

# STUDI ANALISIS PERBAIKAN JATUH TEGANGAN RENDAH DENGAN PEMASANGAN TRAFU SISIPAN PADA PT. PLN ULP KOTO TUO KABUPATEN AGAM

Marisyah Fadhillah<sup>1</sup>, Rosnita Rauf<sup>2</sup>, Hazlif Najif<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro/Universitas Ekasakti; Jl. Veteran No.26B, Purus, Kec. Padang Bar; Telp/Fax : (0751) 28859

## Keywords:

Trafo Distribusi,  
Pembebanan, Penurunan  
Tegangan, Jaringan  
Distribusi, Trafo Sisip

## Correspondent Email:

marisyahoca@gmail.com



Copyright © [JITET](http://www.jitet.com) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

**Abstrak.** Permasalahan jatuh tegangan (voltage drop) pada jaringan distribusi listrik merupakan salah satu kendala yang sering terjadi akibat pembebanan transformator yang melebihi kapasitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan tegangan sebelum dan sesudah pemasangan trafo sisip pada jaringan distribusi PT. PLN (Persero) ULP Koto Tuo Kabupaten Agam. Metode yang digunakan adalah pengukuran langsung di lapangan serta perhitungan manual untuk mengetahui persentase drop tegangan dan pembebanan transformator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum pemasangan trafo sisip, persentase drop tegangan pada fasa R, S, dan T masing-masing sebesar 38,15%, 29,76%, dan 8,994%. Setelah dilakukan pemasangan trafo sisip, nilai tersebut menurun menjadi 2,183%, 2,63%, dan 3,056%. Selain itu, pembebanan transformator mengalami penurunan dari 88,77% menjadi 40,65%. Hal ini menunjukkan bahwa pemasangan trafo sisip efektif dalam mengatasi overload dan meningkatkan kualitas tegangan pada jaringan distribusi.

**Abstract.** *Voltage drop in distribution networks is a common problem caused by transformer overloading. This study aims to analyze voltage drop improvement before and after the installation of an insertion transformer at PT. PLN (Persero) ULP Koto Tuo, Agam Regency. The method used includes field measurements and manual calculations to determine voltage drop percentage and transformer loading. The results show that before the installation, the voltage drop in phases R, S, and T were 38.15%, 29.76%, and 8.994%, respectively. After installation, the values decreased to 2.183%, 2.63%, and 3.056%. Transformer loading also decreased from 88.77% to 40.65%. This indicates that the insertion transformer is effective in overcoming overload and improving voltage quality in the distribution network.*

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi. Hal ini menyebabkan peningkatan beban pada sistem distribusi tenaga listrik, khususnya pada transformator distribusi.

Salah satu permasalahan yang sering terjadi adalah overload pada transformator yang dapat menyebabkan jatuh tegangan. Jatuh tegangan

yang berlebihan dapat mengganggu kualitas pelayanan listrik dan berpotensi merusak peralatan pelanggan.[3]

Berdasarkan kondisi di lapangan pada PT. PLN (Persero) ULP Koto Tuo Kabupaten Agam, ditemukan adanya keluhan pelanggan terkait tegangan rendah yang disebabkan oleh pembebanan trafo yang tinggi. Oleh karena itu, diperlukan solusi teknis berupa pemasangan

trafo sisip untuk mengurangi beban dan memperbaiki tegangan.

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menghitung drop tegangan sebelum dan sesudah pemasangan trafo sisip
2. Membandingkan kondisi tegangan sebelum dan sesudah
3. Menganalisis efektivitas trafo sisip dalam mengatasi overload

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Transformator Distribusi

Transformator distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan dari jaringan menengah ke tegangan rendah yang digunakan oleh konsumen[3].

### B. Pembebanan Transformator

Transformator dikatakan overload jika pembebanan melebihi 80% dari kapasitasnya atau dibawah 40 % [1]. Jika melebihi atau kurang dari nilai tersebut transformator bisa dikatakan overload atau underload. Diusahakan agar beban transformator berada pada range tersebut. Bila beban transformator terlalu besar maka dilakukan penggantian transformator atau penyisipan transformator atau mutasi transformator. Rumus berikut dapat digunakan untuk mengetahui besar kapasitas suatu taransformator distribusi:

Pembebanan Trafo :

$$(\%) = \frac{V_{rata-rata} \times I_{total}}{Kapasitas\ Trafo} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

KVATrafo = daya nyata trafo (kVA)

Kapasitas Trafo = kapasitas nominal trafo (kVA)

Vrata-rata = tegangan rata-rata (V)

Itotal = arus total (A)

Adapun rumus untuk menghitung beban tidak seimbang yaitu :

$$\text{Fasa R: } P_{R-N} = V_{R-N} \cdot I_R \cdot \text{Cos } \varphi \quad (2)$$

$$\text{Fasa S: } P_{R-S} = V_{S-N} \cdot I_S \cdot \text{Cos } \varphi \quad (3)$$

$$\text{Fasa T: } P_{R-T} = V_{R-T} \cdot I_T \cdot \text{Cos } \varphi \quad (4)$$

### C. Trafo Sisip

Trafo sisip merupakan metode penambahan transformator pada jaringan distribusi untuk membagi beban sehingga mengurangi overload.

### D. Jatuh Tegangan

Menurut SPLN 1:1995, toleransi tegangan Saluran Pelayanan (SP) adalah +5%. dari tegangan standar tegangan rendah pada sisi pangkal dan -10% pada sisi ujung[15]. Hal ini terjadi akibat Besar arus yang mengalir di sepanjang kabel pilin tegangan rendah (Low Voltage Tweested Cable = LVTC) tidaklah sama, karena beban hanya mengalir pada titik-titik penghubung kabel distribusinya saja. Jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan **kirim** dan tegangan terima yang dinyatakan dalam persentase:

$$V_{drop} \% = \frac{V_k - V_t}{V_k} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana :

Vk = tegangan pada kondisi awal (Volt)

Vt = tegangan pada titik ukur (Volt)

Vd% = persentase penurunan (%)

### E. Daya Listrik

Daya adalah laju hantaran energi listrik dalam rangkaian listrik. Dengan kata lain, daya atau power listrik adalah laju transfer energi listrik atau besarnya energi listrik yang berubah per detik.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{Cos } \Theta \quad (6)$$

P = Daya listrik (Watt)

V = Tegangan listrik (Volt)

I = Arus listrik (Ampere)

R= Hambatan (Ohm)

Cos Θ = faktor daya

## 3. METODE PENELITIAN

### 1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Area PT PLN (Persero) ULP Koto Tuo. Lokasi pengambilan data berada beralamat di P7X7+4JR, Jalan Jorong - Saribulan Km. 4, Matur, Jl. Cubadak Lilin, Tigo Balai, Agam, Kabupaten Agam, Sumatera Barat 26126 ,dengan titik koordinat –

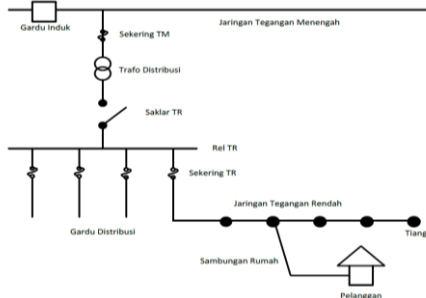
0.23414968772554537,100.260723542055  
36.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Data

## 2. Desain Perencanaan

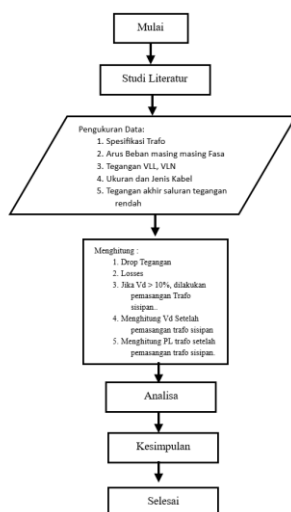
Diagram satu garis (single line diagram) dari sistem distribusi jaringan tegangan rendah listrik.



Gambar 2. Alur Disribusi Listrik

### 2.1 Alur dan Metodologi Penelitian

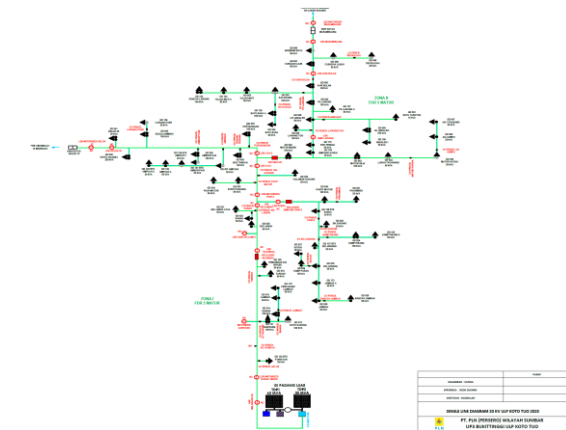
Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahap menggunakan metode penelitian kuantitatif. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah observasi,, studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data serta Analisa dan perhitungan. Adapun diagram alir dari penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Metodologi Penelitian

## 2.2 Deskripsi Data

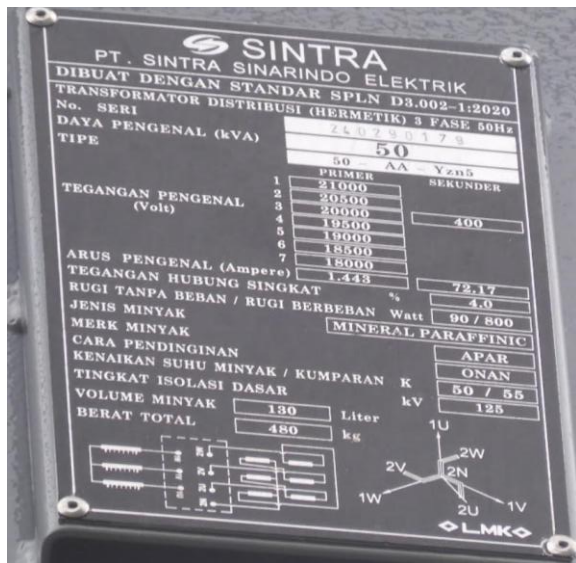
Pengukuran dilakukan pada trafo Gardu GD 057 Cubadak Lilin pada penyulang Feeder 5 Matur yang berlokasi di P7X7+4JR, Jalan Jorong - Saribulan Km. 4, Matur, Jl. Cubadak Lilin, Tigo Balai, Agam, Kabupaten Agam, Sumatera Barat 26126 dengan kapasitas trafo yg overload tersebut yaitu 50 kVA terdiri dari 2 jurusan, panjang penghantar 0,7 kms dan luas penampang kabel yang dipakai yaitu 50 mm<sup>2</sup>. Pengukuran dilakukan pada Selasa, 20 Mei 2025 pukul 18:00 WIB dan pengukuran setelah dilakukan penyisipan dilakukan pada bulan 18 Juni 2025 pukul 18:30 WIB.



Gambar 4. Single Line gardu feeder 5

### Data Trafo sebelum di Sisip

- Nama Gardu : GD 057 Cubadak Lilin
- Lokasi : -0.26807201285043664, 100.24373673413727
- Standar : Didesain sesuai SNI D3.002-1:2020
- Jenis Trafo : Transformator Distribusi Hermetik 3 Fase, 50 Hz
- Nomor Seri : 26.07.29.73
- Tipe : AA
- Daya Pengenal (kVA): 50 kVA
- Impedansi (% Z): 4%
- Jenis Minyak : Mineral
- Volume Minyak : 180 Liter
- Berat Total : 480 kg



Gambar 5. Trafo Sisipan

### 2.3 Data Pengukuran

Pengukuran Arus Pada Gardu GD 057 Cubadak Lilin Setiap Fasa di Trafo Sebelum di Sisip

Jurusan	Arus Beban			
	R	S	T	N
1	17,9	10,7	35	13,7
2	91	104	127	63
Total	108,9	114,7	162	76,7

Pengukuran Tegangan Pada Gardu GD 057 Cubadak Lilin Sebelum di Sisip

Daya	R-S (Volt)	S-T (Volt)	T-R (Volt)	R-N (Volt)	S-N (Volt)	T-N (Volt)
50 KVA	365	380	360	210	218	206

Pengukuran Tegangan Ujung pada GD 057 Cubadak Lilin Sebelum di Sisip

Jurusan	R-S (Volt)	S-T (Volt)	T-R (Volt)	R-N (Volt)	S-N (Volt)	T-N (Volt)
1	265	291	327	152	168	189
2	333	327	345	192	188	201

Pengukuran Arus Pada Gardu GD 057 Cubadak Lilin Setiap Fasa pada Trafo setelah dipasang trafo Sisip

Jurusan	Arus Beban (A)			
	R	S	T	N
1	47	39	43	52
2	51	67	61	27
Total	98	106	104	79

Pengukuran Tegangan Pada Gardu GD 057

Cubadak Lilin setelah di Sisip

Daya	R-S (Volt)	S-T (Volt)	T-R (Volt)	R-N (Volt)	S-N (Volt)	T-N (Volt)
50 KVA	401	397	401	234	234	236

Pengukuran Tegangan Ujung pada trafo

setelah di Sisip

Jurusan	R-S	S-T	T-R	R-N	S-N	T-N
1	393	382	395	229	228	229
2	398	386	392	228	229	230

### 2.4 Perhitungan

#### 2.4.1 Sebelum dipasang Trafo Sisipan

$$I \text{ Rata Rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = 128,5333 \text{ A}$$

$$V \text{ rata-rata} = \frac{V_{RS} + V_{ST} + V_{TR}}{3} = 368,3333 \text{ Volt}$$

Perhitungan Pembebanan pada trafo sebelum di sisip.

$$\text{Pembebanan Trafo (\%)} = \frac{KVATrafo}{Kapasitas Trafo} \times 100\%$$

$$\text{Pembebanan Trafo (\%)} = \frac{V_{rata-rata} \times I_{rata-rata}}{Kapasitas Trafo}$$

$\times 100\%$

$$\text{Pembebanan Trafo (\%)} = \frac{368,333 \times 462,3}{50.000} \times 100\% = 88,77369\%$$

Fasa R-N :

$$V_{drop} = \frac{V_k - V_t}{V_k} \times 100\%$$

$$V_{drop} = \frac{210 - 152}{210} \times 100\% = 38,15789474 \%$$

Fasa S-N :

$$V_{drop} = \frac{V_k - V_t}{V_k} \times 100\%$$

$$V_{drop} = \frac{218-168}{218} \times 100\% = 29,76190476 \%$$

Fasa T-N :

$$V_{drop} = \frac{V_k - V_t}{V_k} \times 100\% = \frac{206-189}{206} \times 100\% = 8,994708995 \%$$

Perhitungan menggunakan rumus beban tak seimbang Dimana Nilai R dapat dicari dengan rumus :

$$R = \rho \times \frac{L}{A}$$

$$\rho = 2,65 \times 10^{-8}$$

$$L = 1,3 \text{ kms}$$

$$A = 50 \text{ mm}^2$$

$$R = 2,65 \times 10^{-8} \times \frac{1300}{0,0005} = 0,69 \text{ Ohm}$$

Sehingga didapatkan nilai drop tegangan masih masing fasa menggunakan rumus

$$V_{R \text{ drop}} = I_R \times R \times \cos \emptyset = 108,9 \times 0,69 \times 0,85 = 63,777285 \text{ Volt}$$

$$V_{S \text{ drop}} = I_S \times R \times \cos \emptyset = 114,7 \times 0,69 \times 0,85 = 67,17406 \text{ Volt}$$

$$V_{T \text{ drop}} = I_T \times R \times \cos \emptyset = 162 \times 0,69 \times 0,85 = 94,8753 \text{ Volt}$$

Perhitungan KWH Jual sebelum di sisip

$$V_{rata-rata} = 368,3333 \text{ Volt}$$

$$I_{rata-rata} = 128,5333 \text{ A}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \emptyset = \sqrt{3} \cdot 368,3333 \cdot 128,5333 \cdot 0,85 = 69.700,57 \text{ Watt}$$

$$= 69.700,57 \text{ Watt}$$

$$= \frac{69.700,57}{1000} \times 24$$

$$= 1.672,813 \text{ Kwh/ Hari}$$

#### 2.4.2 Perhitungan setelah dipasang Trafo Sisipan

$$I_{Rata Rata} = I_R + I_S + I_T / 3 = 102,6667 \text{ A}$$

$$V_{rata-rata} = V_{RS} + V_{ST} + V_{TR} / 3 = 396,66 \text{ Volt}$$

Perhitungan Pembebanan pada trafo setelah di sisip.

$$\text{Pembebanan Trafo (\%)} = \frac{V_{rata-rata} \times I_{total}}{\text{Kapasitas Trafo}} \times 100\%$$

$$\text{Pembebanan Trafo (\%)} = \frac{396,66 \times 102,666}{50.000} \times 100\% = 40,656\%$$

Fasa R-N :

$$V_{drop} = \frac{V_k - V_t}{V_k} \times 100\%$$

$$V_{drop} = \frac{234-299}{234} \times 100\% = 2,183406 \%$$

Fasa S-N:

$$V_{drop} = \frac{V_k - V_t}{V_k} \times 100\%$$

$$V_d\% = \frac{234-228}{234} \times 100\% = 2,631579\%$$

Fasa T-N :

$$V_d\% = \frac{V_k - V_t}{V_k} \times 100\%$$

$$V_d\% = \frac{236-229}{236} \times 100\% = 3,056769\%$$

Perhitungan menggunakan rumus beban tak seimbang Dimana Nilai R dapat dicari dengan rumus :

$$R = \rho \times \frac{L}{A}$$

$$\rho = 2,65 \times 10^{-8}$$

$$L = 0,7 \text{ kms}$$

$$A = 50 \text{ mm}^2$$

$$R = 2,65 \times 10^{-8} \times \frac{700}{0,0005} = 0,24 \text{ Ohm}$$

Sehingga didapatkan nilai drop tegangan masih masing fasa menggunakan rumus

$$\begin{aligned} V_{R \text{ drop}} &= I_R \times R \times \text{Cos}\phi \\ &= 98 \times 0,24 \times 0,85 \\ &= 19,86705 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{S \text{ drop}} &= I_S \times R \times \text{Cos}\phi \\ &= 52,7 \times 0,24 \\ &= 21,48885 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{T \text{ drop}} &= I_T \times R \times \text{Cos}\phi \\ &= 104 \times 0,24 \times 0,85 \\ &= 21,0834 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Perhitungan KWH Jual sebelum di sisip

$$\begin{aligned} V_{\text{rata-rata}} &= 396 \text{ Volt} \\ I_{\text{rata-rata}} &= 102,6667 \text{ A} \\ P &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{Cos } \theta \\ &= \sqrt{3} \cdot 396 \cdot 102,6667 \cdot 0,85 \\ &= 59.855,52 \text{ Watt} \\ &= \frac{59.855,52}{1000} \times 24 \text{ jam} \\ &= 1.436,532 \text{ Kwh/ Hari} \end{aligned}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan didapatkan perbandingan hasil pada tabel berikut ini.

Tabel 3. 1 Pembebanan Trafo sebelum dan sesudah di sisip

Jenis Trafo	Sebelum	Sesudah
50 KVA	88,77368889 %	40,656 %

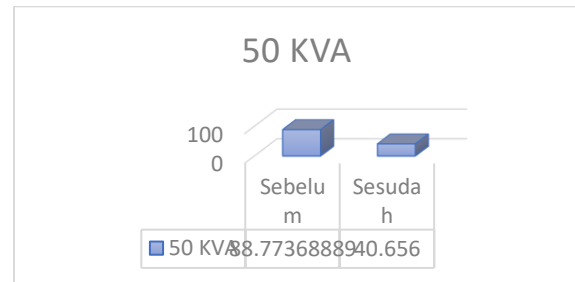


Diagram 1. Pembebanan Trafo Sebelum dan Sesudah di Sisip Trafo Sisipan

Pembebanan trafo didapatkan bahwa beban trafo sebelum adanya trafo sisip sebesar 88,77368889 % , beban trafo sesudah adanya trafo sisip sebesar 40,656 % . Untuk standar pembebanan trafo dikatakan baik jika beban trafo tersebut dibawah 80%, sehingga untuk hasil perhitungan pembebanan trafo sebelum adanya trafo sisip dikatakan buruk atau overload, untuk beban trafo sesudah adanya trafo sisip dikatakan baik.

Tabel 4. 1 Tabel Perbandingan Persentase Drop Tegangan% awal setiap fasa padaTrafo GD 057 Cubadak Lilin sebelum dan sesudah di sisip.

Fasa	Drop Tegangan Ujung (Volt)	
	Sebelum	Sesudah
R	63,777285	19,86705
S	67,174055	21,48885
T	94,8753	21,0834

Tabel 4. 2 Tabel Perbandingan Persentase Drop Tegangan% Ujung setiap fasa padaTrafo GD 057 Cubadak Lilin sebelum dan sesudah di sisip.

Jurusan	Fasa	Drop Tegangan (%)	
		Sebelum	Sesudah
I	R	38,15789474	2,183406114
	S	29,76190476	2,631578947
	T	8,994708995	3,056768559
II	R	9,375	2,631578947
	S	15,95744681	2,183406114
	T	2,487562189	2,608695652

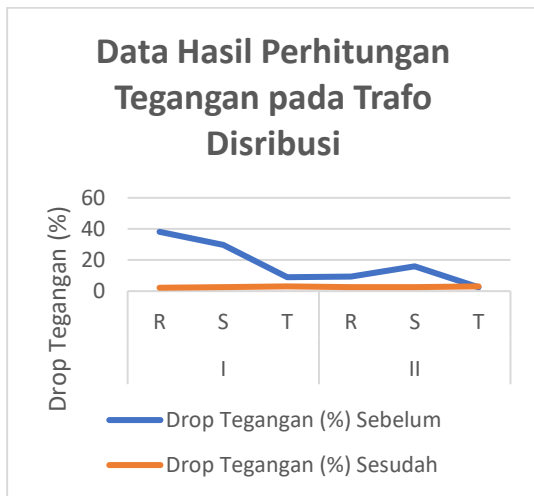


Diagram 2. Perbandingan Drop tegangan (%) trafo sebelum dan sesudah dipasang trafo sisipan

Dari perhitungan drop tegangan sebelum adanya trafo sisip yang didapat adalah besar dari 5%. Sedangkan menurut standar PLN (SPLN 72, 1987) drop tegangan yang diijinkan untuk JTR tipe radial adalah tidak melebihi 5%. Sehingga dalam hal ini, drop tegangan pada JTR masih ada yang belum memenuhi standar (SPLN) yang diijinkan. Nilai tersebut dianggap terlalu rendah untuk nilai drop tegangan dan mengurangi kualitas mutu pelayanan listrik PLN ke pelanggan. Kemudian berdasarkan pertimbangan ini harus melakukan perbaikan nilai drop tegangan, hal ini juga dipengaruhi oleh beban transformator yang berlebih. Kemudian dilakukan pemeliharaan transformator dengan memasang transformator sisipan untuk memecah beban dan memperpendek jarak penghantar JTR sehingga dapat mengurangi nilai drop tegangan yang berlebih.

Tabel 4. 3 Perhitungan KWH jual gardu

	1 Hari	1 Bulan
Sebelum di Sisip	69,700 Kwh/hari	2.091,017 Kwh/Bulan
Setelah di sisip	59,85551899 Kwh/hari	1.795,66 Kwh/Bulan

Dengan adanya pemasangan trafo sisipan, maka potensi kWh yang bisa ditekan dari 59,85551899 Kwh/hari menjadi 1.795,66 Kwh/Bulan, sehingga saving kWh yang didapatkan oleh PLN setelah pemasangan trafo sisipan adalah sebesar 295,3516131 kWh perhari atau 9,845 kWh jika dihitung untuk sebulan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penulisan hasil tugas akhir diatas dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Setelah dilakukannya penyisipan transformator distribusi pada trafo Gardu GD 057 Cubadak Lilin terdapat penurunan persentase pembebanan. Persentase pembebanan yang dihitung manual menggunakan rumus sebelum dilakukannya pemasangan transformator sisip, nilai bebannya 88,77368889 % , beban trafo sesudah adanya trafo sisip sebesar 40,656 %.
2. Nilai persentase drop tegangan pada transformator distribusi Gardu GD 057 Cubadak Lilin mengalami penurunan yang cukup signifikan setelah dilakukannya penyisipan transformator distribusi. Pada perhitungan persentase nilai drop tegangan yang dihitung manual menggunakan rumus pada fasa R-S-T sebelum dilakukan pemasangan transformator sisip, nilai drop tegangan sebesar 38,15 % , 29,76 % , 8,994% dan setelah dilakukan pemasangan transformator sisip nilai drop tegangan menurun sampai 2,183 % , 2,63%, 3,056% .
3. Dari hasil perhitungan Kwh jual sebelum dan sesudah adanya trafo sisip terlihat hasil kenaikan yang signifikan, ini dibuktikan dengan saving kWh yang didapatkan oleh PLN setelah pemasangan trafo sisipan adalah sebesar 59,85551899 Kwh/hari menjadi 1.795,66 Kwh/Bulan jika dihitung untuk sebulan.
4. Dari hasil analisa dan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemasangan trafo sisip pada Gardu GD 057 Cubadak Lilin sangat efektif dilakukan, ini terlihat jelas mulai dari pembebanan trafo, drop tegangan sampai ke Kwh jual yang jauh lebih baik

setelah adanya trafo sisip ini. Dari hasil perbaikan ini, tidak hanya perusahaan saja yang diuntungkan, melainkan pelanggan atau masyarakat juga merasakan dampak yang sangat baik, seperti tidak ada lagi drop tegangan yang terjadi pada pelanggan yang akan mengakibatkan elektronik pelanggan rusak.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis banyak mendapat dukungan dan saran serta bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan tulus, ikhlas dan penuh kerendahan hati penulis mengucapkan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sufyarma Marsidin, M.Pd selaku Rektor Universitas Ekasakti.
2. Bapak Drs. Risal Abu, ST., M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas Eka Sakti Padang.
3. Ibu Rosnita Rauf, ST., MT selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Elektro Universitas Eka Sakti Padang dan sebagai Pembimbing dalam pembuatan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Yani Ridal, M.T selaku Dosen Pembimbing I dalam pembuatan laporan skripsi ini.
5. Kedua orangtua yang banyak memberikan bantuan baik moril, kasih sayang, maupun material.
6. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi Teknik Elektro Universitas Eka Sakti Padang yang telah memberikan masukan-masukan yang sangat bermanfaat bagi penulis.
7. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Ekasakti Padang yang telah banyak membantu selama kuliah maupun dalam penyelesaian laporan skripsi ini.
8. Manajemen ULP Koto Tuo , rekan PLN serta seluruh tim ULP Koto Tuo yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
9. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu menyelesaikan laporan tugas skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ananda Putra, "Inspeksi Gangguan Pada Jaringan Distribusi Sutm Jangkauan Pt Pln (Persero) Up3 Cikarang Ulp Lemah Abang", JITET, Vol. 13 No. 3, 17 Juli 2025.
- [2] I. H. Iqbal Arsyad, M. Ir Junaidi, M. Teknik Elektro, and D. Teknik Elektro, "Analisa Gangguan Sutm 20 Kv Penyulang Senggiring 3 Di Pt. Pln (Persero) Area Pontianak.
- [3] Muh Fajar Malik1, Ruslan L2, Wisna Saputri Alfira WS3, "Analisis Pecah Beban Dan Penambahan Gardu Hubung Penyulang Tinombo Terhadap Susut Teknis Serta Jatuh Tegangan" JITET, Vol. 13 No. 3S1 (2025), 19 Okt 2025.
- [4] Kothari, DP, 2005, "Modern Power Sistem Analysis, Tata MoGraw Hill, New Dehi Lily.S., 2015. Analisa Rugi - Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi", E-Journa Teknik Elektro dan Komputer, ISSN.2301-8402.
- [5] H. S. Alkaf, S. Thaha, and N. Jabir, "Analisis Pengaruh Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Dan Tegangan Menengah Pt. Pln Ulp Maros," J. Appl. Electr. Energy Syst., vol. 1, no. 2, 2023.
- [6] E. R. Daniati, Z. Tharo, and S. Anisah, "Analisis Penambahan Trafo Sisip Pada Jaringan 20 Kv Dalam Meningkatkan Mutu Tegangan," INTECOMS J. Inf. Technol. Comput. Sci., vol. 7, no. 2, pp. 454–461, Apr. 2024, doi: 10.31539/intecomsv7i2.9820.
- [7] N. Y. Latif, A. W. Indrawan, N. A. Noor, and A. Rahmadani, "ANALISIS DAMPAK INTEGRASI GARDU INDUK MOUTONG TERHADAP DROP TEGANGAN SISTEM ISOLATED ULP KOTARAYA," J. Inform. dan Tek. Elektro Terap., vol. 13, no. 3, 2025.
- [8] M. T. W. Sinaga, Y. W. Pambudi, and S. Suherman, "Dropped voltage analysis on 20 KV distribution network," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 1783, no. 1, p. 12061.
- [9] Made Suartika dan I Wayan Arta Wijaya. 2010. "Rekonfigurasi Jaringan Tegangan Rendah (JTR) untuk Memperbaiki Drop Tegangan di Daerah Banjar Tulangnyuh Klungkung. Bali. NFPA U.S. Home Product Report 1988-1992 (Appliances & Equipment) Alison L. Miller August, 1994.
- [10] D. F. Nurjaman, H. A. Rifan, E. Taryana, and W. Hidayat, "Analisis Perbaikan Drop Tegangan dengan Metode Pecah Beban pada Penyulang GNAP PT. PLN (Persero) ULP Plered," *Epsil. J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, vol. 22, no. 1, pp. 42–52, 2024.

- [11] I. R. Aprillia, I. F. Akmalia, D. A. Wulandari, and S. Sujito, "REKONFIGURASI SALURAN Udara Pada Penyulang Jaringan Tegangan Menengah Untuk Mengurangi Drop Tegangan Di PT. PLN (PERSERO) ULP PACET," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3928.
- [12] E. R. Daniati, Z. Tharo, and S. Anisah, "Analisis Penambahan Trafo Sisip Pada Jaringan 20 Kv Dalam Meningkatkan Mutu Tegangan," *INTECOMS J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 454–461, Apr. 2024, doi: 10.31539/intecom.v7i2.9820.
- [13] P. Julianto and R. J. C. Manapa, "Rekonfigurasi Jaringan untuk Mereduksi Jatuh Tegangan dan Rugi-rugi Daya pada Sistem Distribusi 20 kV PT PLN Tarakan," *Bul. Profesi Ins.*, vol. 7, no. 2, pp. 94–100, 2024.
- [14] R. Syahputra, *Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik*. Yogyakarta: LP3M UMY, 2017.
- [15] PT. PLN (Persero), *Buku 1 Kriteria Enjinereng Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*. 2010.