

**ANALISA JATUH TEGANGAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI  
PADA PENYULANG DI GARDU INDUK SUNGAI KEDUKAN  
RAYON AMPERA**



**SKRIPSI**

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**DICKY PRATAMA PUTRA  
03041281722070**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA JATUH TEGANGAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI  
PADA PENYULANG DI GARDU INDUK SUNGAI KEDUKAN  
RAYON AMPERA



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarja Teknik  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

DICKY PRATAMA PUTRA  
(03041281722070)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

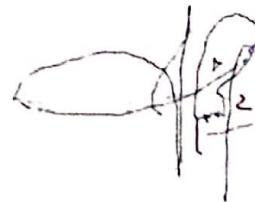


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

Indralaya, 16 November 2021

Menyetujui,  
Pembimbing Utama

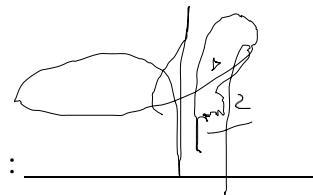


Dr. Herlina, S.T., M.T.

NIP. 198007072006042004

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (SI)

Tanda Tangan



: \_\_\_\_\_

Pembimbing Utama : Dr. Herlina, S.T., M.T.

Tanggal : 16 / 11 /2021

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dicky Pratama Putra

NIM 03041281722070

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

***ANALISA JATUH TEGANGAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI  
PADA PENYULANG DI GARDU INDUK SUNGAI KEDUKAN  
RAYON AMPERA***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya  
Pada tanggal: 16 November 2021



Dicky Pratama Putra

## **HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Dicky Pratama Putra  
NIM 03041281722070  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/ Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil pengecekan software *iThenticate/Turnitin*: 5%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Analisa Jatuh Tegangan Transformator Distribusi pada Penyalang di Gardu Induk Sungai Kedukan Rayon Ampera” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, 16 November 2021



Dicky Pratama Putra

NIM. 03041281722070

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas izin, rahmat dan karunia-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan judul **Analisa Jatuh Tegangan Transformator Distribusi pada Penyulang di Gardu Induk Sungai Kedukan Rayon Ampera.**

Shalawat serta salam saya curahkan kepada nabi besar Muhammad Shallallahu‘alaihi wassalam, keluarga, sabahatnya dan juga pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan serta bimbingan, oleh karena itu dalam kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada ibu, **Dr. Herlina, S.T., M.T.**, selaku pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan, arahan dan nasehat selama penulis melakukan penggerjaan skripsi ini. Dalam penggerjaan skripsi ini penulis tidak lepas dari berbagai bantuan dari berbagai pihak lain yang telah ikut berkontribusi dalam penyusunan skripsi ini sebagai berikut :

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc., bapak Ir. Antonius Hamdadi, M.S., bapak Dr. Ir. H. Syamsuri Zaini, M.M., dan bapak Wirawan Adipradana, S.T., M.T. selaku dosen yang telah banyak memberikan saran, bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Puspa Kurniasari, S.T., M. T. selaku dosen pembimbing akademik, yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran dan masukan dalam pengambilan mata kuliah.

5. Seluruh dosen Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu yang InsyaAllah bermanfaat dan Staf Jurusan Teknik Elektro Unsri Bu Diah, Kak Slamet, Kak Ruslan, Pak Rusman, Kak Habibi, Kak Ryan yang telah banyak membantu selama perkuliahan.
6. Kepada Orang Tua, Adik, beserta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan serta semangat dan selalu mendoakan yang terbaik dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Sahabat, teman dan seluruh keluarga besar Teknik Elektro 2017 yang telah memberikan banyak dukungan, saran dan masukan terhadap tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan Gita, Tara dan Rafli selaku teman yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Keluarga Besar Teknik Elektro angkatan 2016.
10. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang lebih luas kepada pembaca, walaupun skripsi ini masih terdapat kekurangan karena keterbatasan Penulis. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat mendukung dalam penyempurnaan skripsi ini dari para pembaca. Terima kasih.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

Indralaya, 16 November 2021



Dicky Pratama Putra

**ABSTRAK**  
**ANALISA JATUH TEGANGAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI**  
**PADA PENYULANG DI GARDU INDUK SUNGAI KEDUKAN**  
**RAYON AMPERA**

(Dicky Pratama Putra, 03041281722070, 2021, 45 halaman)

Listrik merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat pada masa sekarang. Peralatan yang digunakan sehari – hari membutuhkan daya listrik agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Saluran Distribusi merupakan saluran yang penting agar energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit listrik sampai ke konsumen. Pada sistem distribusi terdapat transformator distribusi yang berperan penting dalam proses distribusi tersebut. Penelitian ini bertujuan menghitung nilai dari jatuh tegangan yang terjadi pada transformator distribusi pada penyulang gurami di Gardu Induk Sungai Kedukan Rayon Ampera dan menganalisa tentang pengaruh panjang saluran distribusi terhadap jatuh tegangan yang terjadi pada transformator distribusi. Penelitian dilakukan dengan cara pengambilan data di ULPL Ampera berupa data beban transformator, panjang saluran dan jenis penghantar yang digunakan lalu dilakukan pengolahan terhadap data yang telah didapatkan untuk mendapatkan nilai arus saluran dan jatuh tegangan setiap gardu distribusi. Jatuh tegangan terbesar yang terjadi 37,2926 V pada gardu PD0038 dengan panjang saluran 2,6 km. Besarnya nilai jatuh tegangan tersebut karena pengaruh panjangnya saluran sehingga perbaikan jarak saluran dibutuhkan agar kinerja transformator dapat lebih optimal.

**Kata Kunci :** Gardu Induk, Transformator Distribusi, Jatuh Tegangan



**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**

NIP. 197108141999031005

Indralaya, 16 November 2021

Menyetujui,  
Pembimbing Utama

**Dr. Herlina, S.T., M.T.**

NIP. 198007072006042004

**ABSTRACT**  
**ANALYSIS OF DISTRIBUTION TRANSFORMER BASED ON DROP  
VOLTAGE ON FEEDER AT THE SUBSTATION OF SUNGAI KEDUKAN  
RAYON AMPERA**

(Dicky Pratama Putra, 03041281722070, 2021, 45 Pages)

*Electricity is a basic need for society today. Equipment that is used every day requires electrical power to function properly. Distribution channel is an important channel so that electrical energy produced from power plants reaches consumers. In the distribution system there is a distribution transformer which plays an important role in the distribution process. This study aims to calculate the value of the drop voltage that occurs in the distribution transformer at the Gurami feeder at the Sungai Kedukan Substation Rayon Ampera and analyze the effect of the length of the distribution line on the drop voltage that occurs in the distribution transformer. The research was conducted by collecting data at ULPL Ampera in the form of transformer load data, line length and type of conductor used and then processing the data that has been obtained to get the value of line current and drop voltage for each distribution substation. The largest voltage drop that occurs is 37.2926 V at the PD0038 substation with a line length of 2.6 km. The magnitude of the value of the drop voltage is due to the influence of the length of the line so that the improvement of the line distance is needed so that the transformer performance can be more optimal.*

**Keywords : Substation, Distribution Transformer, Drop Voltage**

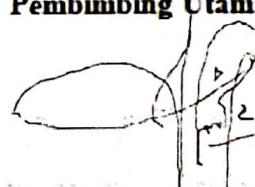


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197108141999031005

**Indralaya, 16 November 2021**

**Menyetujui,  
Pembimbing Utama**



Dr. Herlina, S.T., M.T.

NIP. 198007072006042004

## DAFTAR ISI

### COVER

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	i
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	iii
<b>PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>	iv
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	v
<b>ABSTRAK .....</b>	vii
<b>DAFTAR ISI.....</b>	ix
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xii
<b>DAFTAR RUMUS .....</b>	xiii
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Tujuan Penulisan.....	2
1.3    Rumusan Masalah.....	2
1.4    Batasan Masalah.....	2
1.5    Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	5
2.1    Sistem Tenaga Listrik .....	5
2.2    Transformator.....	6
2.3    Transformator Distribusi.....	7
2.4    Sistem Distribusi Daya Listrik .....	8
2.5    Gardu Induk .....	8
2.6    Sistem Jaringan Distribusi Tegangan Menengah .....	10
2.6.1    Sistem Radial .....	11

2.6.2	Sistem <i>Loop</i> .....	12
2.6.3	Sistem Jaringan Hantaran Penghubung ( <i>Tie Line</i> ) .....	13
2.6.4	Sistem Spindel .....	13
2.7	Gardu Distribusi .....	14
2.8	Jatuh Tegangan ( <i>Drop Voltage</i> ) .....	15
2.9	Rugi – Rugi Pada Transformator .....	19
2.10	Konstruksi Transformator .....	20
2.11	Sistem Tiga Fasa .....	21
2.12	Kawat Pengantar .....	22
2.13	Daya Listrik.....	23
2.13.1	Daya Semu .....	23
2.13.2	Daya Aktif.....	24
2.13.3	Daya Reaktif .....	24
2.13.4	Faktor Daya.....	25
	<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1	Metode Pengambilan Data .....	27
3.2	Langkah – Langkah Analisa Data .....	27
3.3	Lokasi dan Waktu Pelaksanaan.....	28
3.4	Alur Penelitian .....	29
	<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
4.1	Umum.....	30
4.2	Data Penyulang Gurami .....	31
4.3	Data Transformator Distribusi .....	35
4.4	Perhitungan Nilai Arus Saluran dan Jatuh Tegangan .....	37
4.5	Analisa.....	42

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....45**

5.1 Kesimpulan .....45

5.2 Saran.....45

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Sistem Tenaga Listrik .....	5
<b>Gambar 2.2</b> Transformator Distribusi .....	7
<b>Gambar 2.3</b> Sistem Distribusi Primer .....	9
<b>Gambar 2.4</b> Hubungan Tegangan Menengah ke Tegangan Rendah dan Konsumen .....	10
<b>Gambar 2.5</b> Skema Jaringan Radial.....	11
<b>Gambar 2.6</b> Skema Jaringan <i>Loop</i> .....	12
<b>Gambar 2.7</b> Skema Jaringan <i>Tie Line</i> .....	13
<b>Gambar 2.8</b> Skema Jaringan Spindel.....	14
<b>Gambar 2.9</b> Skema Gardu Distribusi dengan Dua Transformator .....	15
<b>Gambar 2.10</b> Diagram Fasor Tegangan dan Arus .....	16
<b>Gambar 2.11</b> Diagram Fasor Jatuh Tegangan .....	17
<b>Gambar 2.12</b> Konstruksi Transformator Tiga Fasa Tipe Inti .....	20
<b>Gambar 2.13</b> Konstruksi Transformator Tiga Fasa Tipe Cangkang.....	21
<b>Gambar 4.1</b> <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Gurami.....	32
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Perbandingan Jatuh Tegangan Terhadap Panjang Saluran ...	42

## DAFTAR RUMUS

<b>Rumus 2.1</b> Tegangan Kirim .....	16
<b>Rumus 2.2</b> Arus .....	16
<b>Rumus 2.3</b> Sudut Faktor Daya .....	16
<b>Rumus 2.4</b> Regulasi Tegangan .....	16
<b>Rumus 2.5</b> Persentase Regulasi Tegangan .....	16
<b>Rumus 2.6</b> Jatuh Tegangan Per Unit .....	16
<b>Rumus 2.7</b> Persentase Jatuh Tegangan Per Unit .....	16
<b>Rumus 2.8</b> Tegangan Kirim .....	17
<b>Rumus 2.9</b> Tegangan Kirim .....	17
<b>Rumus 2.10</b> Tegangan Kirim .....	17
<b>Rumus 2.11</b> Jatuh Tegangan 1 Fasa .....	17
<b>Rumus 2.12</b> Jatuh Tegangan 3 Fasa .....	17
<b>Rumus 2.13</b> Hambatan Saluran .....	17
<b>Rumus 2.14</b> Persen Jatuh Tegangan .....	18
<b>Rumus 2.15</b> Rugi – Rugi Daya Aktif .....	19
<b>Rumus 2.16</b> Besar Arus Phasa .....	19
<b>Rumus 2.17</b> Daya Output .....	23
<b>Rumus 2.18</b> Efisiensi Transformator .....	23
<b>Rumus 2.19</b> Daya Semu 1 Fasa.....	23
<b>Rumus 2.20</b> Daya Semu 3 Fasa.....	23

<b>Rumus 2.21</b>	Daya Aktif 1 Fasa .....	24
<b>Rumus 2.22</b>	Daya Aktif 3 Fasa .....	24
<b>Rumus 2.23</b>	Daya Reaktif 1 Fasa .....	24
<b>Rumus 2.24</b>	Daya Reaktif 3 Fasa .....	24
<b>Rumus 2.25</b>	Faktor Daya.....	26
<b>Rumus 2.26</b>	Faktor Reaktif .....	26

## **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 3.1</b> Jadwal Penelitian.....	28
<b>Tabel 4.1</b> Data Jenis Penghantar dan Impedansi Pada Penyulang Gurami .....	33
<b>Tabel 4.2</b> Data Jenis Penghantar dan Panjang Saluran Pada Penyulang Gurami..	33
<b>Tabel 4.3</b> Data Transformator Distribusi Pada Penyulang Gurami.....	35
<b>Tabel 4.4</b> Nilai Arus Saluran Pada Penyulang Gurami .....	38
<b>Tabel 4.5</b> Perhitungan Nilai Jatuh Tegangan Pada Penyulang Gurami.....	40

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat dalam kehidupan sehari – hari semakin banyak seiring perkembangan waktu. Salah satu kebutuhan yang paling umum ialah kebutuhan listrik, sehingga tanpa listrik akan sulit bagi masyarakat untuk melakukan aktivitasnya. Berbagai peralatan yang sering digunakan selalu berhubungan dengan listrik, misalnya *smartphone*, televisi hingga ke industri dan berbagai perusahaan pun membutuhkan listrik yang mana tanpa listrik tidak akan dapat beroperasi sehingga akan banyak kerugian yang dapat ditimbulkan jika tidak ada listrik pada masa ini.

Kebutuhan akan tenaga listrik semakin meningkat hingga saat ini, sehingga energi listrik yang didistribusikan semakin banyak ke daerah terpencil suatu wilayah. Hal tersebut mengakibatkan semakin jauh saluran distribusi ke konsumen dan panjangnya saluran tersebut menyebabkan jatuh tegangan yang semakin besar pula. Kinerja dari transformator selama distribusi daya listrik dapat dipengaruhi oleh panjang saluran itu menjadi kurang maksimal. Penyesuaian terhadap penempatan setiap transformator distribusi dapat dilakukan untuk pengurangan rugi tegangan agar transformator dapat bekerja lebih optimal sehingga kinerjanya dapat lebih maksimal dan energi listrik yang disalurkan dapat lebih baik dibandingkan sebelumnya. [1]

Pendistribusian daya listrik yang sesuai dengan kebutuhan konsumen akan menjaga jatuh tegangan dan menaikkan efisiensi kinerja dari penggunaan transformator distribusi. Jatuh tegangan dapat diperkecil hingga mencapai jatuh tegangan yang diizinkan PLN, jarak yang sesuai dibutuhkan dalam penempatan transformator distribusi tersebut. [2]

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, oleh Rudi Salman dari Teknik Elektro Universitas Negeri Medan dengan pembahasan Analisis

Penempatan Transformator Distribusi Berdasarkan Jatuh Tegangan dan penelitian oleh Seno Sasmito Pradono, Ir. Tejo Sukmadi, M.T. dan Ir. Bambang Winardi dari Teknik Elektro Universitas Diponegoro yang membahas tentang Optimasi Penempatan Transformator Distribusi Berdasar Jatuh Tegangan (Studi Kasus Pada Wilayah Kawasan Tertib Listrik UPJ Semarang Selatan) yang dijadikan acuan penelitian ini.[1][3]

Oleh karena itu, penulis mengambil tema tugas akhir dengan judul “Analisis Jatuh Tegangan Transformator Distribusi Pada Penyulang di Gardu Induk Sungai Kedukan Rayon Ampera”.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghitung nilai dari jatuh tegangan yang terjadi pada transformator disribusi pada penyulang gurami di Gardu Induk Sungai Kedukan Rayon Ampera.
2. Untuk menganalisa tentang pengaruh panjang saluran distribusi terhadap jatuh tegangan yang terjadi pada transformator distribusi.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh dari penempatan transformator distribusi pada penyulang di Gardu Induk Sungai Kedukan terhadap jatuh tegangan yang terjadi.

## **1.4 Batasan Masalah**

Agar tidak meluasnya penulisan dalam penelitian yang dilakukan ini, diberikannya batasan masalah sehingga penulisan akan terarah dan jelas sesuai dengan judul yang diambil, yaitu:

1. Pembahasan mengenai tegangan jatuh pada saluran sistem distribusi primer yaitu dari saluran distribusi primer dari gardu induk ke transformator distribusi
2. Pembahasan tentang jatuh tegangan hanya pada saluran distribusi Gardu Induk Sungai Kedukan.
3. Transformator yang digunakan adalah transformator tiga phasa.
4. Tidak membahas jatuh tegangan pada sisi saluran distribusi sekunder.
5. Tidak membahas ketidakseimbangan beban.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Penulisan pada penelitian yang dilakukan sebagai tugas akhir ini menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan tentang latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan yang ada pada penulisan pada penelitian ini.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang teori – teori yang berhubungan dengan penelitian ini dan ketentuan - ketentuan yang berlaku untuk penelitian serta rumus – rumus yang dibutuhkan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisikan pembahasan tentang metode pengambilan data, langkah – langkah analisa data, lokasi dan waktu pelaksanaan, dan alur penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini.

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang perhitungan jatuh tegangan pada saluran distribusi primer Gardu Induk Bukit Siguntang dan analisa terhadap

data tersebut serta pembahasan mengenai solusi yang didapatkan melalui analisa tersebut.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian dan saran agar kinerja dari transformator distribusi dapat menjadi lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Salman, “Analisis Penempatan Transformator Distribusi Berdasarkan Jatuh Tegangan,” *Jitekh*, vol. 6, no. 1, pp. 17–21, 2017.
- [2] J. Tiro and R. L, “Analisis Penempatan Transformator Distribusi Berdasarkan Jatuh Tegangan Di PT PLN(Persero) ULP Malino,” *J. Teknol. Elekterika*, vol. 16, no. 2, p. 69, 2019, doi: 10.31963/elekterika.v16i2.1553.
- [3] S. S. Pradono, “Optimasi Penempatan Transformator Distribusi Berdasar Jatuh Tegangan (Studi Kasus Pada Wilayah Kawasan Tertib Listrik UPJ Semarang Selatan),” 2011.
- [4] M. A. Ilyas, “48 Universitas Sumatera Utara,” pp. 48–113, 2016.
- [5] T. B. G. Egziabher and S. Edwards, “Electric Power Distribution System Engineering,” *Africa's potential Ecol. Intensif. Agric.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [6] dkk Suhadi, “Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1 . Hal. 11 5,” pp. 5–31, 2008.
- [7] V. Naomia *et al.*, “CYCLOTRON BERDASARKAN JATUH TEGANGAN ( STUDI KASUS PADA PT . PLN ( Persero ) P-ISSN2614-5499 E-ISSN2614-5164,” vol. 1, 2018.
- [8] D. Hidayatullah, “Bab Ii Landasan Teori,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 8–24, 2018.
- [9] L. E. García Reyes, “Distribution System Engineering,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [10] T. B. G. Egziabher and S. Edwards, “Electric Power System,” *Africa's potential Ecol. Intensif. Agric.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.

- [11] L. E. García Reyes, “Distribution of Electric Power Systems,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [12] A. S. Nopianto, “Perhitungan Jatuh Tegangan Dan Susut Daya Serta Upaya Perbaikan Penyaluran Daya Listrik Pada PT. PLN (Persero) Rayon Sambas,” *Untan*, vol. 2, No 1, 2016.
- [13] Suprianto, “Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT.PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu,” *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 64–72, 2018.
- [14] S. A.-Z. Ari and A, “Analisis Kinerja Transformator Daya,” pp. 22–52, 2015.
- [15] A. Dani and M. Hasanuddin, “Perbaikan Faktor Daya Sebagai Kompensator Daya Reaktif ( Studi Kasus STT Sinar Husni ),” *Semin. Nas. R.*, vol. 998, no. September, pp. 673–678, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.stmikroyal.ac.id/index.php/senar/article/download/268/211>.