

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN GARDU DISTRIBUSI UNTUK
JARINGAN UNDERGROUND DI KOTA MANADO**

***DISTRIBUTION SUBSTATION PLANNING FOR
UNDERGROUND NETWORK IN MANADO CITY***

Disusun :

Novena Stevano Paulus Paat

NIM : 21021010



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI D-III TEKNIK LISTRIK
MANADO
2024**

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Sistem Jaringan Distribusi	4
2.1.1 Jaringan Distribusi Tegangan Menengah.....	4
2.1.2 Jaringan Distribusi Tegangan Rendah.....	5
2.2 Konstruksi Jaringan distribusi.....	5
2.2.1 Konstruksi Saluran Udara.....	5
2.2.2 Konstruksi Saluran Bawah Tanah.....	6
2.4 Gardu Distribusi.....	6
2.4.1 Gardu Distribusi Pasangan Luar	6
2.4.2 Gardu Distribusi Pasangan Dalam	7
2.5 Jenis-jenis Gardu Distribusi	7
2.5.1 Gardu Cantol	7
2.5.2 Gardu Portal	8
2.5.3 Gardu Beton	9

2.5.4 Gardu Kiosk	9
2.5.5 Gardu Hubung.....	10
2.6 Komponen PHB Sisi Tegangan Menengah.....	10
2.6.1 Disconnecting Switch (DS).....	11
2.6.2 Pemutus Beban (LBS).....	11
2.6.3 Pemutus Tenaga.....	12
2.6.4 Transformer Protection	12
2.7 Komponen PHB Sisi Tegangan Rendah.....	13
2.7.1 No Fuse Breaker (NFB)	13
2.7.2 Pengaman Lebur.....	13
2.8 Peralatan Pengukur.....	14
2.8.1 Transformator Tegangan	14
2.8.2 Transformator Arus	15
2.9 Peralatan Switching dan Proteksi.....	15
2.9.1 Fuse Cut-Out.....	16
2.9.2 Kapasitas Pemutusan Fuse Cut-Out	17
2.9.3 Pemilihan Rating Fuse Cut-Out.....	19
2.9.4 NH Fuse	20
2.9.5 Lightning Arrester.....	21
2.9.6 Pemilihan Rating Lightning Arrester.....	22
2.9.7 MCCB	24
2.10 Transformator Distribusi.....	25
2.10.1 Jenis-jenis Transformator Distribusi.....	26
2.10.2 Kapasitas Transformator	28
2.11 Pembumian.....	28
2.11.1 Pembumian Transformator.....	28
2.11.2 Pembumian Titik netral Transformator	30
2.11.3 Pembumian Transformator	30
2.11.4 Pembumian Sisi Tegangan Rendah	30
2.11.5 Pembumian Terminasi Kabel	31
2.11.6 Pembumian Lightning Arrester	31
2.11.7 Pembumian Pada Sisi Kubikel	31

2.11.8 Elektroda Pentanahan.....	31
2.11.9 Perhitungan Tahanan Pembumian.....	32
2.11.10 Pembumian Pada Gardu Distribusi	33
2.12 KHA Rel PHB TR.....	33
2.13 Kubikel Tegangan Menengah.....	34
2.13.1 Bagian-Bagian Kubikel.....	35
2.13.2 Tipe Kubikel Berdasarkan Fungsi.....	36
2.13.3 Jenis Kubikel.....	39
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	41
3.1 Tempat Dan Waktu Pengambilan Data	41
3.2 Jenis Data Dan Sumber Data.....	41
3.3 Metode Pengambilan Data.....	41
3.4 Block Diagram	43
3.4 Flowchart	44
3.5 Data Lapangan.....	45
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Deskripsi Lokasi	48
4.2 Perencanaan Gardu Distribusi.....	48
4.2.1 Perhitungan Kapasitas Transformator 10 Tahun Mendatang	49
4.2.2 Pemilihan Transformator Untuk Beban 10 Tahun Mendatang.....	49
4.2.3 Pemilihan Tipe Gardu Distribusi.....	50
4.3 Perhitungan Kapasitas Fuse Cut Out (FCO)	51
4.3.1 Perhitungan Arus Nominal Trafo	51
4.3.2 Perhitungan Rating Fuse Cut Out	52
4.3.3 Pemilihan Kapasitas FCO	52
4.4 Perhitungan Kapasitas Lightning Arrester	53
4.4.1 Perhitungan Tegangan Maksimum.....	53
4.4.2 Perhitungan Tegangan Puncak Arresterp	53
4.4.3 Perhitungan Impedansi Kawat Arrester	54
4.4.4 Perhitungan Arus Pelepasan Arrester	54
4.4.5 Perhitungan Faktor Perlindungan Arrester.....	55
4.5 Perhitungan Kapasitas LBS.....	55

4.6 Perhitungan Kapasitas Komponen Sisi PHB-TR.....	55
4.6.1 Perhitungan Kapasitas MCCB	55
4.6.2 Pemilihan Rating MCCB	56
4.6.3 Perhitungan Kapasitas NH Fuse.....	56
4.6.4 Perhitungan Arus Pengenal Disconnecting Switch	58
4.7 Perhitungan KHA Rel PHB – TR.....	58
4.8 Pemilihan Pembumian	59
4.8.1 Perhitungan Tahanan Pembumian.....	59
BAB 5 PENUTUP.....	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62
LAMPIRAN.....	65



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam system tenaga Listrik, gardu distribusi mempunyai peranan penting dalam menyalurkan tenaga Listrik mulai dari saluran transmisi hingga ke pelanggan. Sehingga pemilihan gardu distribusi harus melibatkan pertimbangan penting seperti karakteristik lingkungan, lokasi geografis, aspek keandalan dan efisiensi, dan aspek keamanan. Gardu Distribusi adalah bangunan gardu transformator yang memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pemanfaat baik dengan Tegangan Menengah maupun Tegangan Rendah(PT. PLN (Persero) 2010a).

Kawasan pusat kota Manado yang berada di daerah pesisir Pantai menjadi salah satu area yang rentan terhadap gangguan cuaca ekstrem, seperti badai dan banjir, selain itu dengan mempertimbangkan Kawasan pusat kota yang merupakan daerah ramai sangat dibutuhkan perencanaan gardu distribusi yang tepat. Dilansir dari news.detik.com pada 2015 lalu seorang pelajar sekolah menengah pertama tewas tersengat listrik saat duduk di bawah gardu PLN, yang merupakan tipe gardu portal. Kasus yang mirip juga terjadi di Lombok, dilansir dari insidelombok.id pada Januari 2023 seorang bocah tewas kesetrum saat bermain didekat gardu listrik saat pintu gardu dalam kondisi terbuka. Mengingat banyaknya kecelakaan pada gardu distribusi yang memakan korban jiwa anak-anak, pemilihan gardu distribusi menjadi sangat penting.

Pemilihan gardu distribusi tipe kiosk metal menjadi Solusi yang menarik, gardu tipe ini memberikan keamanan dan efisiensi pendistribusian energi Listrik karena aksesnya yang terbatas. Pada mulanya gardu kios ini dibuat dengan cara menutup semua peralatan gardu seperti trafo, alat pemisah, pemutus dan perlengkapan TM/TR lainnya dalam kios metal sehingga gardu ini juga dinamai dengan gardu metal enclosed.(Ariyo Aryanto, Zakia Lutfiani

2023) Selain itu gardu tipe kiosk metal ini memiliki ketahanan yang tinggi terhadap kondisi lingkungan yang keras sehingga cocok digunakan di daerah pesisir yang memiliki cuaca ekstrem. Untuk mencapai keandalan dan keamanan yang maksimal, pengaturan pembumian disisi gardu distribusi serta kapasitas fuse cut out, lightning arrester dan LBS menjadi hal yang sangat penting.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk mengangkat judul **"Perencanaan Gardu Distribusi Untuk Jaringan Underground Di Kota Manado"**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Berapakah kapasitas transformator distribusi pada 10 tahun mendatang?
2. Bagaimana menentukan kapasitas Fuse Cut Out dan Lightning Arrester untuk gardu distribusi pada jaringan underground?
3. Bagaimana menentukan kapasitas komponen gardu yang akan digunakan pada jaringan distribusi dengan konstruksi kabel tanah?
4. Bagaimana pembumian pada sisi gardu distribusi untuk konstruksi kabel tanah yang telah dirancang ?

1.3 Batasan Masalah

Agar tujuan dapat tercapai dan pembahasan tidak meluas dari tugas akhir ini, maka penulis membatasi pembahasan yang meliputi :

1. Perencanaan Gardu distribusi untuk jaringan bawah tanah di kawasan boulevard Manado hanya berfokus pada gardu-gardu di sepanjang JL. Piere Tendeau dan peningkatan beban yang diperkirakan hanya untuk 10 tahun mendatang.
2. Menentukan kapasitas Fuse Cut Out (FCO) dan Lightning Arrester (LA) sebagai pengaman untuk transformator distribusi.
3. Menentukan kapasitas LBS, MCCB dan NH Fuse.

4. Menentukan Ukuran Rel PHB TR dan Pembumian untuk konstruksi kabel tanah yang telah dirancang.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang akan dicapai adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui peningkatan beban transformator untuk 10 tahun mendatang.
2. Mengetahui kapasitas Fuse Cut Out (FCO) dan Lightning Arrester (LA) sebagai pengaman untuk transformator distribusi.
3. Mengetahui kapasitas komponen pada gardu distribusi yaitu LBS, MCCB, NH Fuse dan ukuran Rel PHB TR.
4. Mengetahui pengaturan pembumian di sisi gardu distribusi.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah mengasah kemampuan mahasiswa dalam merancang gardu distribusi untuk jaringan distribusi dengan konstruksi saluran bawah tanah (SKTM).

