.