

**ANALISIS DROP TEGANGAN PADA KONFIGURASI  
PENYULANG FORD 20 KV MENGGUNAKAN LOAD FLOW  
ANALISIS ETAP DI PT.PLN (PERSERO) WS2JB AREA  
PALEMBANG RAYON KENTEN**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik Strata Satu (S1), Pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tridianti**

**Oleh :**

**IKANG HARYA YULIANTO**

**1802230506**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS TRIDINANTI**

**2024**

**ANALISIS DROP TEGANGAN PADA KONFIGURASI  
PENYULANG FORD 20 KV MENGGUNAKAN LOAD FLOW  
ANALISIS ETAP DI PT.PLN (PERSERO) WS2JB AREA  
PALEMBANG RAYON KENTEN**



**SKRIPSI**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Guna Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik Strata Satu (S1), Pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Tridianti**

**Oleh :**



**IKANG HARYA YULIANTO**

**1802230506**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TRIDINANTI  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Ikgang Harya Yulianto  
Nomor Pokok : 1802230506  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata-1  
Judul Skripsi : Analisis Drop Tegangan Pada Konfigurasi  
Penyulang Ford 20 kV Menggunakan Load Flow Analisis  
Etap Di PT PLN (Persero) WS2JB Area Palembang Rayon  
Kenien

Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dina Fitria, ST.MT.

Pembimbing II



Mo'a. Wehyu Amirullah, ST.,MT.

Mengetahui :

Dekan,



Ir. Zulkarnain Fatouli, M.T.M.M

Palembang, Februari 2024

Ketua Program Studi,



Dina Fitria, ST.MT

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ikgang Harya Yulianto  
Nomor Pokok : 1802230506  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata-1  
Judul Skripsi : Analisis Drop Tegangan Pada Konfigurasi  
Penyalang Ford 20 kV Menggunakan Load Flow Analisis  
Etap Di PT PLN (Persero) WS2JB Area Palembang Rayon  
Kenten

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni karya saya sendiri. Bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulis skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun /atau pidana denda paling banyak Rp 200.000.000,- (dua ratus juta rupiah)

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, Februari 2024

  
  
METRAI  
TEMPEL  
1A00813717236  
Ikgang Harya Yulianto

## MOTTO

**“Kebanyakan dari kita tidak mensyukuri apa yang sudah kita miliki, tetapi kita selalu menyesali apa yang belum kita capai.”.**

**Tugas akhir ini kupersembahkan kepada:**

- **Kedua orang tuaku tercinta**
- **Almamater yang ku banggakan**
- **Sahabat dan teman seperjuangan**

## **ABSTRAK**

PLN di Gardu Induk kerten memiliki 2 trafo dengan kapasitas 2 x 60 MVA. Pada trafo pertama menyuplai 9 penyulang yaitu Mercedes, BMW, Nissan, Volvo, Mazda, Hummer, Ford, Chevrolet dan Subaru. Untuk trafo kedua terdapat 9 penyulang juga. Penyulang Ford memiliki panjang penghantar 109,20 kms. Kondisi saat ini penyulang Ford memiliki drop tegangan 16 kV dengan persentase 20% melebihi batas ketentuan yang diizinkan PT.PLN (Persero) yang diatur pada SPLN T6.001:2013 yakni sebesar  $\pm 10\%$  dari tegangan normal sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa Drop Tegangan Pada Penyulang Ford 20 kV Menggunakan Load Flow Analysis Etap. Hasil penelitian dari perhitungan manual tegangan ujungnya sebesar 16.146,555 V dengan persentase dropnya sebesar 19,3%. Dalam kondisi simulasi ETAP open loop didapatkan hasil tegangan ujung penyulang ford sebesar 15,900 V dengan persentase dropnya sebesar 20,5% dan pada saat sudah perbaikan dengan close loop tegangan ujung pada penyulang ford yaitu 19,100 V dengan persentase dropnya sebesar 4,5%.

***Kata kunci : Drop Tegangan, Konfigurasi Penyulang, ETAP, Penyulang Ford, Load Flow Analysis***

## **ABSTRACT**

*PLN at the Kenten Main Substation has 2 transformers with a capacity of 2 x 60 MVA. The first transformer supplies 9 feeders, namely Mercedes, BMW, Nissan, Volvo, Mazda, Hummer, Ford, Chevrolet and Subaru. For the second transformer there are also 9 feeders. The Ford feeder has a conductor length of 109.20 kms. The current condition of the Ford feeder has a voltage drop of 16 kV with a percentage of 20% exceeding the limit permitted by PT. PLN (Persero) which is regulated in SPLN T6.001:2013, namely  $\pm 10\%$  of the normal system voltage. This research aims to analyze the voltage drop on the 20 kV Ford feeder using Load Flow Analysis Etap. The research results from manual calculations of the tip voltage were 16,146,555 V with a drop percentage of 19.3%. In open loop ETAP simulation conditions, the results obtained were that the end voltage of the ford feeder was 15,900 V with a drop percentage of 20.5% and when it was repaired with a closed loop, the end voltage on the ford feeder was 19,100 V with a drop percentage of 4.5%.*

*Keywords: Voltage Drop, Feeder Configuration, ETAP, Ford Feeder, Load Flow Analysis*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan atas segala rahmat, karunia dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini yang berjudul “Analisis Drop Tegangan Pada Konfigurasi Penyulang Ford 20 kV Menggunakan Load Flow Analisis Etap Di PT PLN (Persero) WS2JB Area Palembang Rayon Kenten” yang disusun guna memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Yth. :

- 1. Ibu Dina Fitria, ST.MT. Selaku pembimbing I**
- 2. Bapak Moh. Wahyu Aminullah, ST,.MT. selaku pembimbing II**

Ucapan Terima kasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir.H. Edizal AE,.MS Selaku Rektor Universitas Tridianti
2. Bapak Ir. Zulkarnain Fatoni,M.T.,M.M. Selaku Dekan Universitas Tridianti
3. Ibu Dina Fitria, ST.MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
4. Staff Dosen dan Karyawan Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridianti

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih perlu penyempurnaan yang lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Palembang, Februari 2024

Penulis

Ikang Harya Yulianto



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Landasan Teori .....	5
2.1.1. Dasar Teori Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	5
2.1.2. Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik .....	6
2.1.3. Jaringan Sistem Distribusi Primer .....	7
2.1.4. Sistem Jaringan Distribusi Radial. ....	8
2.1.5. Sistem Jaringan Distribusi Loop .....	8
2.1.6. Sistem Jaringan Distribusi Spindel.....	9
2.1.7. Gardu Distribusi .....	10
2.1.8. Resistansi Penghantar .....	11
2.1.9. Model Saluran Distribusi.....	12

2.1.10. Saluran udara (Overhead Lines).....	13
2.1.11. Tegangan Jatuh.....	15
2.1.12. ETAP (Electric Transient and Analysis Program) .....	17
2.1.13. Standar Simbol ETAP .....	18
2.1.14. Penelitian Terdahulu.....	19
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Lokasi Penelitian.....	21
3.2 Jenis Penelitian.....	21
3.3 Metode Load Flow Analysis .....	21
3.4 Data Pendukung Penyulang Ford.....	24
3.5 Transformator 1 Gardu Induk Kenten.....	24
3.6 Data Konfigurasi jaringan Penyulang Ford .....	26
3.7 Penentuan Resistansi dan Reaktansi Jaringan Distribusi.....	27
3.8 Diagram Penelitian.....	31
<b>BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA</b>	
4.1 Drop Tegangan pada Penyulang Ford.....	32
4.2 Perhitungan Manual dan Simulasi ETAP .....	32
4.2.1. Perhitungan Manual .....	32
4.2.2. Konfigurasi Open Loop pada jaringan Penyulang Ford .....	39
4.2.3 Konfigurasi Close Loop Pada Penyulang Ford.....	44
4.3 Analisa dari hasil perhitungan manual dan simulasi open loop dan close Loop.....	47
4.3.1 Hasil dari perhitungan manual.....	47
4.3.2 Hasil Dari Simulasi Etap Open Loop dan Close Loop.....	47
4.4 Perbandingan Hasil Drop Tegangan.....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Pembagian/Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik .....	6
2.2 Sistem Jaringan Distribusi Radial .....	8
2.3 Sistem Jaringan Distribusi Loop .....	9
2.4 Rangkaian ekivalen saluran distribusi.....	13
2.5 Diagram fasor saluran distribusi.....	16
3.1 Single Line Diagram Gardu Induk Kenten.....	23
3.2 Diagram Alur Penelitian.....	31
4.1 Rangkaian ekivalen jatuh tegangan ( $\Delta V$ ) hasil perhitungan pada penyulang ford.....	38
4.2 Load Flow Analysis konfigurasi jaringan distribusi Loop.....	40
4.3 Kondisi Sebelum Parallel Jaringan penyulang Ford.....	42
4.4 Nilai tegangan Ujung Penyulang Ford sebelum parallel.....	43
4.5 Tegangan ujung saat kondisi parallel penyulang Ford.....	45
4.6 Grafik Perbaikan Tegangan.....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 KHA SUTM sesuai SPLN 64 1985.....	14
2.2 Tahanan ( R ) dan reaktansi ( XL ) penghantar AAAC tegangan 20 kV.....	14
2.3. Penelitian terdahulu.....	19
3.1 KHA terus menerus Kabel Pilin Udara penghantar aluminium.....	24
3.2 Panjang Jenis Penghantar di Gardu Induk Kenten Penyulang Ford .....	24
3.3.Data Transformator daya 60 MVA .....	25
3.4 Data Panjang Main line Penyulang .....	25
3.5 Data Kapasitas Trafo pada Main line Penyulang Ford .....	26
3.6 Tahanan ( R ) dan reaktansi ( XL ) penghantar AAAC tegangan 20 kV (SPLN 64: 1985) .....	28
3.7 Tahanan, induktansi dan kapasitansi kabel isolasi XLPE: N2XSEKBY/NA2XSEKBY tegangan 12 / 20 kV(IEC. 502).....	28
3.8 Hasil Perhitungan Tahanan R dan X pada Penyulang Ford.....	29
3.9 Arus Beban Puncak Pada Gardu Distribusi.....	30
4.1 Hasil Perhitungan Drop Tegangan Penyulang Ford GI Kenten.....	38
4.2 Titik manuver antar Penyulang.....	41
4.3 Nilai tegangan ujung Penyulang sebelum parallel hasil simulasi ETAP...	43
4.4 Drop tegangan Penyulang Ford.....	44
4.5 Drop Tegangan Penyulang Ford Sebelum dan Setelah Paralel.....	45
4.6 Hasil Perhitungan Manual.....	47
4.7 Hasil Perhitungan ETAP Open Loop dan Close Loop.....	47
4.8 Hasil Drop Tegangan.....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Singel Line Diagram Penyulang Ford Di PT. PLN (Persero) Di Unit Gardu Induk Kenten
2. SPLN T6.001 : 2013 Tegangan Tegangan Standar
3. SPLN 64:1985 Impedansi Kawat Penghantar
4. Data Penyulang Ford
5. Data Perhitungan Drop Tegangan
6. SK Pengesahan Judul Skripsi
7. Kartu Bimbingan Skripsi
8. Saran-Saran Hasil Sidang Skripsi
9. Keterangan Perbaikan Skripsi Dari Hasil Sidang Sarjana
10. Surat Izin Pengambilan Data Di PT. PLN (Persero) Di Unit Gardu Induk Kenten

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam sistem distribusi energi listrik, salah satu persyaratan keandalan sistem penyaluran adalah kualitas tegangan yang baik dan stabil. Salah satu permasalahan yang dihadapi saat ini pada bidang distribusi tenaga listrik adalah drop tegangan. Drop tegangan merupakan selisih antara tegangan kirim dan tegangan terima. Apabila terjadi drop tegangan hingga di luar batas toleransi yang diizinkan maka akan mengganggu kinerja peralatan listrik yang ada [1].

PLN di Gardu Induk Kenten memiliki 2 trafo dengan kapasitas 2 x 60 MVA. Pada trafo pertama menyuplai 9 penyulang yaitu Mercedes, BMW, Nissan, Volvo, Mazda, Hummer, Ford, Chevrolet dan Subaru. Untuk trafo kedua terdapat 9 penyulang juga. Penyulang Ford memiliki panjang penghantar 109,20 kms. PT.PLN (Persero) WS2JB Area Palembang Rayon Kenten Pada tahun 2021 daya tersambung 137 MVA naik 2 MVA pada tahun 2022 menjadi 139 MVA, pada tahun 2023 sebesar 150 MVA.

Pada tahun 2021 sampai 2022 pertumbuhan daya tersambung relatif kecil dibandingkan dengan tahun 2023 dengan daya tersambung mengalami kenaikan cukup signifikan. Pada tahun 2021 sampai dengan 2022 pola operasi pada jaringan Penyulang Ford menggunakan sistem *open loop*. Pada saat itu tegangan pada ujung jaringan mencapai 16 kV sampai dengan 18 kV, sehingga kondisi tap trafo pada jaringan ujung pada posisi 4 atau 5 menyesuaikan dengan tegangan primer. Kondisi tersebut menyebabkan kenaikan pada arus jaringan primer

sehingga meningkatkan pemakaian KWH distribusi dan menyebabkan kenaikan susut teknik 2% sampai dengan 3% tiap kenaikan 1 tap pada masing-masing trafo distribusi. Pada tahun 2022 sampai dengan tahun 2023 pertumbuhan daya tersambung semakin meningkat menyebabkan tegangan ujung pada Penyulang Ford mengalami drop tegangan mencapai 14 kV sampai dengan 16 kV. Sehingga diperlukan solusi untuk memperbaiki tegangan ujung jaringan distribusi.

Berdasarkan SPLN T6.001 : 2013. PLN harus menjaga tegangan distribusi pada kondisi pelayanan normal direkomendasikan bahwa tegangan tertinggi dan terendah perbedaannya tidak lebih  $\pm 10\%$  dari tegangan nominal sistem. Berdasarkan data PT.PLN (Persero) WS2JB Area Palembang Rayon Kenten Penyulang Ford dari GI Kenten tidak memiliki kualitas yang baik dikarenakan terdapat drop tegangan yang melebihi standar PLN yaitu 20 % sebesar 16 kV, dan dibutuhkan penganalisaan terhadap saluran jaringan distribusi pada penyulang tersebut. Sehingga hal ini dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan dikarenakan rugi-rugi daya sehingga penjualan KWH tidak maksimal, juga pelanggan sebagai pengguna jasa listrik menuntut pelayanan dan kualitas tegangan yang baik agar tidak merusak peralatan listrik milik pelanggan.

Dari uraian masalah di atas penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian berjudul **“Analisis Drop Tegangan Pada Konfigurasi Penyulang Ford 20 kV Menggunakan *Load Flow Analisis* Etap Di PT PLN (Persero) WS2JB Area Palembang Rayon Kenten”**

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Apa yang menyebabkan drop tegangan pada Penyulang Ford Gardu Induk Kenten?
2. Bagaimana pengaruh konfigurasi *Open Loop* dan *Close Loop* pada Penyulang Ford terhadap kualitas tegangan?

## 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui penyebab drop tegangan pada tegangan Penyulang Ford Gardu Induk Kenten.
2. Mengetahui pengaruh konfigurasi *Open Loop* dan *Close Loop* pada Penyulang Ford terhadap kualitas tegangan?

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan adalah untuk menganalisa Drop Tegangan Pada Konfigurasi Penyulang Ford 20 kV Menggunakan Load Flow Analisis Etap Di PT PLN (Persero) WS2JB Area Palembang Rayon Kenten

## 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini mencakup beberapa bagian antara lain :



1. Metode Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data dengan mempelajari referensi yang berbentuk jurnal ilmiah, buku-buku literatur, dan pencarian dengan bantuan internet yang berhubungan dan menunjang dengan topik pembahasan pada skripsi ini.

2. Metode Observasi

Penulis melakukan tinjauan secara langsung di PT. PLN (Persero) Gardu induk kerten untuk mengumpulkan data-data sistem kelistrikan mengenai topik yang dibutuhkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tharo, Z., Tarigan, A. D., Anisah, S., & Yuda, K. T. (2020, September). Penggunaan Kapasitor Bank Sebagai Solusi Drop Tegangan Pada Jaringan 20 Kv. In Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU (Vol. 3, No. 1, pp. 82-86).
- [2] Siburian, J. M., Siahaan, T., & Sinaga, J. (2020). Analisis Peningkatan Kinerja Jaringan Distribusi 20kv Dengan Metode Thermovisi Jaringan PT. PLN (Persero) ULP Medan Baru. Jurnal Teknologi Energi Uda: Jurnal Teknik Elektro, 9(1), 8-19.
- [3] Suhadi, dkk. (2008). Teknik Distribusi Tenaga Listrik. Departemen Pendidikan Nasional.
- [4] Ir. Badruddin. (2013). Modul II Sistem Distribusi. Hal 12
- [5] A. J. Firdaus, 2013. "Analisa Beban Section untuk Menentukan Alternatif Manuver Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang BRG3 PT PLN (Persero) Unit Layanan Salatiga," JTET (Jurnal Tek. Elektro Ter., vol. 2, no. 3,
- [6] Suprianto. (2018). Analisa Tegangan Jatuh pada Jaringan Distribusi 20 kV PT. PLN Area Rantau Prapat Rayon Aek Kota Batu. Journal Of Electrical Technology, 03(02), 2502 – 3624.
- [7] E. Erhaneli and N. Sari, 2018 "Analisa Pemindahan Beban Penyulang Sungai Sapih ke Penyulang Siteba Terhadap Drop Tegangan Di PT. PLN (Persero) Rayon Kuranji," J. Tek. Elektro, vol. 7, no.pp. 121–127,.
- [8] Gianto, R. 2020. MODEL STEADY STATE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN YANG BERBASIS PMSG UNTUK ANALISIS ALIRAN DAYA. Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 23(4), 134-142.
- [9] Tri Joko Pramono, Erlina, Soetjipto Soewono, Fatimah 2018., "Analisis Drop Tegangan Pada Jaringan Tegangan Menengah Dengan Menggunakan Simulasi Program Etap," Energi & Kelistrikan, vol. 10, no. 1, pp. 26–37, 2018.

- [10] Ilham Affandy, I Gd. Dyana Arjana Dan Cok Gede Indra Partha. 2021. Pengaruh Rekonfigurasi Penyulang Terhadap Drop Tegangan Penyulang Penebel dan Penyulang Jatiluwih.
- [11] Amrina Yusra, Muliadi dan Syukri. 2022. Analisa Jatuh Tegangan dan Losses Pada Sistem Distribusi 20 kV Penyulang Simpang Rima.
- [12] Satriani Said Akhmad, Hanifa Fauziah dan Muhammad Fahreza Ali. 2023. Rekonfigurasi Jaringan Distribusi 20 kV Untuk Mengurangi Drop Voltage Pada Penyulang Asuhan GI Daya.
- [13] Puja Nanda Kuswara, 2023. Analisis perbaikan drop tegangan pada transformator distribusi penyulang tunggal ULP Toboali dengan perubahan tapping transformator.
- [14] Andri Yamansyah, 2023. Analisis Konfigurasi Penyulang Kuda Jaringan Distribusi Untuk Mengurangi Drop Tegangan Di Pt. Pln (Persero) Ulp Rumbai.
- [15] SPLN (Standar Perusahaan Listrik Negara) T6.001 : 2013. "Tegangan Tegangan Standar".
- [16] SPLN, 1985. SPLN 64:1985 Impedansi Kawat Penghantar. Jakarta: Direksi PT. PLN (Persero).