

**SKRIPSI**

**ANALISA JATUH TEGANGAN DAN RUGI-RUGI  
DAYA PADA PENYULANG BANTENG DI GARDU  
INDUK BUKIT SIGUNTANG**



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

**Oleh:**

**Hadriyan Raharja Subara**

**03041181823001**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISA JATUH TEGANGAN DAN RUGI-RUGI DAYA PADA**  
**PENYULANG BANTENG DI GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG**



**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**HADRIYAN RAHARJA SUBARA**

**03041181823001**



**Indralaya, 28 Mei 2024**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing**

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

**NIP. 198007072006042004**

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Hadriyan Raharja Subara

NIM : 03041181823001

Fakultas : Teknik

Jurusan/ Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil pengecekan software *iThenticate/ Turnitin*: 10%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya yang berjudul “Analisa Jatuh Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Penyulang Banteng di Gardu Induk Bukit Siguntang” 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, 3 Juli 2024



Hadriyan raharja subara  
NIM. 03041181823001

## HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencukupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  \_\_\_\_\_

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

Tanggal : 28/Mei/2024

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

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

Nama : Hadriyan Raharja Subara

NIM : 03041181823001

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 DAN RUGI-RUGI DAYA PADA  
PENYULANG BANTENG DI GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, media/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 3 Juli 2024



Hadriyan raharja subara  
NIM. 03041181823001

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah.SWT dan tak lupa penulis haturkan shalawat serta salam kepada nabi Muhammad SAW, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penulis dengan judul “Analisa Jatuh Tegangan Dan Rugi-Rugi Daya Pada Penyulang Banteng di Gardu Induk Bukit Siguntang”.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala macam bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini kepada :

1. Ayah Ganda Sumekar S.Pd., Ibu Rospurta Subara S.Pd., Kakak, Adik serta Keluarga besar saya yang telah memberikan dukungan dan Doa selama pembuatan tugas akhir hingga selesai.
2. Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku pembimbing tugas akhir saya yang telah sabar dalam membimbing saya selama ini.
3. Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D. selaku dosen pembimbing akademik.
4. Bapak Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc., Bapak Wirawan Adipradana, S.T, M.T., dan Ibu Dr. Syarifah Fitria, S.T., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
5. Teman teman Teknik Elektro Angkatan 2018 yang telah menemani saya selama perkuliahan.
6. Putri Mulyani, partner yang senantiasa membersamai dan selalu memberikan dukungan selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Muhammad Abu Bakar Siddik, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya.
8. Dosen-dosen jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan berlangsung.
9. Seluruh staff dan jajaran jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah membantu selama perkuliahan.

10. Serta pihak-pihak yang sangat membantu di dalam skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam pembuatan skripsi ini masih tidak sempurna. Oleh karenanya dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran membangun yang dapat penulis jadikan sebagai masukan agar dapat lebih baik kedepannya. Penulis juga berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat dan juga menambah ilmu pengetahuan bagi kita semua

Indralaya, 25 Januari 2024

Hadriyan Raharja Subara

## **ABSTRAK**

### **ANALISA JATUH TEGANGAN DAN RUGI-RUGI DAYA PADA PENYULANG BANTENG DI GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG**

(Hadriyan Raharja Subara, 03041181823001, 2024, 46 halaman)

---

---

Pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan teknologi yang semakin cepat menyebabkan kebutuhan terhadap energi listrik semakin meningkat. Salah satu upaya yang dilakukan dalam memenuhi kebutuhan tersebut adalah proses distribusi energi listrik yang tepat, sehingga peningkatan energi listrik tersebut harus diimbangi dengan pasokan energi listrik yang cukup dan daya yang berkualitas baik agar listrik yang di salurkan tidak mengalami penurunan tegangan ataupun rugi-rugi daya. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada penyulang Banteng di Gardu Induk Bukit Siguntang. Pada penelitian ini menggunakan metode pengambilan data dan perhitungan menggunakan rumus. Dengan menggunakan data yang di peroleh dari PLN, penyulang banteng ini memiliki panjang saluran total sepanjang 9,034 km, dan jumlah trafo sebanyak 23 buah, dengan total beban arus sebesar 272,8208 A. Berdasarkan pengolahan data pada penyulang Banteng di Gardu Induk Bukit Siguntang menghasilkan total nilai rugi daya sebesar 3,9691 kW dan nilai total jatuh tegangan sebesar 0,92 kV.

**Kata kunci:** Sistem Distribusi, Rugi-rugi daya, Jatuh tegangan.



## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF VOLTAGE DROPS AND POWER LOSSES IN BANTENG FEEDER AT BUKIT SIGUNTANG SUBSTATION**

(Hadrian Raharja Subara, 03041181823001, 2024, 46 Page)

---

*Population growth and rapid technological development cause the need for electrical energy to increase. One of the efforts made in meeting these needs is the proper electrical energy distribution process, so that the increase in electrical energy must be balanced with sufficient electrical energy supply and good quality power so that the electricity distributed does not experience voltage drops or power losses. This study aims to analyze power losses and voltage drops in the bull feeder at the Bukit Siguntang Substation. In this study using data collection and calculation methods using formulas. Using data obtained from PLN, this Banteng feeder has a total channel length of 9.034 km, and a total of 23 transformers, with a total current load of 272.8208 A. Based on data processing on the Banteng feeder at the Bukit Siguntang Substation, it resulted in a total power loss value of 3.9691 kW and a total voltage drop value of 0.92 kV.*

**Keywords:** *Distribution System, Power loss, Voltage drop.*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN DOSEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>18</b>
1.1    Latar Belakang .....	18
1.2    Rumusan Masalah.....	1
1.3    Tujuan Penelitian .....	1
1.4    Batasan Masalah .....	1
1.5    Sistematika Penulisan .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1    Sistem Tenaga Listrik .....	3
2.2    Sistem Distribusi Tegangan Listrik .....	3
2.2.1    Sistem Jaringan Distribusi Tegangan Menengah.....	3

2.2.2	Sistem Jaringan Distribusi Tegangan Rendah .....	4
2.3	Komponen Jaringan Distribusi .....	4
2.3.1	Gardu Induk .....	4
2.3.2	Sistem Jaringan Distribusi Primer .....	4
2.3.3	Sistem Jaringan Distribusi Sekunder .....	7
2.3.4	Trafo Distribusi.....	7
2.4	Penghantar Sistem Distribusi.....	8
2.4.1	Kategori Penghantar .....	8
2.4.2	Jenis Penghantar .....	10
2.4.3	Penghantar Pada Saluran Distribusi.....	11
2.5	Ciri Beban Pada Sistem Tenaga Listrik.....	13
2.6	Daya Listrik .....	14
2.7	Rugi-Rugi Daya .....	16
2.7.1	Rugi Daya pada Penghantar.....	17
2.7.2	Rugi-rugi daya pada transformator .....	18
2.8	Jatuh Tegangan ( <i>Drop Voltage</i> ).....	18
2.9	SPLN 1 Tahun 1995 .....	21
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN .....</b>		<b>23</b>
3.1	Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	23
3.2	Metode Penelitian .....	24
3.3	Prosedur Analisa Data .....	25
3.4	Variabel Data .....	25
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>27</b>
4.1	Umum .....	27

4.2	Data Penelitian.....	27
4.2.1	<i>Single Line Diagram</i> Penyulang Banteng.....	27
4.2.2	Data Panjang Dan Jenis Penghantar Penyulang Banteng .....	30
4.2.3	Kapasitas dan Beban Transformator Penyulang Banteng.....	32
4.3	Perhitungan Arus Saluran Penyulang Banteng .....	33
4.4	Perhitungan Rugi-Rugi Daya Penyulang Banteng.....	35
4.5	Perhitungan Jatuh Tegangan Penyulang Banteng.....	37
4.6	Analisa .....	41
<b>BAB V</b>	.....	<b>43</b>
5.1	Kesimpulan .....	43
5.2	Saran .....	43

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Jaringan Distribusi <i>Loop</i> .....	6
Gambar 2.2 Skema Jaringan Distribusi Radial .....	7
Gambar 2.3 Skema Jaringan Distribusi Spindel .....	8
Gambar 2.4 Kabel Bawah Tanah .....	12
Gambar 2.5 Kabel AAAC .....	13
Gambar 2.6 Kabel A3C-S .....	13
Gambar 2.7 Segitiga Daya .....	15
Gambar 2.8 Diagram Fasor Jatuh Tegangan.....	21
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	27
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk Bukit Siguntang.....	29
Gambar 4.2 <i>Single Line Diagram</i> Penyulang Banteng .....	30
Gambar 4.3 Gambar Terjadinya Jatuh Tegangan di Penyulang Banteng .....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Keterangan Kabel .....	11
Tabel 2.2 Ketentuan Variasi Tegangan Pelayanan .....	23
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	24
Tabel 4.1 Penghantar Penyulang Banteng .....	31
Tabel 4.2 Impedansi penghantar A3C dan A3CS .....	33
Tabel 4.3 Impedansi penghantar XLPE .....	33
Tabel 4.4 Data Kapasitas dan Beban Trafo Penyulang Banteng .....	34
Tabel 4.5 Perhitungan Arus Saluran .....	36
Tabel 4.6 perhitungan Rugi-Rugi Daya Penyulang Banteng .....	39
Tabel 4.7 Perhitungan Jatuh Tegangan Penyulang Banteng.....	41

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Perbandingan Kumparan Trafo.....	9
Rumus 2.2 Hambatan Saluran Penghantar .....	10
Rumus 2.3 Hubungan Daya Aktif,Reaktif, Dan Semu .....	15
Rumus 2.4 Daya Aktif 1 Fasa .....	16
Rumus 2.5 Daya Aktif 3 Fasa .....	16
Rumus 2.6 Daya Reaktif 1 Fasa.....	16
Rumus 2.7 Daya Reaktif 3 Fasa .....	16
Rumus 2.8 Daya Semu 1 Fasa .....	17
Rumus 2.9 Daya Semu 3 Fasa.....	17
Rumus 2.10 Rugi Daya 1 Fasa .....	18
Rumus 2.11 Rugi Daya 3 Fasa .....	18
Rumus 2.12 Persentase Rugi-Rugi Daya .....	18
Rumus 2.13 Selisih Tegangan .....	20
Rumus 2.14 Jatuh Tegangan Relatif .....	20
Rumus 2.15 Jatuh Tegangan .....	21
Rumus 2.16 Jatuh Tegangan 1 Fasa .....	22
Rumus 2.17 Jatuh Tegangan 3 Fasa.....	22

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Perhitungan Arus Saluran Penyulang Banteng

Lampiran 2 Perhitungan Rugi-Rugi Daya Penyulang Banteng

Lampiran 3 Perhitungan Jatuh Tegangan Penyulang Banteng



## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Ketergantungan masyarakat terhadap energi listrik terus meningkat. Hal ini dikarenakan listrik adalah sumber energi yang sangat berharga dalam keberadaan manusia, terutama untuk perangkat elektronik seperti televisi, ponsel, kulkas, mesin cuci, dan sebagainya. Seiring dengan pertumbuhan populasi dan kemajuan teknologi yang cepat, kebutuhan energi listrik meningkat. Akibatnya, kebutuhan listrik masyarakat yang meningkat harus seimbang dengan penyediaan energi listrik yang memadai untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Sebagai penyedia layanan pelanggan energi listrik, PT PLN (Persero) selalu berinovasi untuk memastikan pasokan dari listrik itu terpenuhi. Memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat dapat dicapai dengan berbagai metode, termasuk pemeliharaan sistem Listrik, membangun pembangkit dan gardu induk baru untuk memastikan sistem berjalan secara teratur dan optimal.

Pusat pembangkit listrik menghasilkan energi listrik yang digunakan oleh konsumen, yang kemudian didistribusikan melalui jalur transmisi, di mana tegangan dikurangi menjadi tegangan menengah sebelum didistribusikan ke konsumen melalui saluran distribusi. Penurunan tegangan dan hilangnya daya dapat terjadi selama proses distribusi karena jarak yang jauh antara jalur dan beban. Hal ini dapat mengakibatkan kerugian bagi konsumen dan penyedia layanan energi karena mengurangi kualitas pasokan listrik. Karena penurunan tegangan dan kehilangan daya tidak dapat dicegah sepenuhnya, yang dapat dilakukan adalah menjamin bahwa penurunan tegangan dan kehilangan daya yang terjadi tetap berada dalam batas yang ditetapkan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh T. Ahlul Arif Maulana (2019), yang membahas tentang bagaimana menganalisis penurunan tegangan yang terjadi pada jaringan distribusi pada penyulang Ulee Kareng di Banda Aceh [1] dan oleh KGS M Rusdandi Amali Rizki (2021) yang menganalisa bagaimana terjadinya kerugian daya dan penurunan tegangan pada jaringan distribusi pada penyulang kenari di gardu induk seduduk putih Palembang [2]. Berdasarkan latar belakang ini, penulis berminat untuk melakukan proyek akhir dengan menganalisa penurunan tegangan dan kerugian daya yang terjadi pada salah satu penyalang di gardu induk bukit siguntang yaitu penyulang banteng.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Masalah penelitian ini tentang bagaimana terjadinya penurunan tegangan dan kerugian daya yang terjadi pada salah satu penyalang di gardu induk bukit siguntang yaitu penyulang banteng.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan besarnya nilai penurunan tegangan serta kehilangan daya yang terjadi pada salah satu penyalang di gardu induk bukit siguntang yaitu penyulang banteng.
2. Menganalisa dan membandingkan penurunan tegangan dan kehilangan daya pada standar toleransi yang ditentukan dalam standarisasi SPLN PLN 1995 oleh PT. PLN (Persero). Kisaran toleransi adalah -10% hingga + 5% dari tegangan nominal.

## **1.4 Batasan Masalah**

Permasalahan yang dijelaskan dalam studi ini terbatas pada perhitungan dan analisis penurunan tegangan dan hilangnya daya pada salah satu penyalang di gardu induk bukit siguntang yaitu penyulang banteng.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Metode penulisan yang dipakai pada penelitian ini memakai metode penulisan berikut ini:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada pendahuluan berisi kajian yang melatar belakangi, masalah yang terjadi, tujuan dari penelitian ini, batasan pembahasan, serta sistem ataupun skema metode .

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

membahas konsep teori yang akan menjadi rujukan untuk penelitian ini, serta ketentuan yang sesuai untuk penelitian dan formula yang diperlukan.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada bab ini dimulai dari mengumpulkan data, rincian analisa, menentukan lokasi dan menjadwalkan waktu pelaksanaan penelitian, dan membuat alur penelitian untuk penelitian ini.

### **BAB IV PEMBAHASAN**

Pada bab IV membahas penghitungan tegangan yang jatuh dan rugi daya yang terjadi di saluran distribusi lalu membandingkan data dengan standarisasi yang ditetapkan PLN.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Dibab ini berisikan tentang kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan serta saran di berikan untuk penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Ahlul Arif Maulana, “Analisis Jatuh Tegangan Jaringan Distribusi Primer 20 kV Pada Penyulang Ulee Kareng PT. PLN (Persero) Banda Aceh,” Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 2019.
- [2] KGS M Rusdandi Amali Rizki, “Analisa Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 KV pada Penyulang Kenari Gardu Induk Seduduk Putih Palembang,” Universitas Sriwijaya, Indralaya, 2021.
- [3] M. A. Ilyas, “pp. 48–113,” *48 Universitas Sumatera Utara*, 2016.
- [4] M. T. Wikarsa, “Studi Analisis Program Percepatan 10.000 MW Tahap I pada Operasi Sistem Tenaga Listrik Jawa Bali,” *Jakarta: Universitas Indonesia*, vol. 14, 2010.
- [5] R. B. Binilang, H. Tumaliang, and F. Lisi, “Studi Analisa Rugi Daya Pada Saluran Distribusi Primer 20 Kv Di Kota Tahuna,” *J. Tek. Elektro dan Komput*, vol. 6, no. 2, pp. 69–78, 2017.
- [6] L. S. P. S. M. Nolki Jonal Hontong and Maickel Tuegeh ST. MT, “Analisa Rugi Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di Pt. Pln Palu,” *J. Tek. Elektro dan Komput*, vol. 4, no. 1, pp. 64–71, 2015.
- [7] A. Tanjung, “Rekonfigurasi Sistem Distribusi 20 Kv Gardu Induk Teluk Lembu Dan Pltmg Langgam Power Untuk Mengurangi Rugi Daya Dan Drop Tegangan,” vol. 11, no. 2, pp. 160–166, 2014.
- [8] V. Naomia et al, “Cyclotron Berdasarkan Jatuh Tegangan ( Studi Kasus Pada Pt . Pln ( Persero ),” *P-ISSN2614- 5499 E-ISSN2614-5164*, vol. 1, 2018.
- [9] C. Paripurna, “Analisis Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Saluran Distribusi Tegangan Menengah 20 kV pada Penyulang Padjajaran Gardu Induk New Jakabaring,” Universitas Sriwijaya, Indralaya, 2020.
- [10] Suhadi dkk, *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- [11] M. Djiteng, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2006.
- [12] Dandy Oktapiansyah, “Analisa Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Rugi-Rugi Penghantar pada Transformator Distribusi I.595 PT PLN (Persero) WS2JB Cabang Palembang Rayon Sukarami,” Universitas Sriwijaya, Indralaya, 2020.

- [13] A. R. Lisiani and Syaifurrahman, ““Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya ( Cos Phi ),” *J. Untan*, vol. 1, no. 3, pp. 1–9, 2020.
- [14] 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.
- [15] T. A. Putri, “Analisis Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan pada Penyulang Anggur di PT PLN (Persero) Gardu Induk BoomBaru Palembang,” Universitas Sriwijaya, Indralaya, 2021.
- [16] M. Fadhliyansyah, “Analisis Perhitungan Rugi-Rugi Transformator Akibat Harmonisa,” *Stud. Kasus Gardu Distrib. SMTI Pontianak*,” no. 6, pp. 1–7, 2017.
- [17] Suprianto, “Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT.PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu,” *J. Electr. Technol*, vol. 3, p. no. 2, pp. 64–72, 2018.
- [18] PLN, *SPLN 1:1995 Tegangan-Tegangan Standar*. jakarta: PT PLN (Persero), 1995.