



**ANALISIS DROP TEGANGAN PADA JARINGAN  
TEGANGAN RENDAH PT. PLN (Persero) ULP KUTACANE**

**Disusun Dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir  
Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Dari Fakultas  
Sains Dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**NAMA : ARIOLA  
NPM : 1614210119  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
KONSENTRASI : ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI  
MEDAN  
2021**

**ANALISIS DROP TEGANGAN PADA JARINGAN  
TEGANGAN RENDAH PT. PLN (Persero) ULP KUTACANE**

**Disusun Dan Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Dari Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Panca Budi**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**NAMA : ARIOLA  
NPM : 1614210119  
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO  
KONSENTRASI : ENERGI LISTRIK**

**Diketahui dan Disetujui Oleh :**

**Pembimbing I**

  
**Hj. Zuraidah Tharo, ST. MT**

**Pembimbing II**

  
**Siti Anisah, ST. MT**

**Diketahui dan Disahkan Oleh :**

**Dekan Fakultas Sains & Teknologi**



**Ketua Program Studi Teknik Elektro**

  
**Siti Anisah, ST. MT**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ariola  
NPM : 1614210119  
Prodi : Teknik Elektro  
Konsentrasi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : ANALISI DROP TEGANGAN PADA JARINGAN TEGANGAN  
RENDAH PT.PLN (persero) ULP KUTACANE

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir/Skripsi saya bukan hasil plagiat
2. Saya tidak akan menuntut perbaikan nilai Indeks Prestasi Kumulatif (IPK) setelah ujian sidang meja hijau
3. Skripsi saya dapat dipublikasikan oleh pihak lembaga, dan saya tidak akan menuntut akibat publikasi tersebut.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sebenar-benarnya, terima kasih.

Medan, 06 Agustus 2021

Yang membuat Pernyataan



ARIOLA

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya nyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang di ujukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis didalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Medan, 06 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,



ARIOLA

**NPM. 1614210119**



# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO.BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)

## PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR\*

Orang yang bertanda tangan di bawah ini :


Nama Lengkap	: ARIOLA
Tempat/Tgl. Lahir	: KUTA CANE / 00 0000
Nomor Pokok Mahasiswa	: 1614210119
Program Studi	: Teknik Elektro
Konsentrasi	: Teknik Energi Listrik
Jumlah Kredit yang telah dicapai	: 136 SKS, IPK 2.78
Nomor Hp	: 082249045324

Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut :

No.	Judul
1.	Analisis Sistem Pembebanan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah pada Penyulang PS3 di PT. PLN. (Persero) Rayon Kutacane0

Isian : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

Yang Tidak Perlu

  
 ( Ir. Bhakti Atamsyah, M.T., Ph.D. )

Medan, 27 Februari 2020

Pemohon,

  
 ( Ariola )

Tanggal : 28/02/2020  
 Disetujui oleh:  
  
 ( Hamdani, ST., MT )

---

Tanggal : 28-02-2020  
 Disetujui oleh:  
 Ka. Prodi Teknik Elektro  
  
 ( Siti Anisah, ST., MT )

Tanggal : 28-Feb-2020  
 Disetujui oleh:  
 Dosen Pembimbing I:  
  
 ( Hj Zuraidah Thana, ST., MT )

---

Tanggal : 28-02-2020  
 Disetujui oleh:  
 Dosen Pembimbing II:  
  
 ( Siti Anisah, ST., MT )

No. Dokumen: FM-UPBM-18-02

Revisi: 0

Tgl. Eff: 22 Oktober 2018

**SURAT PERNYATAAN  
PERUBAHAN JUDUL SKRIPSI**

Saya yang bertanda-tangan di bawah ini :

Nama : ARIOLA  
NPM : 1614210119  
Program Studi : Teknik Elektro  
Konsentrasi : Teknik Elektro

menyatakan **benar** bahwa judul skripsi saya mengalami perubahan sesuai dengan arahan dari dosen pembimbing saya. Judul skripsi saya pertama yang telah disetujui adalah :  
"Analisis Sistem pembebanan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah Pada Penyulang PS3 di PT. PLN ( Persero) Rayon KUTACANE"

dan judul skripsi saat ini setelah diubah adalah :

"Analisis drop Tegangan pada ~~pada~~ jaringan tegangan rendah PT, PLN ( Persero) ULP KUTACANE"

Demikian surat pernyataan ini saya perbuat dengan sebenar-benarnya.

Medan, 24 Agustus 2020

Dibuat oleh,



**ARIOLA**

NPM. 1614210119

Diketahui oleh,

Dosen Pembimbing I.



**Zuraidah Tharo, ST. MT**

Dosen Pembimbing II



**Siti Anisah, ST.MT**



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

## UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808  
MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

### LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : ARIOLA  
NPM : 1614210119  
Program Studi : Teknik Elektro  
Jenjang Pendidikan : Strata Satu  
Dosen Pembimbing : Siti Anisah, ST., MT  
Judul Skripsi : Analisis Drop Tegangan pada Jaringan Tegangan Rendah PT. PLN (Persero) ULP Kutacane

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
20 Juli 2020	Acc seminar proposal	Revisi	
17 September 2020	ariola ini masih bab 1 aja ya, dan masih ada beberapa perbaikan, perbaikannya ada di komentar saya dalam file ya silakan diperbaiki dan di reupload	Revisi	
07 Oktober 2020	lanjutkan ke bab 3 ya	Revisi	
18 Oktober 2020	penulisannya mohon diperbaiki dan dilihat panduan ya	Revisi	
18 Desember 2020	Kenapa masih ada ..... nya di awal bab rio, silakan diperbaiki dan lanjutkan ke bab 4 ya	Revisi	
01 Desember 2020	Jangan menggunakan bullet and numbering, ikuti panduan penulisan ya, kalo sudah diperbaiki silakan lanjutkan ke bab berikutnya	Revisi	
04 Januari 2021	ACC seminar hasil	Disetujui	
03 April 2021	Acc Sidang Meja Hijau	Disetujui	
05 Juni 2021	ariola perbaiki sesuai dengan panduan ya, masih banyak yg belum sesuai, spasi, cetak miring	Revisi	
06 Juni 2021	diperbaiki dan di reupload kembali ya	Revisi	
09 Juni 2021	kenapa logo unpannya belum diperbaiki rio, penomoran di setiap bab baru itu di bawah ya rio, diperbaiki dulu ya rio	Revisi	
04 Juli 2021	ACC Jilid	Disetujui	

Medan, 03 Agustus 2021  
Dosen Pembimbing,



Siti Anisah, ST., MT



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

# UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808

MEDAN - INDONESIA

Website : [www.pancabudi.ac.id](http://www.pancabudi.ac.id) - Email : [admin@pancabudi.ac.id](mailto:admin@pancabudi.ac.id)

## LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : ARIOLA  
NPM : 1614210119  
Program Studi : Teknik Elektro  
Tingkat Pendidikan : Strata Satu  
Dosen Pembimbing : Hj Zuraidah Tharo, ST., MT  
Judul Skripsi : Analisis Drop Tegangan pada Jaringan Tegangan Rendah PT. PLN (Persero) ULP Kutacane

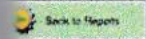
Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
1 Maret 2020	Ajukan permohonan seminar proposal	Revisi	
20 Juli 2020	ACC Sempuro	Revisi	
24 Agustus 2020	ACC ganti judul menjadi "ANALISIS DROP TEGANGAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH PT. PLN ( PERSERO) ULP KUTACANE"	Revisi	
1 September 2020	pada bab 1 perbaiki rumusan masalah dan batasan masalah	Revisi	
1 September 2020	rumusan merupakan buah pikiran kenapa analisis ini dilakukan, batasan merupakan hal-hal yg tidak kita bahas dalam tulisan ini	Revisi	
1 September 2020	bab 2, mungkin perlu ditambahkan teori tentang saluran tegangan rendah	Revisi	
1 September 2020	tujuan harus relevan dengan rumusan masalah untuk point 2 belum sinkron	Revisi	
1 September 2020	lanjutkan ke bab 2	Revisi	
1 Oktober 2020	lihat panduan cara penulisan judul tabel	Revisi	
1 Oktober 2020	lanjutkan ke bab 3	Revisi	
1 Oktober 2020	dalam metode penelitian jangan semua ditulis, tulis yang hanya digunakan dalam penelitian ini	Revisi	
1 Oktober 2020	buat diagram alir dari penelitian ini	Revisi	
1 Desember 2020	lengkapi penulisan skripsi sesuai panduan	Revisi	
1 Desember 2020	bab 1 rapikan kembali sesuai panduan, seperti no hal, dan spasi	Revisi	
1 Desember 2020	bab 2, tambahkan teori tentang beban / daya listrik (daya semu, daya aktif dan daya reaktif) dan komponen-komponen jaringan distribusi. Tidak membahas beban seimbang dan atau beban tidak seimbang	Revisi	
1 Desember 2020	bab 3, tidak ada lagi teori dalam bab ini, hanya menjelaskan pendekatan penelitian, waktu dan tempat, tahapan penelitian dan data hasil penelitian	Revisi	
1 Desember 2020	bab 4, Langsung tunjukkan hasil penelitian dan lakukan perhitungannya sekaligus pembahasannya. Hanya itu. Tabel tidak boleh dalam bentuk gambar harus diketik ulang buat tabelnya.	Revisi	
1 Januari 2021	Acc seminar Hasil	Disetujui	
1 April 2021	ACC Sidang Meja Hijau	Disetujui	
1 Juli 2021	periksa lagi petan-petan ya... tulisannya banyak yg salah dari mulai pengesahan sampai akhir, perhatikan penulisan titik, koma, spasi dll	Revisi	
1 Juli 2021	ACC Jilid	Disetujui	

Medan, 03 Agustus 2021  
Dosen Pembimbing,



Hj Zuraidah Tharo, ST., MT





### Plagiarism Detector v. 1864 - Originality Report 5/5/2021 9:36:03 AM

Analyzed document: ARIOLA\_1614210119\_TEKNIK ELEKTRO.doc License: Universitas Pembangunan Panca Budi\_License03

- Comparison Preset: Rewrite
- Detected language: [unlabeled]
- Check type: Internet Check



General document body analysis:

- Relation chart



- Distribution graph



- Top sources of plagiarism: 25



**SURAT KETERANGAN PLAGIAT.CHECKER**

Dengan ini saya Ka.LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir/ Skripsi/Tesis selama masa pandemi *Covid-19* sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13/R/2020 Tentang Pemberitahuan Perpanjangan PBM Online.

Demikian disampaikan.

NB: Segala penyalahgunaan/pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB.



Girihadi Murni, BA., MSc

No. Dokumen : PM-UJMA-06-02	Revisi : 00	Tgl Eff : 23 Jan 2019
-----------------------------	-------------	-----------------------



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI  
LABORATORIUM ELEKTRO  
Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambang Teip. 061-8455571  
Medan - 20122

**KARTU BEBAS PRAKTIKUM**  
**Nomor. 26/BL/LTPE/2021**

Yang bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Elektro dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : ARIOLA  
N.P.M. : 1614210119  
Tingkat/Semester : Akhir  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Benar dan telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 06 Mei 2021  
Ka. Laboratorium

[ Approve By System ]  
D T O  
Hamdani, S.T., M.T.



No. Dokumen : FM-LEKTO-06-01      Revisi : 01      Tgl. Efektif : 04 Juni 2015



**YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA**  
**PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**  
Jl. Jend. Gatot Subroto Km. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122

**SURAT BEBAS PUSTAKA**  
**NOMOR: 4123/PERP/BP/2021**

Kepala Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan atas nama saudara/i:

Nama : ARIOLA  
N.P.M. : 1614210119  
Tingkat/Semester : Akhir  
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Bahwasannya tertitng sejak tanggal 05 Mei 2021, dinyatakan tidak memiliki langugngan dan atau pinjaman buku sekaligus tidak lagi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 05 Mei 2021  
Diketahui oleh,  
Kepala Perpustakaan,

  
Sugiarjo, S.Sos., S.Pd.I

: Permohonan Meja Hijau

Medan, 03 Agustus 2021  
 Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan  
 Fakultas SAINS & TEKNOLOGI  
 UNPAB Medan  
 Di -  
 Tempat

Yang hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ARIOLA  
 Tempat/Tgl. Lahir : Kutacane / 27 April 1998  
 Nama Orang Tua : MARDIWAN  
 No. M : 1614210119  
 Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI  
 Program Studi : Teknik Elektro  
 No. HP : 082249045324  
 Tempat : KUTACANE

Yang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul Analisis Drop Tegangan pada Jaringan Tegangan Rendah PT. PLN (Persero) ULP Kutacane, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
  2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indeks prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
  3. Telah tercapai keterangan bebas pustaka
  4. Tertampir surat keterangan bebas laboratorium
  5. Tertampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
  6. Tertampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
  7. Tertampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
  8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjiilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang bertaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangi dosen pembimbing, prodi dan dekan
  9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
  10. Tertampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
1. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkas di masukan kedalam MAP
2. Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan perincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	1,000,000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,750,000
<b>Total Biaya</b>	<b>: Rp.</b>	<b>2,750,000</b>

Ukuran Toga : L

Setahu/Disetujui oleh :



Hormat saya



ARIOLA  
 1614210119

Medani, ST., MT.  
 Dosen Fakultas SAINS & TEKNOLOGI

Pen :

1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila ;
  - o a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAB Medan.
  - o b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk - Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.

# **ANALISIS DROP TEGANGAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH PT. PLN (Persero) ULP KUTACANE**

**Ariola\***

**Hj.Zuraidah Tharo,ST.MT\*\***

**Siti Anisah,ST.MT\*\***

**Universitas Pembangunan Panca Budi**

## **ABSTRAK**

Kebutuhan masyarakat akan energi listrik semakin meningkat dari tahun ketahun, seiring meningkatnya pertambahan jumlah penduduk akan mengarah pada pembangunan permukiman, pembangunan pusat-pusat perdagangan dan pembangunan industri yang memiliki tegangan rendah sehingga tingkat perekonomian masyarakat akan mengalami perubahan,Dengan demikian akan mempengaruhi penyediaan energi listrik yang dikelola oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) . Secara umum, konsumen mengharapkan sistem pelayanan tenaga listrik yang kontinu dan dengan mutu yang baik. Salah satu persyaratan keandalan sistem penyaluran tenaga listrik adalah kualitas tegangan yang baik dan stabil. Meskipun kontinuitas suplai energi listrik terjamin, namun belum tentu dapat hmempertahankan tegangan agar tetap stabil.

Kata kunci:. Tegangan Rendah, PLN

\*Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : [ariola.2021@gmail.com](mailto:ariola.2021@gmail.com)

\*\*Dosen Program Studi Teknik Elektro

# **VOLTAGE DROP ANALYSIS ON LOW VOLTAGE NETWORK PT. PLN (Persero) ULP KUTACANE**

*Ariola\**

*Hj.Zuraidah Tharo,ST.MT \*\**

*Siti Anisah,ST.MT\*\**

*University Of Pembangunan Panca Budi*

## **ABSTRACT**

*The people's need for electrical energy is increasing from year to year, along with the increase in population it will lead to settlement development, development of trade centers and, industrial development that has low voltage so that the level of the community's economy will change, thereby affecting energy supply. electricity managed by the State Electricity Company (PLN). In general, consumers expect a continuous electric power service system with good quality. One of the reliability requirements of the power supply system is good and stable voltage quality. Although the continuity of electrical energy supply is guaranteed, it is not necessarily possible to maintain a stable voltage.*

***Keywords: low voltage, PLN***

\*Electrical Engineering Study Program Student: [ariola.2021@gmail.com](mailto:ariola.2021@gmail.com)

\*\* Lecturer Electrical Engineering Study Program

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang atas karunia dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul **“ANALISIS DROP TEGANGAN PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH PT. PLN (Persero) ULP KUTACANE”**.

Penyusunan laporan ini berjalan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Bapak Hamdani, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Sains & Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Ibu Siti Anisah, S.T., M.T, selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Ibu Hj. Zuraidah Tharo, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains & Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
5. Ibu Siti Anisah, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains & Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
6. Bapak Mardiwan, Ibu Suma Wati, S.Pd, tercinta yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan serta kasih sayang sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
7. Rekan – Rekan Kerja di PT. PLN (Persero) ULP Kutacane yang selalu memberikan dukungan.
8. Teman – Teman Mahasiswa angkatan 2016/2017 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains & Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
9. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu – persatu atas bantuan dan saran yang diberikan sehingga laporan ini selesai tepat pada waktunya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan. Akhirnya penulis hanya berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat.

**Medan, 31 Mei 2021**

**ARIOLA**  
**NPM. 1614210119**



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
PERNYATAAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Daya Listrik .....	6
2.2 Sistem Tenaga Listrik.....	7
2.3 Distribusi Sekunder .....	11
2.4 Jaringan Tegangan Rendah.....	14
2.5 Transformator .....	17
2.6 Beban Pada Transformator .....	18
2.7 Kawat Penghantar.....	20

2.8 Arus Netral.....	21
2.9 Resistansi Kawat Penghantar.....	23
2.10 Rugi – Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan.....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1 Pendekatan Penelitian.....	27
3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	27
3.3 Metode Penelitian .....	27
3.4 Tahapan Penelitian.....	28
3.5 Teknik Analisis Data .....	29
3.6 Data Hasil Penelitian .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
4,1 Langkah-langkah Menghitung Drop Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah .....	32
4.2 Perhitungan Drop Tegangan .....	32
4.3 Data dan Hasil Presentase Jatuh Tegangan.....	33
4.3.1 Gardu Distribusi KN08-51 .....	33
4.3.2 Gardu Distribusi KN08-50 .....	34
4.3.3 Gardu Distribusi KN08-48 .....	34
4.3.4 Gardu Distribusi KN08-47 .....	35
4.3.5 Gardu Distribusi KN08-46 .....	36
4.3.6 Gardu Distribusi KN08-45 .....	36
4.3.7 Dardu Distribusi KN08-44 .....	37
4.3.8 Gardu Distribusi KN08-43 .....	38
4.3.9 Dardu Distribusi KN08-42 .....	38
4.3.10 Gardu Distribusi KN08-41 .....	39
4.3.11 Gardu Distribusi KN08-40 .....	40

4.3.12 Garsu Distribudi KN08-39 .....	40
4.3.13 Gardu Distribusi KN08-38 .....	41
4.3.14 Gardu Distribusi KN08-37 .....	41
4.3.15 Gardu Distribusi KN08-36 .....	42
4.3.16 Gardu Distribusi KN08-35 .....	43
4.3.17 Gardu Distribusi KN08-34 .....	43
4.3.18 Gardu Distribusi KN08-33 .....	44
4.3.19 Gardu Distribusi KN08-32 .....	45
4.3.20 Gardu Distribusi KN08-31 .....	45
4.3.21 Gardu Distribusi KN08-30 .....	46
4.3.22 Gardu Distribusi KN08-29 .....	47
4.3.23 Gardu Distribusi KN08-28 .....	47
4.3.24 Gardu Distribusi KN08-27 .....	48
4.3.25 Gardu Distribusi KN08-26 .....	49
4.3.26 Gardu Distribusi KN08-25 .....	49
4.3.27 Gardu Distribusi KN08-24 .....	50
4.3.28 Gardu Distribusi KN08-23 .....	51
4.3.29 Gardu Distribusi KN08-22 .....	51
4.3.30 Gardu Distribusi KN08-20 .....	52
4.3.31 Gardu Distribusi KN08-19 .....	53
4.3.32 Gardu Distribusi KN08-18 .....	53
4.3.33 Gardu Distribusi KN08-17 .....	54
4.3.34 Gardu Distribusi KN08-16 .....	55
4.3.35 Gardu Distribusi KN08-15 .....	55
4.3.36 Gardu Distribusi KN08-14 .....	56
4.3.37 Gardu Distribusi KN08-13 .....	56

4.3.38 Gardu Distribusi KN08-12 .....	57
4.3.39 Gardu Distribusi KN08-11 .....	58
4.3.40 Gardu Distribusi KN08-10 .....	59
4.3.41 Gardu Distribusi KN08-9 .....	59
4.3.42 Gardu Distribusi KN08-8 .....	60
4.3.43 Gardu Distribusi KN08-7 .....	60
4.3.44 Gardu Distribusi KN08-6 .....	61
4.3.45 Gardu Distribusi KN08-5 .....	62
4.3.46 Gardu Distribusi KN08-4 .....	62
4.3.47 Gardu Distribusi KN08-3 .....	63
4.3.48 Gardu Distribusi KN08-2 .....	64
4.3.49 Gardu Distribusi KN08-1 .....	64
4.4 Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Jatuh Tegangan.....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>67</b>
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1 Segitiga Daya.....	8
Gambar 2.2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	9
Gambar 2.2.2 Gardu Distribusi .....	11
Gambar 2.4.1.1 Jaringan Sekunder Tegangan Rendah.....	16
Gambar 2.6.1 Vektor Diagram Arus .....	19
Gambar 2.7.2 Kabel Pilin NFA2X-T (TC=Twisted Cable).....	21
Gambar 2.7.3 Kabel Pilin NF2X (TC=Twisted Cable) .....	21
Gambar 2.9.2 Bentuk andongan jaringan distribusi .....	25
Gambar 3.4.1 Diagram Tahapan Penelitian.....	28
Gambar 3.5.1 Flowcart Analisis Data .....	29
Gambar 3.6.1 Diagram Alir Gardu Induk Ke Gardu Hubung .....	30
Gambar 3.6.2 Diagram Alir Gardu Hubung Ke Gardu Distribusi.....	31

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.7.1 Pcnandaan kode pengenalan .....	
Tabel 2.9.1 Resistansi kabel Instalasi tetap Pada suhu 20°C ( ) .....	
Tabel 4.3.1 Gardu Distribusi KN08-51 .....	33
Tabel 4.3.2 Gardu Distribusi KN08-50 .....	34
Tabel 4.3.3 Gardu Distribusi KN08-48 .....	35
Tabel 4.3.4 Gardu Distribusi KN08-47 .....	35
Tabel 4.3.5 Gardu Distribusi KN08-46 .....	36
Tabel 4.3.6 Gardu Distribusi KN08-45 .....	37
Tabel 4.3.7 Gardu Distribusi KN08-44 .....	37
Tabel 4.3.8 Gardu Distribusi KN08-43 .....	38
Tabel 4.3.9 Gardu Distribusi KN08-42 .....	39
Tabel 4.3.10 Gardu Distribusi KN08-41 .....	39
Tabel 4.3.11 Gardu Distribusi KN08-40 .....	40
Tabel 4.3.12 Gardu Distribusi KN08-39 .....	41
Tabel 4.3.13 Gardu Distribusi KN08-38 .....	41
Tabel 4.3.14 Gardu Distribusi KN08-37 .....	42
Tabel 4.3.15 Gardu Distribusi KN08-36 .....	43
Tabel 4.3.16 Gardu Distribusi KN08-35 .....	43
Tabel 4.3.17 Gardu Distribusi KN08-34 .....	44
Tabel 4.3.18 Gardu Distribusi KN08-33 .....	45
Tabel 4.3.19 Gardu Distribusi KN08-32 .....	45
Tabel 4.3.20 Gardu Distribusi KN08-31 .....	46
Tabel 4.3.21 Gardu Distribusi KN08-30 .....	47

Tabel 4.3.22 Gardu Distribusi KN08-29 .....	47
Tabel 4.3.23 Gardu Distribusi KN08-28 .....	48
Tabel 4.3.24 Gardu Distribusi KN08-27 .....	49
Tabel 4.3.25 Gardu Distribusi KN08-26 .....	49
Tabel 4.3.26 Gardu Distribusi KN08-25 .....	50
Tabel 4.3.27 Gardu Distribusi KN08-24 .....	51
Tabel 4.3.28 Dardu Distribusi KN08-23 .....	51
Tabel 4.3.29 Dardu Distribusi KN08-22 .....	52
Tabel 4.3.30 Gardu Distribusi KN08-20 .....	53
Tabel 4.3.31 Gardu Distribusi KN08-19 .....	53
Tabel 4.3.32 Gardu Distribusi KN08-18 .....	54
Tabel 4.3.33 Gardu Distribusi KN08-17 .....	55
Tabel 4.3.34 Gardu Distribusi KN08-16 .....	55
Tabel 4.3.35 Gardu Distribusi KN08-15 .....	56
Tabel 4.3.36 Gardu Distribusi KN08-14 .....	57
Tabel 4.3.37 Gardu Distribusi KN08-13 .....	57
Tabel 4.3.38 Gardu Distribusi KN08-12 .....	58
Tabel 4.3.39 Gardu Distribusi KN08-11 .....	59
Tabel 4.3.40 Gardu Distribusi KN08-10 .....	59
Tabel 4.3.41 Dardu Distribusi KN08-9 .....	60
Tabel 4.3.42 Gardu Distribusi KN08-8 .....	61
Tabel 4.3.43 Gardu Distribusi KN08-7 .....	61
Tabel 4.3.44 Gardu Distribusi KN08-6 .....	62
Tabel 4.3.45 Gardu Distribusi KN08-5 .....	63

Tabel 4.3.46 Gardu Distribusi KN08-4 .....	63
Tabel 4.3.47 Gardu Distribusi KN08-3 .....	64
Tabel 4.3.48 Gardu Distribusi KN08-2 .....	65
Tabel 4.3.49 Gardu Distribusi KN08-1 .....	65



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Salah satu bentuk pelayanan umum yang menyangkut dengan hajat hidup orang banyak (masyarakat) adalah utilitas. Jenis utilitas yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat adalah listrik. Listrik adalah sumber energi paling utama pada berbagai pekerjaan dalam kehidupan manusia yang penggunaannya sangat luas mulai dari rumah tinggal hingga ke industri besar.

Kebutuhan masyarakat akan Energi listrik yang semakin meningkat dari tahun demi tahun, seiring dengan pertambahan jumlah penduduk akan mengarah pada pembangunan permukiman, pengembangan pusat perdagangan dan pengembangan industri sehingga tingkat perekonomian masyarakat akan berubah sehingga mempengaruhi stok penyediaan energi listrik yang dikelola oleh Perusahaan Listrik Negara. Secara umum konsumen mengharapkan adanya sistem pelayanan tenaga listrik yang berkesinambungan dengan kualitas yang baik. Salah satu syarat kehandalan sistem catu daya adalah kualitas tegangan yang baik dan stabil. Meski kontinuitas pasokan energi listrik terjamin, belum tentu bisa menjaga kestabilan voltase.

Gardu distribusi merupakan sarana penyaluran tenaga listrik dari PLN ke pelanggan. dengan tegangan primer 20 KV lalu diubah oleh trafo menjadi tegangan sekunder 380 V (antar fasa) atau 220 V (fasa – netral). Pelanggan yang menggunakan ini adalah pelanggan TR, baik industri maupun rumah tangga.

Salah satu permasalahan yang dihadapi pada distribusi tenaga listrik jaringan tegangan rendah adalah drop tegangan. Drop tegangan merupakan selisih tegangan pada sisi kirim dengan tegangan pada sisi terima. Masyarakat yang

berada di daerah yang jauh dari gardu distribusi cenderung menerima tegangan yang nilainya lebih kecil dari pada di daerah yang dekat dengan gardu distribusi. Menurut SPLN 1:1995, toleransi tegangan Saluran Pelayanan (SP) adalah +5% dari tegangan standar tegangan rendah pada sisi pangkal dan -10% pada sisi ujung.

Besar arus yang mengalir di sepanjang kabel pilin tegangan rendah (Low Voltage Tweested Cable = LVTC) tidaklah sama, karena beban-beban hanya dihubungkan pada tiang-tiang penopang jaringan saja. Jadi dapat dikatakan bahwa besar arus pada tiang pertama lebih besar dari besar arus di tiang kedua, dan seterusnya semakin kecil hingga tiang terakhir. Sementara besarnya rugi-rugi yang terjadi di sepanjang jaringan adalah kuadrat arus dikali tahanan total kabel jaringan. Karena besar arus berbeda-beda di sepanjang jaringan, maka sangat sulit menghitung drop tegangan keseluruhan dari kawat tersebut. Akibat dari beban terdistribusi tidak merata, panjang saluran penghantar terlalu jauh, maka jumlah ketiga arus fasa tidak lagi sama dengan nol, karena beban tidak setimbang sehingga pada kawat netral akan timbul arus yang mengalir dari penghantar netral ke elektronoda bumi (*grounding rod*), sehingga timbul drop tegangan pada saluran penghantar dan rugi-rugi daya pada penghantar tersebut.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, sehingga dilakukan pembahasan tentang Analisis Drop Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah PT. PLN (Persero) ULP Kutacane.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini terdapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar kehilangan nilai tegangan jaringan sekunder pada gardu distribusi PT PLN (Persero) ULP Kutacane dengan perhitungan manual.
2. Berapa besar efisiensi penyaluran tegangan jaringan sekunder pada gardu distribusi PT PLN (Persero) ULP Kutacane.

### **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan skripsi adalah :

1. Menganalisa seberapa besar drop tegangan rendah pada jaringan sekunder dari gardu distribusi yang disuplai dari Gardu Hubung PT PLN (Persero) ULP Kutacane.
2. Menganalisa efisiensi penyaluran tegangan jaringan sekunder dari gardu distribusi yang disuplai oleh Gardu Hubung PT PLN (Persero) ULP Kutacane.

### **1.4 Batasan masalah**

Dalam penulisan skripsi ini terdapat batasan masalah sebagai berikut:

1. Tidak menghitung berapa besar kehilangan nilai tegangan jaringan primer pada gardu distribusi PT PLN (Persero) ULP Kutacane.
2. Tidak menghitung berapa besar efisiensi penyaluran tegangan jaringan primer pada gardu distribusi PT PLN (Persero) ULP Kutacane.

### **1.5 Metode Penelitian**

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menggunakan tiga macam metode yaitu:

1. Metode Literatur

Mengumpulkan bahan-bahan yang berhubungan dengan judul skripsi dari buku-buku yang ada di perpustakaan, Jurnal Penelitian, Buku SPLN, dan informasi dari internet yang terkait dengan judul skripsi.

2. Metode wawancara

Konsultasi langsung dengan orang-orang terkait yang sudah berpengalaman di jaringan distribusi baik tegangan menengah maupun tegangan rendah dan orang-orang bagian Tera Energi (TE).

3. Metode Observasi

Melakukan pengamatan di lokasi kerja PT. PLN (Persero) ULP Kutacane .

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika Penulisan dalam tugas akhir ini, adalah sebagai berikut :

### **BAB I Pendahuluan**

Merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan latar belakang permasalahan, batasan permasalahan, tujuan, metode penulisan dan sistematika penulisan.

### **BAB II Tinjauan Pustaka**

Berisikan penjelasan tentang teori-teori pendukung atau kajian secara umum dari berbagai literature yang memberikan penjelasan yang berkaitan erat dengan judul yang akan dibahas.

### **BAB III Metode Penelitian**

Bagian metode berisi tentang rancangan penelitian, subjek penelitian, instrumen, prosedur pengumpulan data, dan analisis data

#### **BAB IV Hasil Dan Pembahasan**

Hasil dan pembahasan merupakan jawaban dari rumusan masalah yang telah disampaikan di bagian pendahuluan. Bagian hasil berisi temuan penelitian yang didapatkan dari data penelitian dan berkaitan dengan hipotesis.

#### **BAB V Kesimpulan dan Saran**

Merupakan penutup dari skripsi yang berisi kesimpulan dengan disertai saran/rekomendasi yang relevan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Kumpulan referensi yang diambil dalam penulisan skripsi

#### **LAMPIRAN**

Merupakan pelengkap dari skripsi yang berkaitan dengan judul

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Daya Listrik**

Daya adalah tenaga yang dibutuhkan untuk dilakukan sebagai usaha / usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan dalam Watt. Secara matematis besarnya daya listrik dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P=VI$$

Dimana :

$P$  : adalah daya listrik (Watt)

$V$  : adalah tegangan (volt)

$I$  : adalah arus listrik (ampere)

Namun, dalam sistem tenaga listrik bolak-balik yang tegangan dan arus berubah seiring waktu, rumus sederhana di atas menjadi sedikit lebih rumit. Besaran daya, arus dan tegangan merupakan bilangan kompleks dan persamaan diatas menjadi :

$$S= I^*V$$

dimana  $S$  adalah kekuatan semu dan tanda bintang (\*) menunjukkan konjugasi bilangan kompleks  $I$  saat ini, yang berarti bahwa dalam perhitungan, tanda (positif atau negatif) komponen imajiner dari bilangan kompleks harus dibalik (positif ke negatif dan sebaliknya).

Sedangkan daya sebenarnya yang dikonsumsi oleh suatu beban atau peralatan listrik adalah daya nyata ( $P$ ) yang dinyatakan dalam watt. Dalam bentuk matematika, dirumuskan:

$$P= I_{rms} V_{rms} \cos \varphi$$

Dimana :

$P$  : daya nyata/daya aktif (Watt)

$\varphi$  : sudut yang dibentuk antara arus dan tegangan.

Ada sebuah komponen daya lainnya yang disebut dengan daya reaktif, yaitu daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Disimbolkan dengan  $Q$ , dinyatakan dalam Var dan secara matematis dituliskan :

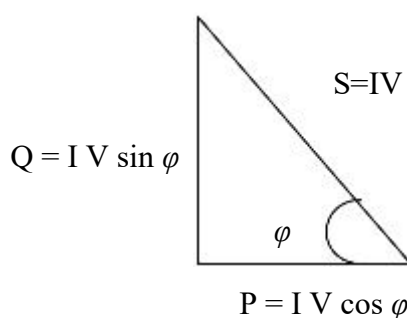
$$Q = I_{rms} V_{rms} \sin \varphi$$

Dimana :

$Q$  : daya reaktif (Var)

$\varphi$  : sudut yang dibentuk oleh arus dan tegangan.

Hubungan antara daya semu, daya aktif dan daya reaktif dapat dilihat melalui segitiga daya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 [6] :



Gambar 2.1.1 Segitiga Daya

## 2.2 Sistem Tenaga Listrik

Suatu sistem tenaga listrik yang lengkap mengandung empat unsur Pertama, pembangkit tenaga listrik. Kedua, transmisi, lengkap dengan gardu induk. Karena jaraknya yang jauh, maka diperlukan penggunaan tegangan tinggi (TT), atau tegangan extra tinggi (TET). Ketiga, distribusi, yang biasanya terdiri atas saluran distribusi primer tegangan menengah (TM) dan saluran distribusi sekunder tegangan rendah (TR). Keempat, pemakaian (utilisasi), yang terdiri atas instalasi

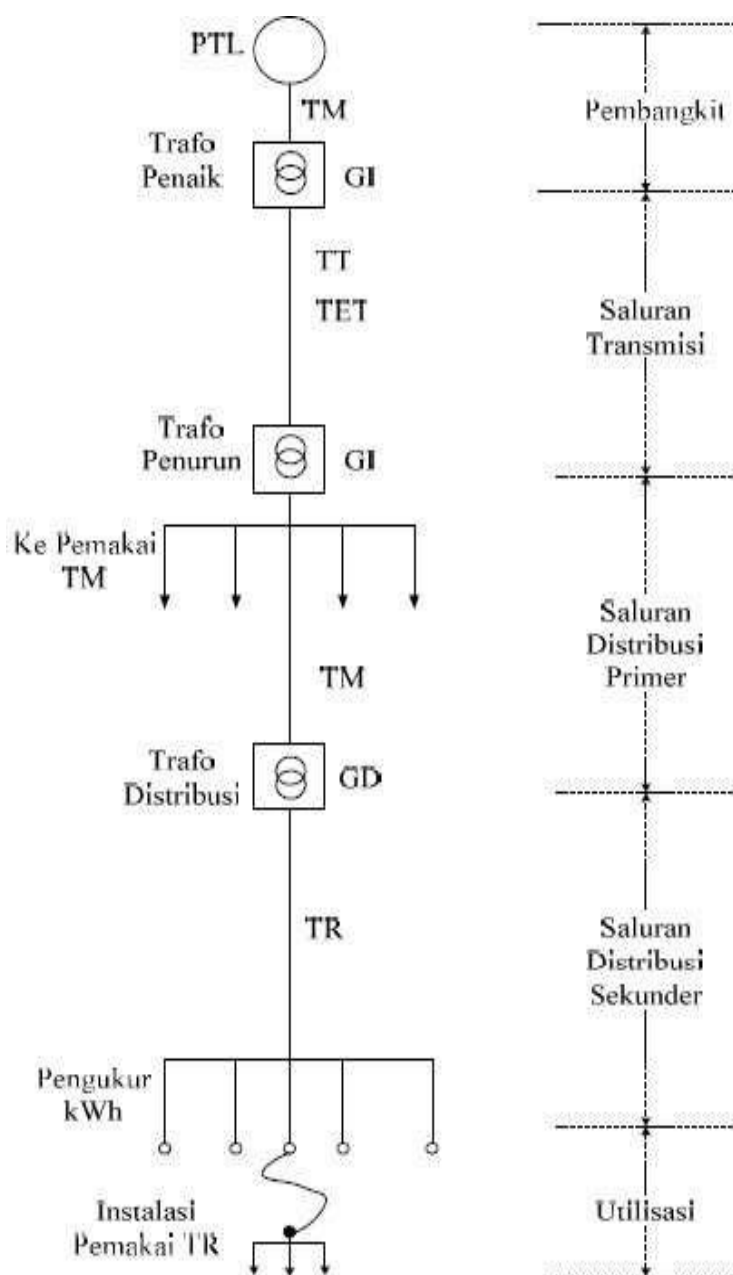
pemakaian tenaga listrik. Instalasi rumah tangga menggunakan tegangan rendah, sedangkan pemakai besar seperti industri mempergunakan tegangan menengah.

Energi listrik dibangkitkan pada pembangkit tenaga listrik (PTL) yang dapat merupakan suatu pusat listrik tenaga uap (PLTU), pusat listrik tenaga air (PLTA), pusat listrik tenaga gas (PLTG), pusat listrik tenaga diesel (PLTD), ataupun pusat listrik tenaga nuklir (PLTN). PTL biasanya membangkitkan energi listrik pada tegangan menengah (TM), yaitu pada umumnya antara 6 dan 20 KV.

Pada sistem tenaga listrik yang besar, atau jika PTL terletak jauh dari pemakai, maka tenaga listrik itu perlu diangkut melalui saluran transmisi, dan tegangannya harus dinaikkan dari TM menjadi tegangan tinggi (TT). Pada jarak yang sangat jauh malah diperlukan tegangan ekstra tinggi (TET). Menaikkan tegangan itu dilakukan di gardu induk (GI) dengan mempergunakan transformator penaik (step-up transformer).

Mendekati pusat pemakaian tenaga listrik, yang dapat merupakan suatu industri atau kota, tegangan tinggi diturunkan menjadi tegangan menengah (TM). Hal ini juga dilakukan pada suatu GI dengan mempergunakan transformator penurun (step down transformer). Di Indonesia tegangan menengah adalah 20 KV. Saluran 20 KV ini menelusuri jalan-jalan di seluruh kota, dan merupakan sistem distribusi primer.





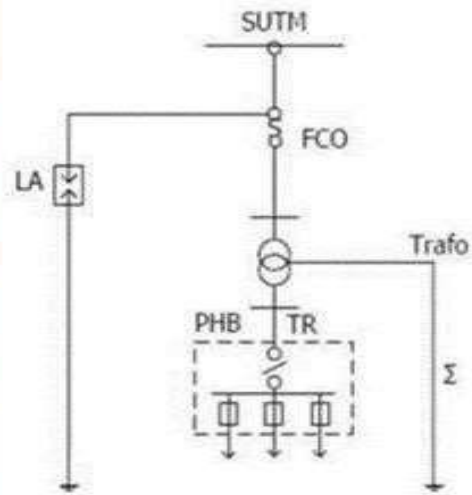
**Gambar 2.2.1 Sistem Tenaga Listrik**

Jaringan Distribusi tenaga listrik tegangan Rendah adalah bagian hilir dari suatu sistem tenaga listrik, di tepi-tepi jalan, biasanya berdekatan dengan persimpangan terdapat gardu-gardu distribusi (GD). Yang mengubah tegangan menengah menjadi tegangan rendah melalui transformator distribusi. Melalui tiang-tiang listrik yang terlihat di tepi jalan, tenaga listrik tegangan rendah

disalurkan kepada konsumen. Di Indonesia, tegangan rendah adalah 220/380 volt, dan merupakan sistem distribusi sekunder, disebut jaringan tegangan rendah (JTR). Jaringan Tegangan Rendah adalah penyaluran tenaga listrik dimulai dari sisi sekunder trafo distribusi yang mencakup seluruh bagian jaringan beserta perlengkapannya, sampai ke Alat Pengukur dan Pembatas (APP) beban.

Besar arus yang mengalir disepanjang penghantar tidaklah sama, karena titik sambungan rumah (SR) disetiap tiang TR berbeda-beda. Besar arus pada tiang pertama lebih besar dari arus di tiang kedua, dan seterusnya semakin kecil hingga tiang paling ujung. Drop tegangan adalah tegangan yang dikirim tidak sama dengan tegangan yang diterima beban, karena arus ( $I$ ) yang mengalir disepanjang penghantar berbanding lurus dengan tahanan ( $R$ ), sementara besarnya rugi-rugi daya sepanjang jaringan adalah kuadrat arus ( $I^2$ ) dikali tahanan penghantar jaringan ( $R$ ).

Oleh karena besar arus beban berbeda-beda disetiap fasa R, S, T sepanjang jaringan, menimbulkan pembebanan pada trafo sekunder adalah beban tidak seimbang, arus netral akan mengalir ke bumi lealui penghantar pembumian. maka sulit menghitung rugi-rugi daya keseluruhan dari saluran penghantar tersebut. penelitian ini menggunakan beberapa asumsi dan hasil perhitungan yang diperoleh bukanlah hasil sebenarnya akan tetapi merupakan hasil pendekatan.



(b) diagram satu garis

(a) gambar Gardu Distribusi Gardu Distribusi

### Gambar 2.2.2 Gardu Distribusi

## 2.3 Distribusi Sekunder

System jaringan sekunder yang baik pada saat ini memberikan taraf keandalan pada jaringan tegangan rendah dengan kepadatan beban yang tinggi, sehingga biayanya yang tinggi dapat dipertanggung jawabkan dan tingkat keandalan ini dipandang diperlukan.

Pada umumnya, jaringan sekunder terjadi dengan menghubungkan semua sisi tegangan rendah dari gardu-gardu transformator yang diisi oleh dua atau lebih fider tegangan menengah. Pada sisi tegangan rendah gardu distribusi terdapat saklar daya yang dioperasikan secara otomatis dan dikenal dengan nama proteksi otomatis.

Proteksi ini akan melepaskan transformator dari jaringan sekunder bila mana pengisian primer hilang tegangan sisi tegangan rendah ke sisi tegangan menengah. Saklar daya didukung oleh sebuah sekring sehingga, bila mana

proteksi otomatis gagal sekering akan bekerja dan melepaskan transformator dari jaringan sekunder.. Hal ini akan menghindari suatu arus balik dari fasa yang lain.

Jumlah pengisi primer pada sisi tegangan menengah adalah penting. Bila misalnya ada hanya dua fider, dapat terjadi bahwa suatu fider terganggu, maka akan perlu adanya kapasitas cadangan transformator yang cukup agar system yang masih bekerja tidak mengalami kelebihan beban. Jaringan sekunder tegangan rendah mendapat pengisian terbanyak dari tiga atau lebih fider, sehingga bila mana salah satu fider primer terganggu, sisa jaringan sekunder akan dapat dengan mudah menampung beban dari fider yang terganggu itu. Jaringan sekunder tegangan rendah harus didisain sedemikian rupa hingga terdapat pembagian beban dan pengaturan tegangan (*voltage regulation*) yang baik pada semua transformator, juga dalam keadaan salah satu pengisi tegangan menengah terganggu. Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Sistem ini biasanya disebut sistem tegangan rendah yang langsung akan dihubungkan kepada konsumen/pemakai tenaga listrik dengan melalui peralatan-peralatan sebagai berikut :

1. Papan pembagi pada trafo distribusi,
2. Hantaran tegangan rendah (saluran distribusi sekunder).
3. Saluran Layanan Pelanggan (SLP) (ke konsumen/pemakai)
4. Alat Pembatas dan pengukur daya (kWH. meter) serta fuse atau pengaman pada pelanggan.

Ada bermacam-macam sistem tegangan distribusi sekunder menurut standar; (1) EEI : Edison Electric Institut, (2) NEMA (National Electrical Manufactures Association). Pada dasarnya tidak berbeda dengan sistem distribusi DC, faktor utama yang perlu diperhatikan adalah besar tegangan yang diterima pada titik beban mendekati nilai nominal, sehingga peralatan/beban dapat dioperasikan secara optimal. Ditinjau dari cara pengawatannya. Saluran distribusi AC dibedakan atas beberapa macam tipe, dan cara pengawatan ini bergantung pula pada jumlah fasanya, yaitu:

- a. Sistem satu fasa dua kawat 120 Volt
- b. Sistem satu fasa tiga kawat 120/240 Volt
- c. Sistem tiga fasa empat kawat 120/208 Volt
- d. Sistem tiga fasa empat kawat 120/240 Volt
- e. Sistem tiga fasa tiga kawat 240 Volt
- f. Sistem tiga fasa tiga kawat 480 Volt
- g. Sistem tiga fasa empat kawat 240/416 Volt
- h. Sistem tiga fasa empat kawat 265/460 Volt
- i. Sistem tiga fasa empat kawat 220/380 Volt

Di Indonesia dalam hal ini PT. PLN menggunakan sistem tegangan 220/380 Volt. Sedang pemakai listrik yang tidak menggunakan tenaga listrik dari PT. PLN, menggunakan salah satu sistem diatas sesuai dengan standar yang ada. Pemakai listrik yang dimaksud umumnya mereka bergantung kepada negara pemberi pinjaman atau dalam rangka kerja sama, dimana semua peralatan listrik mulai dari pembangkit (generator set) hingga peralatan kerja (motor-motor listrik) di suplai dari negara pemberi pinjaman/kerja sama tersebut. Sebagai anggota, IEC

(International Electrotechnical Commission), Indonesia telah mulai menyesuaikan sistem tegangan menjadi 220/380 Volt saja, karena IEC sejak tahun 1967 sudah tidak mencantumkan lagi tegangan 127 Volt.

## 2.4 Jaringan Tegangan Rendah

Jaringan tegangan rendah mempunyai beberapa kriteria umum yaitu jarak gawang maksimum 40 meter untuk jaringan tegangan rendah semi underbuild. Untuk daerah yang jauh dan konsumennya sedikit, langsung dijangkau dengan jaringan tegangan menengah trafo kecil, sehingga tidak memerlukan jaringan tegangan rendah. Maksimum 50 meter untuk jaringan tegangan rendah murni dan jaringan tegangan rendah underbuild. Adapun spesifikasi komponennya antara lain :

### 1. Tiang

Jenis tiang : Tiang beton, Tiang besi. Tiang kayu atau tiang dari bahan lain dimungkinkan bila tersedia setempat dan lebih murah / ekonomis jika dibandingkan dengan tiang beton atau tiang besi, serta mempunyai umur ekonomis tidak kurang dari 10 tahun. Kekuatan : Beban kerja 100 daN. Mampu menahan tarikan beban pada jalur lurus (sudut  $< 5^\circ$  ). Untuk belokan dengan sudut  $> 5^\circ$  dipergunakan topang tarik / guy wire atau topang tekan. Panjang : 7 meter

### 2. Kabel pilin udara.

Kabel pilin udara penghantar fasa AAC dengan isolasi terbuat dari crosslink polyethylene (XLPE) serta netral sebagai penggantung terdiri dari kawat aluminium senyawa (AAAC) yang dipilin bulat padat ( SPLN 42-10: 1986 beserta revisinya.).

Ukuran kabel pilin yang dipilin sesuai yang dipilih dengan SPLN 74: 1987 adalah sebagai berikut :

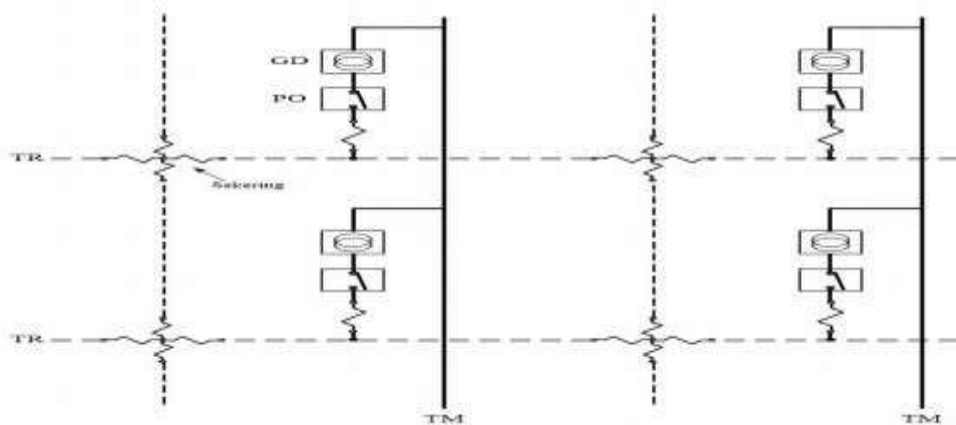
- a. Peralatan penggantung kabel pilin udara, terdiri dari :  
 Penggantung pada tiang sangga/tumpu, berfungsi hanya sebagai penggantung dari kabel pilin. Penggantung untuk belokan /sudut sudut kecil dan sudut siku siku /besar. Peralatan untuk penarik pada tiang awal / akhir atau tiang tarik. Topang Tarik (Guy wire) dipakai pada tiang awal / akhir dan tiang pada belokan dibuat dari baja dengan mutu setara baja st 37 dengan arah pilinan kanan.
- b. Klem klem sadapan untuk pencabangan dari penghantar.
- c. Penutup ujung penghantar untuk melindungi ujung / akhir pada penghantardiujung tiang akhir.

#### **2.4.1 Sambungan Rumah (SR)**

Konstruksi sambungan rumah diutamakan tanpa memakai tiang atap (dakstandar) dengan saluran masuk pelanggan diletakkan sedemikian rupa sehingga kelihatan dari luar. Pemakaian tiang atap hanya untuk melayani sambungan dari rumah ke rumah atau yang letaknya tidak pada satu sisi jalan dengan jaringan tegangan rendahnya, sehingga diperlukan tiang atap. Tiang atap dipasang dipuncak atap (wuwungan /bubungan) dan disesuaikan dengan SPLN 56:1984. Jarak bebas minimal 3 meter untuk dihalaman rumah, 4 meter untuk jalan umum; apabila tinggi rumah kurang dari 3 meter dipergunakan tiang atap sampai memenuhi syarat jarak bebas tersebut. Namun jika ternyata dengan menggunakan tiang atap, jarak bebas minimal tersebut tidak terpenuhi, maka harus dipergunakan tiang atap sambungan rumah yang disadap langsung dari trafo

dan yang disadap dari jaringan tegangan rendah. Jumlah sambungan maksimum yang masih dapat disambung merujuk pada SPLN 74 : 1987. Spesifikasi komponen. Penghantar untuk sambungan rumah ialah penghantar berisolasi dipilin, terdiri dari aluminium setengah keras (Medium hard drawn). Dipergunakan baik untuk SLP (sambungan langsung pelayanan) maupun SMP (sambungan masuk pelayanan), bagi yang memakai tiang atap atau sebagai sambungan rumah. Ukuran penghantar yang dipilih untuk SR yang disadap dari jaringan tegangan rendah adalah  $2 \times 10 \text{ mm}$  atau  $2 \times 16 \text{ mm}^2$ . Ukuran penghantar yang dipilih untuk SR yang disadap langsung dari Trafo adalah  $2 \times 10 \text{ mm}$ ,  $2 \times 16 \text{ mm}^2$ ;  $2 \times 25 \text{ mm}^2$ . Alat pengukur dan pembatas (APP). Terdiri dari :

1. kwh meter.
2. MCB yang disesuaikan dengan daya pada konsumen.
3. Kotak APP
4. Pembumian SR disesuaikan dengan SPLN 3:1978" Pentanahan jaringan tegangan rendah PLN dan pentanahan instalasi" serta SPLN 27:1980, "Pentanahan konsumen untuk kelistrikan desa.



**Gambar 2.4.1.1 Jaringan Sekunder Tegangan Rendah**



*Keterangan:*

*GD = Gardu Distribusi      TM = Tegangan Menengah*

*PO = Proteksi Otomatik      TR = Tegangan Rendah*

## **2.5 Transformator**

Transformator merupakan suatu alat listrik statis yang dapat memindahkan dan mengubah tegangan dan arus bolak-balik dari suatu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain dengan nilai yang sama maupun berbeda besarnya pada frekuensi yang sama, melalui gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Pada umumnya transformator terdiri atas sebuah inti yang terbuat dari besi berlapis, dan dua buah kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Rasio perubahan tegangan akan tergantung dari rasio jumlah lilitan pada kumparan itu. Biasanya kumparan terbuat dari kawat tembaga atau aluminium yang dililitkan pada kaki inti transformator. Transformator digunakan secara luas baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika.

Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya, kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya jarak jauh. Penggunaan transformator yang sangat sederhana dan handal merupakan salah satu alasan penting dalam pemakaiannya pada penyaluran tenaga listrik arus bolak-balik, karena arus bolak-balik sangat banyak digunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik.

Pada penyaluran tenaga listrik arus bolak-balik terjadi kerugian energi sebesar  $I^2R$  watt. Kerugian ini akan banyak berkurang apabila tegangan dinaikkan

setinggi mungkin. Dengan demikian maka saluran-saluran transmisi tenaga listrik senantiasa mempergunakan tegangan yang tinggi. Hal ini dilakukan terutama untuk mengurangi kerugian energi yang terjadi, dengan cara mempergunakan transformator untuk menaikkan tegangan listrik di pusat pembangkit dari tegangan generator yang biasanya sebesar 6 kV – 20 kV pada awal transmisi ke tegangan saluran transmisi antara 100 kV – 1000 kV, kemudian menurunkannya lagi pada ujung akhir saluran ketegangan yang lebih rendah.

Transformator yang dipakai pada jaringan tenaga listrik merupakan transformator tenaga. Di samping itu ada jenis-jenis transformator lain yang banyak dipergunakan dan pada umumnya merupakan transformator yang jauh lebih kecil. Misalnya transformator yang dipakai dirumah tangga untuk menyesuaikan tegangan dari lemari es dengan tegangan yang berasal dari jaringan listrik umum, transformator yang dipakai pada lampu TL dan transformator-transformator “mini” yang digunakan pada berbagai alat elektronika, seperti penerima radio, televisi dan sebagainya.

## 2.6 Beban Pada Transformator

Daya transformator bila ditinjau dari sisi tegangan primer dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

dimana

S = daya transformator (kVA)

V = tegangan sisi primer trafo (kV)

I = arus jala-jala (A)

Sehingga untuk menghitung arus beban penuh (full load) sisi sekunder trafo menggunakan rumus :

dimana :

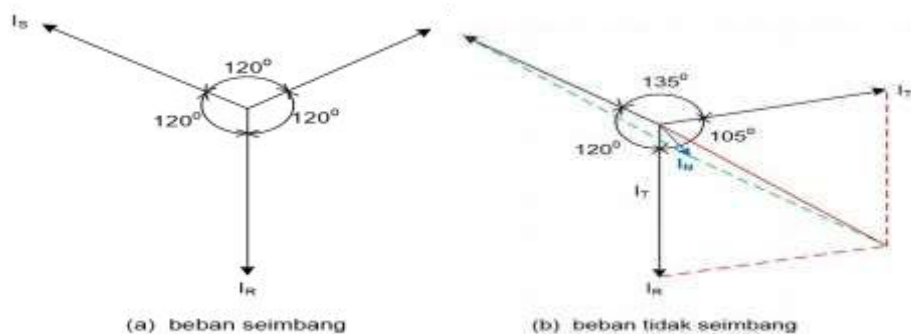
$I_{FL}$  = arus beban penuh (A)

$S$  = daya transformator (kVA)

$V$  = tegangan sisi sekunder trafo (V)

Dua keadaan beban pada transformator distribusi seperti gambar 2.1 yaitu :

1. Keadaan beban seimbang, bilamana :
  - 1) Ketiga vektor arus sama besar ( $I_R = I_S = I_T = I$ )
  - 2) Ketiga vektor tegangan  $V_R$ ,  $V_S$ ,  $V_T$  sama besar
  - 3) Ketiga vektor membentuk sudut  $120^\circ$  satu sama lain Jumlah arus fasa sama dengan nol ( $I_N = 0$ )
2. Keadaan beban tak seimbang, bilamana :
  - 1) Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut  $120^\circ$  satu sama lain.
  - 2) Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut  $120^\circ$  satu sama lain.
  - 3) Ketiga vektor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut  $120^\circ$  satu sama lain ( $I_N \neq 0$ )



**Gambar 2.6.1 Vektor Diagram Arus**

## 2.7 Kawat Penghantar

Kawat penghantar merupakan bahan yang digunakan untuk menghantarkan tenaga listrik pada sistem saluran udara dari Pusat Pembangkit ke Pusat-Pusat Beban (load center), baik langsung menggunakan jaringan distribusi ataupun jaringan transmisi terlebih dahulu. Pemilihan kawat penghantar yang digunakan untuk saluran udara didasarkan pada besarnya beban yang dilayani, makin besar beban yang dilayani makin besar ukuran penampang kawat penghantar yang digunakan. Dengan penampang kawat yang besar akan membuat tahanan kawat menjadi kecil.

Kawat penghantar yang digunakan pada distribusi tenaga listrik jaringan tegangan rendah adalah kawat aluminium bersisolasi XLPE (kabel pilin) yaitu :

1. Untuk kabel pilin udara dengan inti netral sebagai penggantung berisolasi

Kode huruf	Komponen
NFA	Kabel pilin udara jenis standar dengan aluminium sebagai penghantar
NF	Kabel pilin udara jenis standar dengan tembaga sebagai penghantar
2X	Isolasi XLPE
-T	Penggantung
Rm	Penghantar dipilin bulat

**Tabel 2.7.1 Pcnandaan kode pengenalan**

XLPE dengan tegangan pengenalan 0,6/1 kV. Kabel pilin udara dengan inti netral sebagai penggantung digunakan untuk saluran udara tegangan rendah yang

pemasangannya direntangkan di antara tiang dengan menggunakan klem tarik dan klem gantung. (SPLN 42-10:1993)



**Gambar 2.7.2 Kabel Pilin NFA2X-T (TC=Twisted Cable)**

2. Untuk kabel pilin udara tanpa penggantung digunakan untuk saluran masuk pelayanan yang pemasangannya direntangkan antara tiang dan rumah konsumen dengan menggunakan klem tarik.



**Gambar 2.7.3 Kabel Pilin NF2X (TC=Twisted Cable)**

## 2.8 Arus Netral

Ketidak seimbangan beban pada suatu sistem distribusi tenaga listrik selalu terjadi dan penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah pada beban-beban satu fasa pada pelanggan jaringan tegangan rendah. Akibat ketidakseimbangan beban tersebut muncullah arus di netral trafo. Arus yang mengalir di netral trafo ini menyebabkan terjadinya losses (rugi-rugi), yaitu losses akibat adanya arus netral pada penghantar netral trafo dan losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah.

Arus netral dalam sistem distribusi tenaga listrik dikenal sebagai arus yang mengalir pada kawat netral di sistem distribusi tegangan rendah tiga fasa empat kawat. Arus netral ini muncul jika :

- a. Kondisi beban tidak seimbang
- b. Karena adanya arus harmonisa akibat beban non-linear.

Harmonisa adalah distorsi periodik dari gelombang sinus tegangan, arus atau daya dengan bentuk gelombang yang frekuensinya merupakan kelipatan di luar bilangan satu terhadap frekuensi fundamental (frekuensi 50 Hz atau 60 Hz). Nilai frekuensi dari gelombang harmonisa yang terbentuk merupakan hasil kali antara frekuensi fundamental dengan bilangan harmonisanya ( $f$ ,  $2f$ ,  $3f$ , dst). Bentuk gelombang yang terdistorsi merupakan penjumlahan dari gelombang fundamental dan gelombang harmonisa ( $h_1$ ,  $h_2$ , dan seterusnya) pada frekuensi kelipatannya. Semakin banyak gelombang harmonisa yang diikutsertakan pada gelombang fundamentalnya, maka gelombang akan semakin mendekati gelombang persegi atau gelombang akan berbentuk non sinusoidal.

Penyebab terjadinya gelombang harmonisa ini adalah penggunaan bebanbeban non linier pada sistem tenaga yang menimbulkan distorsi pada bentuk gelombang sinus. Beban non-linier ini dimodelkan sebagai sumber arus yang menginjeksikan arus harmonisa ke dalam sistem tenaga. Gambar di bawah inimerupakan bentuk gelombang yang terdistorsi akibat penggunaan beban-beban non-linier. Semakin banyak peralatan elektronika yang digunakan seperti: tv, komputer, dan alat penghemat daya akan semakin menambah harmonisa pada arus listrik, sehingga THD (Total Harmonic Distortion) yang dihasilkan akan semakin besar.

Arus yang mengalir pada kawat netral yang merupakan arus bolak-balik untuk sistem distribusi tiga fasa empat kawat adalah penjumlahan vektor dari ketiga arus fasa dalam komponen simetris.

## 2.9 Resistansi kawat penghantar

Tiap-tiap logam mempunyai tahanan jenis ( $\rho$ ) yang tertentu besarnya. Makin kecil nilai tahanan jenis (resistivity) suatu logam makin baik digunakan sebagai kawat penghantar. Seperti halnya kawat tembaga mempunyai tahanan jenis yang paling rendah ( $1,68 \times 10^{-8}$ ) merupakan logam yang sangat baik digunakan sebagai kawat penghantar dibandingkan dengan kawat aluminium yang mempunyai tahanan jenis  $2,65 \times 10^{-8}$

Tahanan jenis merupakan salah satu faktor untuk menentukan besarnya tahanan (resistance)  $R$  dalam suatu kawat penghantar, disamping faktor-faktor luas penampang kawat ( $A$ ) dan panjang kawat ( $l$ ) pada suatu penghantar jaringan listrik. Dimana besarnya tahanan dari suatu kawat penghantar sebanding dengan panjangnya dan berbanding terbalik dengan luas penampang kawat, yang dinyatakan dengan persamaan :  $R_t$

Rumus menghitung Resistansi pada suhu  $t$  untuk aluminium Dimana:

$R_t$  = Resistansi  $L$  meter kabel pada suhu  $t$  derajat C, dalam ohm( $\Omega$ ) )

$R_{20}$  = Resistansi pada 20 derajat C, dalam ohm/km

$t$  = suhu ruang, dalam  $^{\circ}\text{C}$

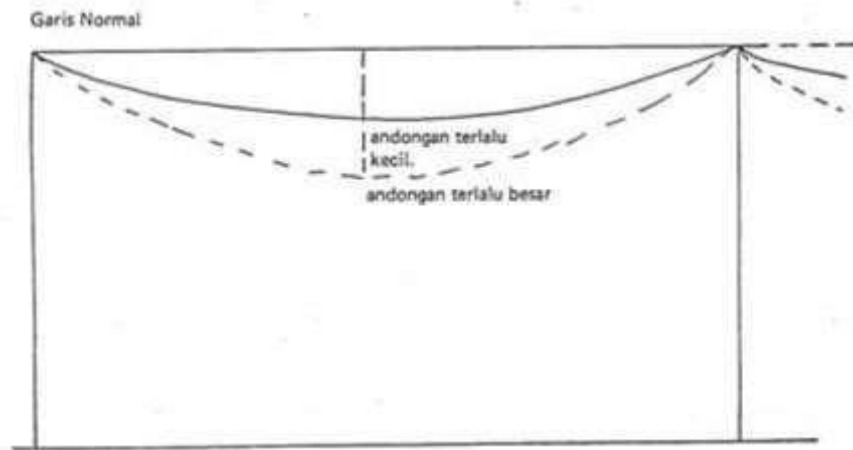
$L$  = panjang penghantar dalam meter (m)

Luas penampang nominal mm <sup>2</sup>	Jumlah minimum kawat	Berlapis logam		Poles		Aluminium	
		Inti tunggal	Inti banyak	Inti tunggal	Inti banyak	Inti tunggal	Inti banyak
		ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km	ohm/km
1	2	3	4	5	6	7	8
0,5	1	36,0	36,7	35,3	36,0	-	-
0,75	1	24,3	24,8	24,0	24,5	-	-
1	1	17,9	18,2	17,7	18,1	29,3	29,9
1,5	1	12,0	12,2	11,9	12,1	19,7	20,0
2,5	1	7,21	7,35	7,14	7,28	11,8	12,0
4	1	4,51	4,60	4,47	4,56	7,39	7,54
6	1	3,0	3,06	2,97	3,03	4,91	5,01
10	1	1,79	1,83	1,77	1,81	2,94	3,0
16	1	1,13	1,15	1,12	1,14	1,85	1,89
0,5	7	42,4	43,10	41,7	42,40	-	-
0,75	7	27,0	27,50	26,8	27,0	-	-
1	7	21,2	21,60	20,8	21,20	34,8	35,4
1,5	7	13,6	13,80	13,3	13,60	22,2	22,7
2,5	7	7,41	7,56	7,27	7,41	12,1	12,4
4	7	4,6	4,70	4,52	4,61	7,55	7,70
6	7	3,05	3,11	3,02	3,08	4,99	5,09
10	7	1,81	1,84	1,79	1,83	2,96	3,02
16	7	1,41	1,46	1,43	1,48	1,87	1,91
25	7 (19)	0,719	0,734	0,712	0,727	1,18	1,20
35	19	0,519	0,529	0,514	0,524	0,851	0,868
50	19	0,383	0,391	0,379	0,387	0,628	0,641
70	7	0,265	0,270	0,262	0,268	0,435	0,443
95	7	0,191	0,195	0,189	0,193	0,313	0,320
120	7	0,151	0,154	0,150	0,153	0,248	0,253
150	7	0,123	0,126	0,122	0,124	0,202	0,206
185	7	0,0982	0,100	0,0972	0,0991	0,161	0,164
240	7	0,0747	0,0762	0,0740	0,0754	0,122	0,125
300	7 (19)	0,0595	0,0607	0,059	0,0601	0,976	0,100
400	19	0,0465	0,0475	0,0461	0,0470	0,0763	0,0778
500	19	0,0369	0,0377	0,0366	0,0373	0,0605	0,0617

**Tabel 2.9.1 Resistansi kabel Instalasi tetap Pada suhu 20°C (■)**

Untuk panjang kawat penghantar jaringan merupakan jumlah panjang jaringan ditambah jumlah panjang andongan pada setiap tiang penyangga. Andongan (sag) merupakan jarak lenturan dari suatu bentangan kawat penghantar antara dua tiang penyangga jaringan atau lebih, yang diperhitungkan berdasarkan garis lurus (horizontal) kedua tiang tersebut. Besarnya lenturan kawat penghantar tersebut tergantung pada berat dan panjang kawat penghantar atau panjang gawang (span). Berat kawat akan menimbulkan tegangan tarik pada kawat penghantar, yang akan mempengaruhi besarnya andongan tersebut.





**Gambar 2.9.2 Bentuk andongan jaringan distribusi**

Pengecekan andongan dari suatu jaringan merupakan pekerjaan akhir setelah pemasangan kawat penghantar dan peralatannya. Pengecekan andongan kawat penghantar ini dilakukan agar kekuatan lentur kawat penghantar pada tiang penyangga jaringan sesuai dengan standar yang diperkenankan. Untuk mengukur dan mengecek lebar andongan (sag) dari suatu jaringan dengan Metode Panjang Gawang (Span).

Metode ini menggunakan panjang gawang (*span*) sebagai ukuran andongan. Sebagai standar ditetapkan andongan maksimum untuk gawang selebar 40 meter lebih kurang besarnya andongan 30 cm. Pertambahan besar andongan untuk gawang yang lebih panjang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S = 0,3$$

Dimana:

$S$  = andongan (seg) jaringan, dalam satuan meter

$L$  = panjang gawang (span) kedua tiang, dalam satuan meter

### 2.10 Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan

Bila semua kawat jaringan terdiri dari bahan dan ukuran yang sama dengan tahanan kawat  $R_k$  maka rugi-rugi daya pada jaringan distribusi tiga fasa dapat ditulis dalam bentuk :

$$\Delta P = I_R^2 R_k + I_S^2 R_k + I_T^2 R_k + I_0^2 R_k$$

Dimana:

$\Delta P$  = rugi-rugi daya total pada jaringan (watt)

$R_k$  = resistansi kawat jaringan (Ohm)

$I_R, I_S, I_T, I_0$  = besar arus pada masing-masing kawat (A)

Bila beban seimbang, maka jumlah arus fasa sama dengan nol, atau arus  $I_0 = 0$ , sehingga rugi-rugi daya pada kawat netral sama dengan nol dan besar arus pada ketiga fasa adalah sama. Bila  $I_R = I_S = I_T = I$ , maka :

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R_k$$

Jatuh tegangan (*drop voltage*) pada jaringan dari masing masing fasa adalah :

Dimana :

$\Delta V_R, \Delta V_S, \Delta V_T$  adalah drop tegangan pada fasa R, S, T

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Pendekatan Penelitian**

Metode yang digunakan pada penelitian ini ada metode analisis, yaitu menganalisis besar drop tegangan dan efisiensi dari jaringan distribusi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kualitas jaringan distribusi. Pengujian atau data diambil dari PT. PLN (Persero) ULP Kutacane. Pengujian dilakukan dengan cara perhitungan secara manual menyesuaikan dengan teori yang ada

### **3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Kutacane pada bulan Juni sampai dengan September 2020.

### **3.3 Metode Penelitian**

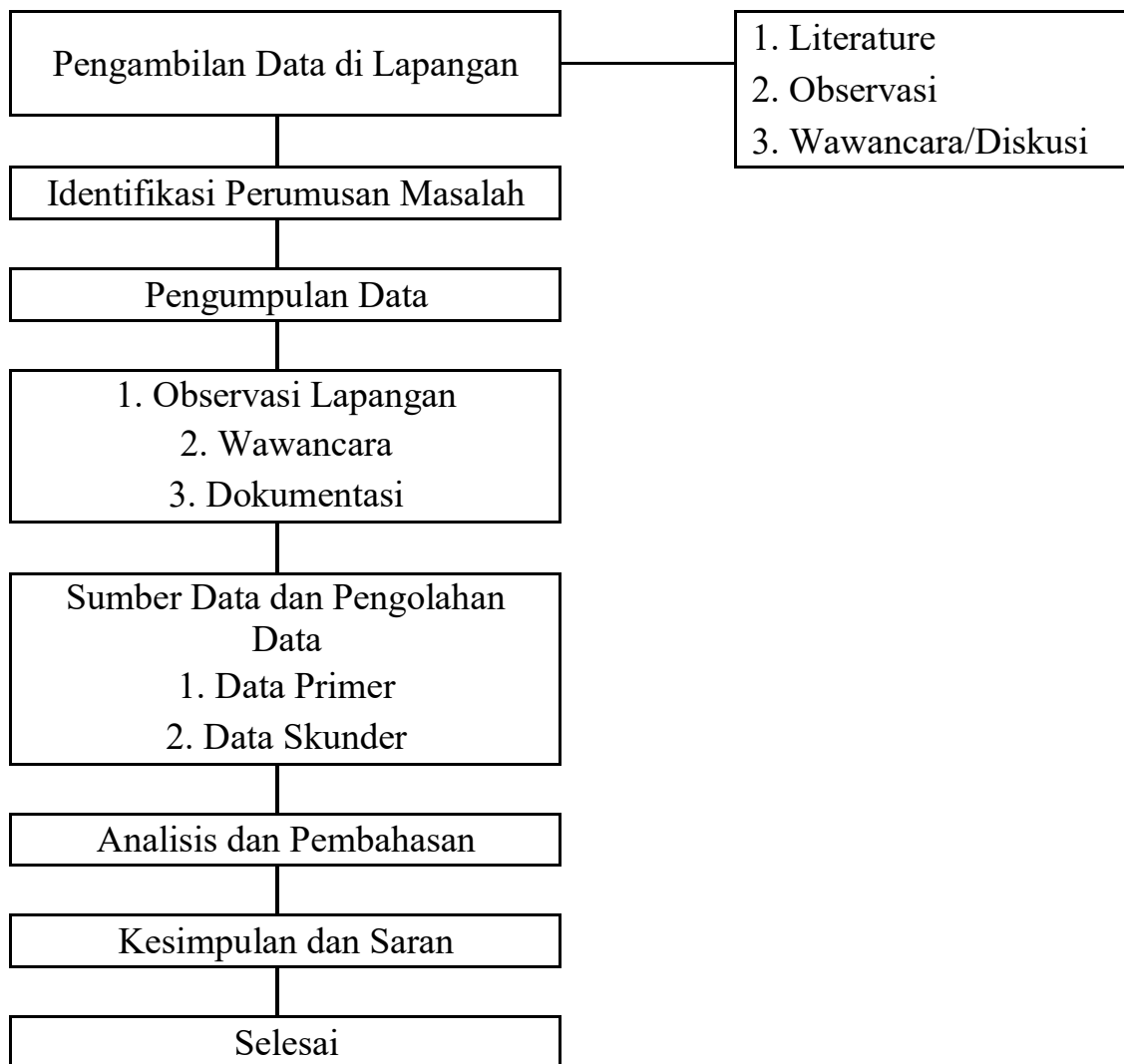
Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan tiga cara yaitu:

- a. Studi literatur yaitu dengan mempelajari dan menelaah teori-teori yang mendukung pemecahan masalah yang diteliti. Teori-teori tersebut bersumber dari jurnal, hasil penelitian, dan dari referensi pendukung. Selain itu, studi literatur dapat dilakukan untuk mendapatkan data dari penelitian sebelumnya yang dapat dijadikan referensi.
- b. Pengujian dan observasi, yaitu dengan cara mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk penelitian yang didapat dari hasil pengujian yang dilakukan pada wilayah kerja PT. PLN (Persero) ULP Kutacane.

- c. Diskusi, yaitu dengan melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen, pembimbing, petugas lapangan dan pihak-pihak lain yang dapat membantu dalam penelitian ini.

### 3.4 Tahapan Penelitian

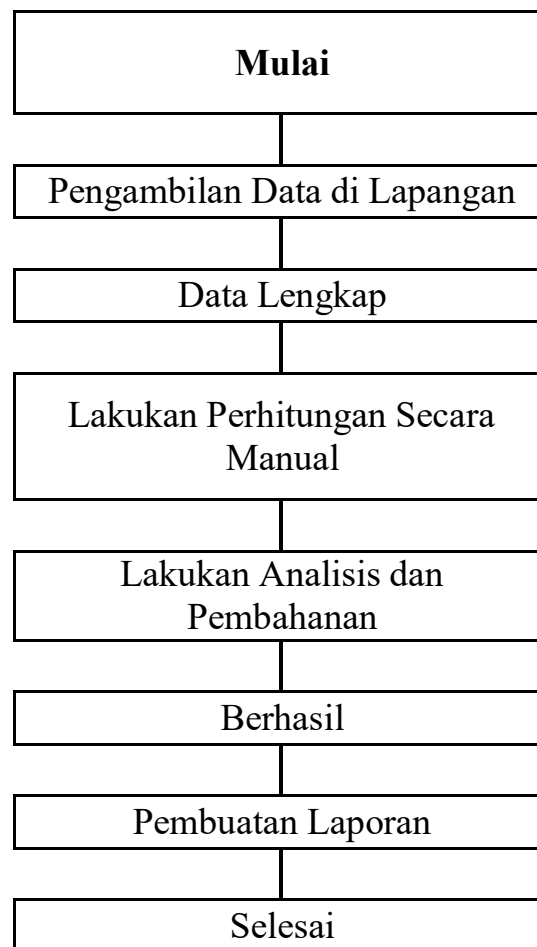
Tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar blok diagram berikut :



Gambar 3.4.1 Diagram Tahapan Penelitian

### 3.5 Teknik Analisis Data

Setelah data berhasil dikumpulkan, penulis membuat sebuah tahapan penelitian yang digunakan sebagai alur penelitian, adapun tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat dari flowchart penelitian. Berikut adalah langkah-langkah yang peneliti lakukan dalam menganalisis data :



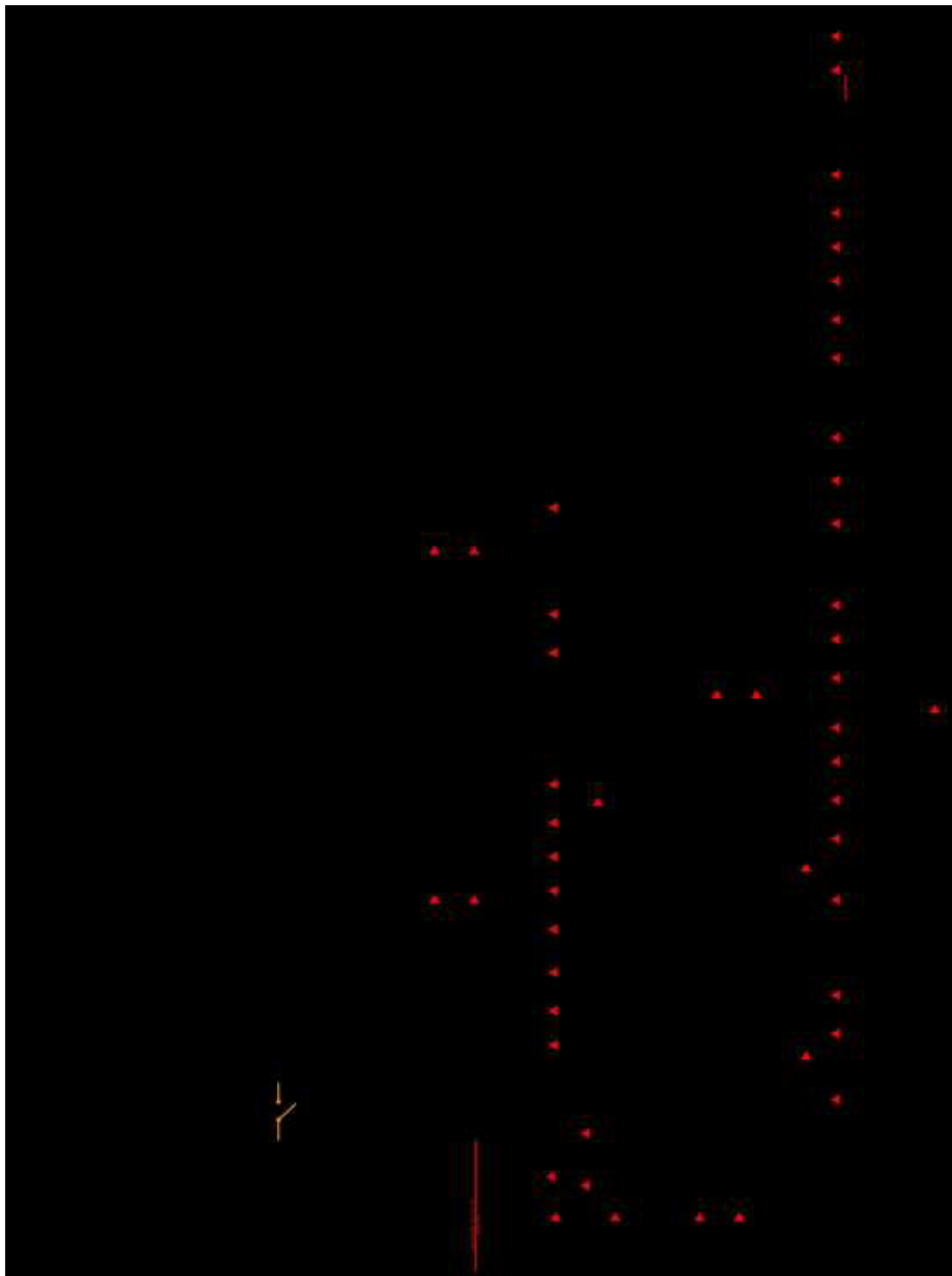
Gambar 3.5.1 Flowcart Analisis Data

### 3.6 Data Hasil Penelitian

Hasil adalah penyelesaian dari permasalahan yang ada dalam penelitian ini. Permasalahan akan diselesaikan dengan cara matematis menggunakan persamaan yang sudah ada dengan secara manual. Hasil penelitian ini berupa kesimpulan yang menunjukkan transformator distribusi pada tegangan rendah di Gardu Distribusi ULP Kutacane ini mengalami pembebanan yang lebih atau tidak.



**Gambar 3.6.1 Diagram Alir Gardu Induk Ke Gardu Hubung**



**Gambar 3.6.2 Diagram Alir Gardu Hubung Ke Gardu Distribusi**

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Langkah-langkah Menghitung Drop Tegangan Pada Jaringan Tegangan Rendah**

Besar tegangan listrik yang mengalir pada suatu kabel penghantar akan mengalami penurunan atau biasa disebut dengan Tegangan jatuh (Drop Voltage) ketika melalui suatu penghantar dan mendapat Beban listrik.

Dalam menghitung Drop Tegangan Gardu Distribusi pada penyulang KN 08-48, dibutuhkan bahan-bahan berupa data diantaranya:

a. Panjang Penghantar

Panjang yang digunakan yaitu panjang penghantar penyulang KN 08.

b. Resistansi Penghantar

Nilai tahanan penghantar pada penyulang KN 08 yang telah ditentukan dari data pabrik (manufactures data) dengan satuan  $\Omega/\text{km}$ .

c. Reaktansi Penghantar

Nilai reaktansi penghantar pada penyulang KN 08.

d. Tegangan Pengirim

Tegangan operasi pada jaringan tegangan menengah yang disuplai dari Gardu Induk Kutacane ke penyulang KN 08-48.

Rumus untuk menghitung besarnya kerugian tegangan atau tegangan jatuh

### **4.2 Perhitungan Drop Tegangan**

Jatuh Tegangan Jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman dengan ujung penerimaan. Hal ini memberikan kerugian kepada konsumen, karena dapat mengurangi umur alat elektronik yang digunakan. Untuk



menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik ke konsumen maka jatuh tegangan perlu dibatasi pada harga tertentu. Maka batas toleransi tegangan yang diperbolehkan adalah minimum 5% dan maksimum 10% terhadap tegangan nominalnya.

### 4.3 Data dan Hasil Presentase Jatuh Tegangan

Pada Penelitian ini kami menganalisa Jatuh Tegangan yang terjadi di sekitar Kutacane yang mana lokasinya tersebut dekat dari kantor PT PLN (Persero) Rayon Kutacane. Adapun hal- hal yang kami teliti antara lain: Tegangan yang ada pada panel, dan tegangan yang ada pada ujung jaringan dan kemudian membandingkannya untuk mengetahui berapa persen jatuh tegangan yang dialami dari tiap trafo distribusi. Alat yang kami gunakan dalam penelitian ini adalah Tang Amper. Adapun beberapa gardu distribusi yang kami teliti pada kesempatan kali ini:

#### 4.3.1 Gardu Distribusi KN08-51

Tabel 1 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-51

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-51	GULO II	R	229	222
		S	232	218
		T	232	219

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{229-222}{229} \times 100\% = 3\%$$

$$\Delta V_S = \frac{232-218}{232} \times 100\% = 6\%$$

$$\Delta V_T = \frac{232-219}{232} \times 100\% = 5\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di phasa R pada Gardu Distribusi KN08-51 Sangat rendah.

#### 4.3.2 Gardu Distribusi KN08-50

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-50

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-50	GULO I	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\%$$

$$\Delta V_S = \frac{220-194}{220} \times 100\% = 12\%$$

$$\Delta V_T = \frac{220-197}{220} \times 100\% = 10\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-50 cukup besar.

#### 4.3.3 Gardu Distribusi KN08-48

Tabel 2 Hasil pengukuran tegangan pada gardu distribusi KN08-48

KODE Gardu	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-48	RUMAH BUNDAR	R	222	205
		S	225	212
		T	224	195

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{222-205}{222} \times 100\% = 8\%$$

$$\Delta V_S = \frac{225-212}{225} \times 100\% = 6\%$$

$$\Delta V_T = \frac{224-195}{224} \times 100\% = 13\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di phasa T pada gardu **KN08-48** cukup besar.

#### 4.3.4 Gardu Distribusi KN08-47

Tabel 3 Hasil pengukuran tegangan pada gardu distribusi **KN08-47**

KODE Gardu	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-47	SIMPUR	R	224	215
		S	225	212
		T	221	212

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{224-215}{224} \times 100\% = 4\%$$

$$\Delta V_S = \frac{225-212}{225} \times 100\% = 6\%$$

$$\Delta V_T = \frac{221-212}{221} \times 100\% = 4\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di fasa R,T pada Gardu **KN08-47** Cukup Rendah dibawah toleransi tegangan.

#### 4.3.5 Gardu Distribusi KN08-46

Tabel 4 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi **KN08-46**

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-46	BALAI-LUTU	R	221	204
		S	220	195
		T	222	193

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{221-204}{221} \times 100\% = 8\%$$

$$\Delta V_S = \frac{220-195}{220} \times 100\% = 13\%$$

$$\Delta V_T = \frac{222-193}{222} \times 100\% = 13\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-46 cukup besar.

#### 4.3.6 Gardu Distribusi KN08-45

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi **KN08-45**

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
------------	--------	-------	-------------------------	--------------------------------

KN08-45	TOWER KETAMBE	R	230	216
		S	226	200
		T	226	200

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{230-216}{230} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_S = \frac{226-200}{226} \times 100\% = 11\%$$

$$\Delta V_T = \frac{226-200}{226} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-45 masih dalam batas tegangan toleran yang telah ditentukan.

#### 4.3.7 Gardu Distribusi KN08-44

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-44

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-44	GUNUNG BAHAGIA	R	229	222
		S	232	218
		T	232	219

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{229-222}{229} \times 100\% = 3\%$$

$$\Delta V_S = \frac{232-218}{232} \times 100\% = 6\%$$

$$\Delta V_T = \frac{232-219}{232} \times 100\% = 6\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di fasa R pada Gardu Distribusi KN08-44 sangat rendah.

#### 4.3.8 Gardu Distribusi KN08-43

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-43

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-43	SUKA RIMBUN	R	231	218
		S	228	194
		T	226	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{231-218}{231} \times 100\% = 6\%$$

$$\Delta V_S = \frac{228-194}{228} \times 100\% = 15\%$$

$$\Delta V_T = \frac{226-197}{226} \times 100\% = 10\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di fasa S pada Gardu Distribusi KN08-43 cukup besar.

#### 4.3.9 Gardu Distribusi KN08-42

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-42

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-42	AUNAN	R	220	200
		S	220	194

		T	220	197
--	--	---	-----	-----

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\%$$

$$\Delta V_S = \frac{220-194}{220} \times 100\% = 12\%$$

$$\Delta V_T = \frac{220-197}{220} \times 100\% = 10\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-42 masih dalam toleransi tegangan yang telah ditentukan.

#### 4.3.10 Gardu Distribusi KN08-41

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-41

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-41	MEJA DUA	R	220	200
		S	230	198
		T	230	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\%$$

$$\Delta V_S = \frac{230-198}{230} \times 100\% = 13\%$$

$$\Delta V_T = \frac{230-197}{230} \times 100\% = 14\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-41 cukup besar.

#### 4.3.11 Gardu Distribusi KN08-40

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-40

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-40	LAK LAK	R	229	222
		S	232	218
		T	232	218

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{229-222}{229} \times 100\% = 3\%$$

$$\Delta V_S = \frac{232-218}{232} \times 100\% = 6\%$$

$$\Delta V_T = \frac{232-218}{232} \times 100\% = 6\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di phasa S pada Gardu Distribusi KN08-40 sangat rendah.

#### 4.3.12 Gardu Distribusi KN08-39

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-39

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-39	SELDOK	R	222	205
		S	225	212
		T	224	195



Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{222-205}{222} \times 100\% = 7\%$$

$$\Delta V_S = \frac{225-212}{225} \times 100\% = 5\%$$

$$\Delta V_T = \frac{224-195}{224} \times 100\% = 12\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di phasa T pada Gardu Distribusi KN08-39 cukup besar.

#### 4.3.13 Gardu Distribusi KN08-38

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-38

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-38	LAWA PENANGGALAN	R	220	200
		S	222	195
		T	222	198

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\%$$

$$\Delta V_S = \frac{222-195}{222} \times 100\% = 12\%$$

$$\Delta V_T = \frac{222-198}{222} \times 100\% = 10\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-38 masih dalam batas toleransi yang telah ditentukan.

#### 4.3.14 Gardu Distribusi KN08-37

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-37

KODE Gardu	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-37	BENER BEPAPAH	R	224	215
		S	225	212
		T	221	212

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{224-215}{224} \times 100\% = 4\%$$

$$\Delta V_S = \frac{225-212}{225} \times 100\% = 6\%$$

$$\Delta V_T = \frac{221-212}{221} \times 100\% = 4\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-37 cukup rendah.

#### 4.3.15 Gardu Distribusi KN08-36

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-36

KODE Gardu	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-36	LAWE MENGKUDU	R	229	220
		S	228	200
		T	227	200

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{229-220}{229} \times 100\% = 4\%$$

$$\Delta V_S = \frac{228-200}{228} \times 100\% = 12\%$$

$$\Delta V_T = \frac{227-200}{227} \times 100\% = 12\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di phasa R pada Gardu Distribusi KN08-36 sangat rendah.

#### 4.3.16 Gardu Distribusi KN08-35

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-35

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-35	LAWE BERINGIN	R	220	210
		S	224	197
		T	222	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{220-210}{220} \times 100\% = 4\%$$

$$\Delta V_S = \frac{224-197}{224} \times 100\% = 12\%$$

$$\Delta V_T = \frac{222-197}{222} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di phasa R pada Gardu Distribusi KN08-35 sangat rendah.

#### 4.3.17 Gardu Distribusi KN08-34

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-34

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-34	LAWA PINIS II	R	220	200
		S	220	198
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\%$$

$$\Delta V_S = \frac{220-198}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T = \frac{220-197}{220} \times 100\% = 10\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu

Distribusi KN08-34 cukup besar.

#### 4.3.18 Gardu Distribusi KN08-33

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-33

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-33	LAWA PINIS I	R	222	200
		S	232	215
		T	230	216

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{222-200}{222} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_S = \frac{232-215}{232} \times 100\% = 7\%$$

$$\Delta V_T = \frac{230-216}{230} \times 100\% = 10\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu

Distribusi KN08-33 cukup besar.

#### 4.3.19 Gardu Distribusi KN08-32

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-32

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-32	JONGAR	R	225	205
		S	227	212
		T	222	212

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{225-205}{220} \times 100\% = 8\%$$

$$\Delta V_S = \frac{227-212}{220} \times 100\% = 6\%$$

$$\Delta V_T = \frac{222-212}{220} \times 100\% = 4\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu

Distribusi KN08-32 masih dalam batas toleransi yang telah ditentukan.

#### 4.3.20 Gardu Distribusi KN08-31

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-31

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-31	KISAM ATAS	R	220	205
		S	220	194
		T	220	195

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R = \frac{220-205}{220} \times 100\% = 6\%$$

$$\Delta V_S = \frac{220-194}{220} \times 100\% = 12\%$$

$$\Delta V_T = \frac{220-195}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu

Distribusi KN08-31 cukup besar.

#### 4.3.21 Gardu Distribusi KN08-30

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-30

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-30	JONGAR BARU	R	220	205
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-30 cukup besar.

#### 4.3.22 Gardu Distribusi KN08-29

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-29

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-29	JONGAR I	R	220	205
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-29 cukup besar.

#### 4.3.23 Gardu Distribusi KN08-28

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-28

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
------------	--------	-------	-------------------------	--------------------------------

KN08-28	KUSTA	R	220	205
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-28 cukup besar.

#### 4.3.24 Gardu Distribusi KN08-27

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-27

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-27	PEMECAH BATU	R	220	205
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :



$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-27 cukup besar.

#### 4.3.25 Gardu Distribusi KN08-26

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-26

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-26	LAWE MENDERUNG	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-26 cukup besar.

#### 4.3.26 Gardu Distribusi KN08-25

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-25

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
------------	--------	-------	-------------------------	--------------------------------

KN08-25	JAMBUR MAMANG II	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-25 cukup besar.

#### 4.3.27 Gardu Distribusi KN08-24

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-24

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-24	JAMBUR MAMANG I	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-24 cukup besar.

#### 4.3.28 Gardu Distribusi KN08-23

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-23

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-23	MENTEDAK	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-23 cukup besar.

#### 4.3.29 Gardu Distribusi KN08-22

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-22

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-22	TANJUNG AMAN	R	220	200

		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-22 cukup besar.

#### 4.3.30 Gardu Distribusi KN08-21

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-21

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-21	TANJUNG MUDA	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-21 cukup besar.

#### 4.3.31 Gardu Distribusi KN08-19

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-19

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-19	PULO PIKU	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-19 cukup besar.

#### 4.3.32 Gardu Distribusi KN08-18

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-18

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-18	TERUTUNG KUTE	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-18 cukup besar.

#### 4.3.33 Gardu Distribusi KN08-17

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-17

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-17	PENGEBOAMAN	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-17 cukup besar.

#### 4.3.34 Gardu Distribusi KN08-16

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-16

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-16	KUTA UJUNG	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-16 cukup besar.

#### 4.3.35 Gardu Distribusi KN08-15

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-15

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-15	PEKAN KUTA UJUNG	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-15 cukup besar.

#### 4.3.36 Gardu Distribusi KN08-14

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-14

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-14	PANTE GOYANG	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-14 cukup besar.

#### 4.3.37 Gardu Distribusi KN08-13



Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-13

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-13	MAMAS I	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-13 cukup besar.

#### 4.3.38 Gardu Distribusi KN08-12

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-12

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-12	MASJID MAMAS	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-12 cukup besar.

#### 4.3.39 Gardu Distribusi KN08-11

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-11

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-11	NATAM	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-11 cukup besar.

#### 4.3.40 Gardu Distribusi KN08-10

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-10

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-10	LAWE SEKRAH	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-10 cukup besar.

#### 4.3.41 Gardu Distribusi KN08-09

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-09

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-09	PEMECAH BATU	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-09 cukup besar.

#### 4.3.42 Gardu Distribusi KN08-08

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-08

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-08	SPBE BATU	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu Distribusi KN08-08 cukup besar.

#### 4.3.43 Gardu Distribusi KN08-07

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-07

KODE Gardu	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-07	UJUNG BARAT	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap phasa pada Gardu

Distribusi KN08-07 cukup besar.

#### 4.3.44 Gardu Distribusi KN08-06

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-06

KODE Gardu	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-06	MBARUNG	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-06 cukup besar.

#### 4.3.45 Gardu Distribusi KN08-05

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-05

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-05	PPMG	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-05 cukup besar.

#### 4.3.46 Gardu Distribusi KN08-04

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-04

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
------------	--------	-------	-------------------------	--------------------------------

KN08-04	BRUDINAL ASPAL	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-04 cukup besar.

#### 4.3.47 Gardu Distribusi KN08-03

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-03

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-03	HOTEL SARTIKA	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-03 cukup besar.

#### 4.3.48 Gardu Distribusi KN08-02

Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-02

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-02	GUDANG AICE	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-02 cukup besar.

#### 4.3.49 Gardu Distribusi KN08-01



Tabel 5 Hasil pengukuran pada tegangan pada Gardu Distribusi KN08-01

KODE GARDU	LOKASI	PHASA	TEGANGAN PADA PANEL (V)	TEGANGAN PADA UJUNG JARING (V)
KN08-01	PULONAS	R	220	200
		S	220	194
		T	220	197

Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan :

$$\Delta V_R : \frac{220-200}{220} \times 100\% = 9\% ;$$

$$\Delta V_S : \frac{220-194}{220} \times 100\% = 10\%$$

$$\Delta V_T : \frac{220-197}{220} \times 100\% = 11\%$$

Dari hasil perhitungan, jatuh tegangan yang terjadi di setiap fasa pada Gardu Distribusi KN08-01 cukup besar.

#### 4.4 Faktor yang Mempengaruhi Terjadinya Jatuh Tegangan

Ada beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya jatuh tegangan di PT PLN (Persero) ULP Kutacane, yaitu :

##### 4.4.1 Beban Trafo Sudah Overload

Beberapa trafo distribusi di PT PLN (Persero) Rayon Kutacane sudah mengalami overload. Idealnya beban kerja dari sebuah trafo hanya sampai 80%. Namun pada kenyataan di lapangan masih ada beberapa trafo distribusi yang bekerja diatas 80%, sehingga perlu dilakukan manajemen trafo atau menambahkan trafo sisipan untuk menjaga beban kerja yang ideal dari sebuah trafo distribusi.

#### **4.4.2 Ranting Pohon yang Menempel pada Jaringan Distribusi**

Kejadian ini juga cukup banyak terjadi. Ranting pohon yang menempel pada jaringan distribusi akan menjadi hambatan yang dapat mengurangi besar tegangan. Oleh karena itu perlu dilakukan pemangkasan ranting pohon yang sudah menjalar dan menempel di jaringan distribusi.

#### **4.4.3 Sambungan/konektor yang tidak tersambung dengan baik**

Dari hasil wawancara dengan pihak yang menangani mengenai distribusi di PT PLN (Persero) ULP Kutacane, hal ini juga menjadi salah satu yang menjadi penyebab terjadinya jatuh tegangan. Maka untuk perbaikan mutu tegangan perlu dilakukan joinisasi di setiap sambungan/konektor.

#### **4.4.4 Sambungan Rumah (SR) seri banyak**

Sambungan rumah (SR) yang disambungkan secara seri dari rumah ke rumah akan menimbulkan jatuh tegangan yang lebih besar

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari data yang didapatkan di PT. PLN (Persero) ULP Kutacane dan pengolahan data yang terdapat di BAB IV dapat saya simpulkan bahwa:

1. Drop tegangan terbesar terjadi difhase T jaringan sekunder trafo pada gardu distribusi KN08-41 dengan besar drop tegangan sebesar 14% Drop tegangan yang terendah terjadi difasa R pada gardu KN08-51 sebesar 3%. Sesuai dengan peraturan SPLN 1:1995 bahwa toleransi penurunan tegangan minimum 10% dan kenaikan tegangan maksimum 5%..
2. Tidak efisiennya drop tegangan pada distribusi kawat penghantar sehingga Terjadinya drop tegangan disebabkan oleh resistansi panjang jaringan dan luas penampang juga disebabkan oleh factor lain seperti ranting pohon yang merambat ke kawat penghantar

#### **5.2 Saran**

Ada pun saran yang dapat saya berikan antara lain:

1. Drop tegangan yang terjadi pada gardu KN08-51 dan KN08-41 segera diperbaiki atau diberi gardu sisipan.
2. Untuk memperkecil drop tegangan haruslah memperbesar luas penampang kabel dan panjang jaringan disesuaikan dengan standar yang telah di tentukan, hal ini dilakukan agar resistansi pada jaringan tegangan rendah dapat diperkecil sehingga drop tegangan bisa di kurangi. Supaya dalam pelaksanaan penyambungan, beda pembebanan pada salah satu fasa tidak terlalu besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Badaruddin. 2012, Jurnal Penelitian. Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi Proyek Rusunami Gading Icon, Jakarta.
- Daman Suswanto. 2009. SISTEM DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK, Teknik ElektroFakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Padang.
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu (Vol. 2, No. 1, pp. 190-195).
- Kadir, Abdul.2000. "Distribusi Dan Utilisasi Tenaga Listrik." Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- Putri, M., Wibowo, P., Aryza, S., & Utama Siahaan, A. P. Rusiadi.(2018). An implementation of a filter design passive lc in reduce a current harmonisa. International Journal of Civil Engineering and Technology, 9(7), 867-873.
- Rahmaniar, R. (2019). Model flash-nr Pada Analisis Sistem Tenaga Listrik (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Padang).
- SPLN 42-10. 1993. Kabel Pilin Udara Tegangan Pengenal 0,6/1 KV (NFAZX-T / NFA2X/NF2X). Jakarta.
- SPLN 56-1.1993. Sabungan Tenaga Listrik Tegangan Rendah (SLTR) Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara. Jakarta.
- PT.PLN. 2010, Standar Konsruksi Jaringan Tegangan Rendah Tenaga Listrik, Buku 3.Jakarta.

PT. PLN. 2010, Kriteria Desain Engineering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga listrik, Buku 1. Jakarta.

T.A. 2014. Short, Electric POWER Distribution Handbook, London.

PT.PLN (Persero). 2010. Penyaluran Dan Pusat Pengatur Beban Jawa Bali, Teori Dasar Listrik, Jakarta.

PUIL. 2000-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Persyaratan Umum Instalasi Listrik, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta, Desember 2000.