

RANCANG BANGUN GARDU DISTRIBUSI TIPE TRAFU CANTOL DI
BENGKEL TEGANGAN MENENGAH POLITEKNIK NEGERI UJUNG
PANDANG



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Ujung Pandang

ADE WIRYA ANUGRAH 321 19 051

AHMAD WIDODO 321 19 053

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Rancang Bangun Gardu Distribusi Tipe Trafo Cantol Di Bengkel Tegangan Menengah Politeknik Negeri Ujung Pandang**” oleh Ade Wirya Anugrah NIM 321 19 051 dan Ahmad Widodo NIM 321 19 053.

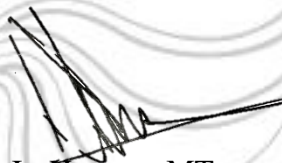
Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma Tiga (D-3) pada program Studi D-3 Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 12 Agustus 2022

Mengesahkan,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Ahmad Rizal Sultan, S.T., MT., Ph.D.
NIP 19760921 200003 1 001

Ir. Hamma, MT.
NIP 19571231 198803 1 010

Mengetahui,

Koordinator Program Studi, D-3 Teknik Listrik



Ruslan L. S.T., M.T.
NIP 19640918 199003 1 002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, hari Jum'at tanggal 12 Agustus 2022, Tim Penguji Ujian Sidang Tugas Akhir telah menerima dengan baik Laporan Tugas Akhir oleh mahasiswa:

1. Nama : Ade Wirya Anugrah

Nim : 321 19 051

2. Nama : Ahmad Widodo

Nim : 321 19 053

dengan judul tugas akhir,

**“Rancang Bangun Gardu Distribusi Tipe Trafo Cantol Di Bengkel Tegangan
Menengah Politeknik Negeri Ujung Pandang”**

Makassar, 12 Agustus 2022

Tim Pengujian Ujian Sidang Laporan Tugas Akhir,

Susunan Tim penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1. Ruslan L, S.T., M.T.	Ketua	(.....)
2. Kazman Riyadi, S.T., M.T.	Sekretaris	(.....)
3. Ir. H. Ahmad Gaffar, M.T.	Anggota	(.....)
4. Naely Muchtar, S.Pd., M.Pd.	Anggota	(.....)
5. Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D.	Pengarah I	(.....)
6. Ir. H. Hamma, M.T.	Pengarah II	(.....)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas Rahmat-Nya yang selama ini kita dapatkan, yang memberi hikmat dan yang paling bermanfaat bagi seluruh umat manusia, oleh karenanya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN GARDU DISTRIBUSI TIPE TRAFO CANTOL DI BENGKEL TEGANGAN MENENGAH POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG ” dengan baik dan tepat waktu.

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini penulis menjumpai beberapa hambatan, namun berkat dukungan materil dan non materil dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik, maka pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada semua pihak terkait yang telah membantu sehingga terselesaikannya proposal tugas akhir ini, antara lain :

1. Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.Si., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang,
2. Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro,
3. Ruslan L. S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Listrik,
4. Ahmad Rizal Sultan, S.T., M.T., Ph.D. sebagai Pengarah Utama dan Ir. Hamma, MT. sebagai Pengarah Pendamping yang telah meluangkan waktu serta kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam setiap proses penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini dari awal sampai terselesaikan,

5. Segenap dosen dan staf pengarah jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang,
6. Ir. Syarifuddin, M.T., Selaku Wali Kelas 3C D-3 Teknik Listrik,
7. Kedua orang tua tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung penulis dengan segenap kasih sayang dalam menapaki masa studi di jenjang perguruan tinggi yang sungguh menantang bagi penulis,
8. Seluruh saudara-saudari Jurusan Teknik Elektro angkatan 2019 terlebih saudara-saudari 3C Program Studi D-3 Teknik Listrik yang tak henti-hentinya memberikan dukungan moril serta motivasi dari awal hingga akhir masa studi penulis di jenjang perguruan tinggi.

Penulis menyadari Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan segala saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Harapan penulis semoga tulisan ini memberikan ilmu dan manfaat bagi para pembaca.

Makassar, 12 Agustus 2022

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
SURAT PERNYATAAN.....	xi
RINGKASAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	14
1.1 Latar Belakang.....	14
1.2 Rumusan Masalah.....	15
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan.....	15
1.4 Tujuan Kegiatan.....	16
1.5 Manfaat Kegiatan.....	16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	17
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	17
2.1.1 Pengertian Sistem Distribusi.....	17
2.1.2 Gardu Ditribusi.....	18
2.2. Tiang.....	20
2.3 Transformator.....	21
2.3.1 Prinsip Kerja Transformator.....	22

2.4 <i>Lightning Arrester</i>	23
2.4.1 Prinsip Kerja <i>Lightning Arrester</i>	24
2.5 <i>Fuse Cut Out</i>	25
2.6 NH-Fuse	26
2.7 Panel Hubung Bagi	27
2.7.1 Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah	28
2.7.2 Peralatan Utama PHB-TR	28
2.8 Isolator Jaringan	30
2.8.1 Karakteristik Isolator	31
2.8.2 Jenis Isolasi Jaringan	32
2.9 Konduktor	33
2.9.1 Konduktor AAAC-S (A3C-S)	33
2.10 Segitiga Daya	34
2.10.1 Daya Reaktif	35
2.10.2 Daya Aktif	35
2.10.3. Daya Semu	36
2.11 Besi UNP	36
2.12 Pipa Hot Dip Galvanis	37
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan	38
3.2 Prosedur Kegiatan	38
3.3 Teknik Pengumpulan Data	41
3.3.1 literatur	41

3.3.2 Observasi.....	41
3.3.3 Wawancara.....	41
3.3.4 Dokumentasi	41
3.4 Teknik Pengolahan / Analisis Data	42
BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Proses Perancangan.....	43
4.2 Spesifikasi Peralatan yang Aman pada Gardu Distribusi Sesuai dengan Standar.	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	57



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Alat <i>safety</i> (Pengaman)	30
Tabel 4.2. Bahan Utama (Material).....	31
Tabel 4.3. <i>Nameplate</i> Trafo yang digunakan.....	32
Tabel.4.4. Rating <i>Fuse Cut Out</i> dan <i>Fuse Link</i>	34
Tabel.4.5. Kemampuan Hantar Arus (KHA) Konduktor AAAC-S.....	36
Tabel.4.6. Kemampuan Hantar Arus (KHA) Kabel NYY.....	37
Tabel.4.7. Rating NH-Fuse.....	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik.....	5
Gambar 2.2 Gardu Portal dan Bagan satu garis	6
Gambar 2.3 Gardu Cantol 1 Fasa dan Gardu cantol 3 Fasa	6
Gambar 2.4 Tiang.....	8
Gambar 2.5 Transformator Distribusi.....	10
Gambar 2.6 <i>lightning arrester</i> dan bagian-bagian lightning arrester.....	12
Gambar 2.7 <i>Fuse Cut Out</i> (FCO).....	13
Gambar 2.8 NH- fuse	14
Gambar 2.9 PHB-TR.....	16
Gambar 2.10 Isolator.....	19
Gambar 2.11 Konduktor AAAC-S.....	21
Gambar 2.12 Segitiga daya	22
Gambar 2.13 Besi UNP.....	23
Gambar 2.14 Pipa Hot Dip Galvanisd 0.5.....	24
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Perancangan.....	27

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ade Wirya Anugrah

Nim : 32119051

Yang menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **Rancang Bangun Gardu Distribusi Tipe Trafo Cantol Di Bengkel Tegangan Menengah Politeknik Negeri Ujung Pandang** merupakan gagasan dan hasil karya penulis dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperikasa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicamtumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 12 Agustus 2022



Ade Wirya Anugrah
NIM. 321 19 051

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Widodo

Nim : 32119053

Yang menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **Rancang Bangun Gardu Distribusi Tipe Trafo Cantol Di Bengkel Tegangan Menengah Politeknik Negeri Ujung Pandang** merupakan gagasan dan hasil karya penulis dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun pada perguruan tinggi dan instansi manapun.

Semua informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut diatas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 12 Agustus 2022



Ahmad Widodo
NIM. 321 19 053

RANCANG BANGUN GARDU DISTRIBUSI TIPE TRAFU CANTOL DI BENGKEL TEGANGAN MENENGAH POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Ade Wiryana Anugrah dan Ahmad Widodo, 2022-8-15

Dibawah bimbingan Ahmad Rizal Sultan, S.T., MT., Ph. D dan Ir. Hamma, MT.

RINGKASAN

Gardu distribusi merupakan suatu tempat atau bangunan instalasi listrik yang di dalamnya terdapat alat pemutus, penghubung, pengamanan dan trafo yang berfungsi menurunkan tegangan dari tegangan menengah 20 kV ke tegangan rendah 400V yang selanjutnya didistribusikan ke beban/pelanggan tegangan rendah. Rancang bangun ini bertujuan untuk menentukan tahapan pembangunan konstruksi gardu distribusi trafo cantol yang sesuai dengan Standar PLN sehingga dapat digunakan sebagai alat praktikum mahasiswa teknik listrik Politeknik Ujung Pandang serta menentukan spesifikasi peralatan yang aman pada gardu distribusi sesuai Standar PLN. Pemasangan peralatan dan material pada konstruksi gardu distribusi tipe cantol mengacu pada Standar PLN. Perhitungan nilai arus untuk menentukan spesifikasi alat pengamanan listrik yang akan digunakan yaitu arus nominal berdasarkan kapasitas transformator. Berdasarkan hasil kegiatan berupa perancangan dan pembangunan konstruksi yang telah dilakukan maka dapat diketahui peralatan yang digunakan aman bagi trafo yang sesuai dengan Standar PLN yaitu Trafo dengan daya 50 kVA, *Fuse Cut Out* dan *Fuse Link* 3 A, *Lightning Arrester* 24 kV/100 kA, Konduktor AAAC-S 167 A dengan luas penampang 35mm^2 , Kabel NYY 105 A dengan luas penampang 35mm^2 , Saklar Utama 100 A, NH-Fuse 40 A, dan Pentanahan/pembumian yang baik dibawah 5 Ohm.

Kata Kunci: Gardu distribusi tipe cantol, Satu tiang



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gardu distribusi merupakan suatu tempat atau bangunan instalasi listrik yang di dalamnya terdapat alat pemutus, penghubung, pengamanan dan trafo yang berfungsi menurunkan tegangan dari tegangan menengah 20 kV ke tegangan rendah 400V yang selanjutnya distribusikan ke beban/pelanggan tegangan rendah. Pentingnya peranan gardu distribusi ini dalam penyaluran tenaga listrik sehingga dipelajari dalam pembelajaran program studi teknik listrik di Politeknik Negeri Ujung Pandang khususnya pada pembelajaran bengkel catu daya dan tegangan menengah.

Pada gardu distribusi sendiri banyak hal yang dapat dipelajari oleh mahasiswa praktikum mulai dari komponen-komponen kelistrikan seperti konduktor, Tiang, *Fuse Cut Out* (FCO), *Lighting Arrester* (LA), Isolator 20 kV, Transformator, NH Fuse, Panel PHB-TR, serta sistem pembumian baik dari cara pemasangan hingga Standarisasi peralatan. Semua komponen-komponen tersebut tentunya akan lebih mudah dipelajari jika didukung dengan media alat praktek berupa gardu distribusi yang sudah terpasang sesuai Standar.

Saat ini kondisi di bengkel program studi teknik listrik Politeknik Negeri Ujung Pandang sudah dilengkapi dengan gardu tipe portal namun jumlah mahasiswa yang setiap tahunnya mengalami peningkatan maka memerlukan penambahan gardu distribusi trafo cantol sebagai alat praktikum, sehingga pada tugas akhir ini penulis

membuat rancang bangun gardu distribusi tipe trafo cantol di bengkel program studi teknik listrik khususnya pada bengkel catu daya dan tegangan menengah. Dengan adanya perancangan gardu distribusi tipe trafo cantol ini diharapkan nantinya dapat menjadi media atau alat praktikum pembelajaran mahasiswa teknik listrik di Politeknik Negeri Ujung Pandang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan diatas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tahapan pembangunan konstruksi gardu distribusi trafo cantol yang sesuai dengan Standar PLN?
2. Bagaimana menentukan spesifikasi peralatan yang aman pada gardu distribusi sesuai dengan Standar PLN?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan di atas, maka dalam penyusunan Tugas Akhir ini dibuat batasan-batasan dengan maksud memudahkan analisis yang dibutuhkan dalam rangka pemecahan masalah. Adapun ruang lingkungnya yaitu sebagai berikut:

Pemasangan peralatan dan material pada konstruksi gardu distribusi tipe cantol mengacu pada Standar PLN. Perhitungan nilai arus untuk menentukan spesifikasi alat pengaman listrik yang akan digunakan yaitu arus nominal berdasarkan kapasitas transformator.

1.4 Tujuan Kegiatan

Tujuan pokok dalam tugas akhir ini adalah mencari jawaban atas rumusan masalah. Sejalan dengan latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Menentukan tahapan pembangun kontruksi gardu distribusi trafo cantol yang sesuai dengan Standar PLN sehingga dapat digunakan sebagai alat praktikum mahasiswa teknik listrik Politeknik Ujung Pandang.
2. Menentukan spesifikasi peralatan yang aman pada gardu distribusi sesuai Standar PLN.

1.5 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat dari rancang bangun ini adalah sebagai bahan media dalam praktikum catu daya dan tegangan menengah serta memudahkan dalam pelaksanaan praktikum program studi teknik listrik Politeknik Negeri Ujung pandang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

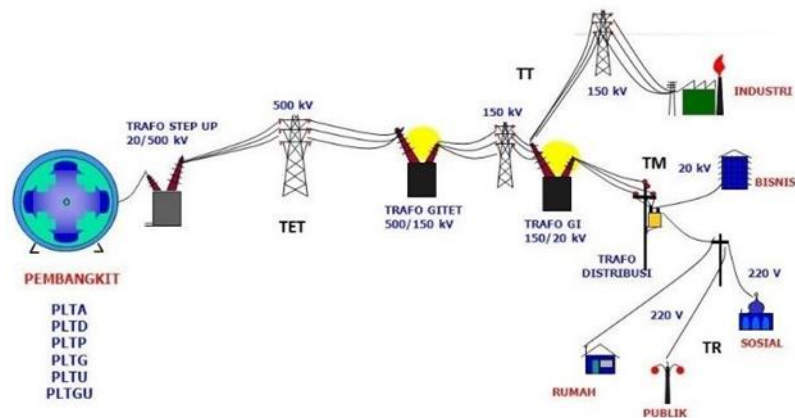
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

2.1.1 Pengertian Sistem Distribusi

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Pada gambar 2.1 sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari pembangkit sampai ke konsumen. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 150 kV, 220 kV atau 500 kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi.

Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2.R$).

Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 400 V. Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen. Dengan ini jelas bahwa sistem distribusi merupakan bagian yang penting dalam sistem tenaga listrik secara keseluruhan.



Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik
(Sumber: Ramdan Febriana,2022)

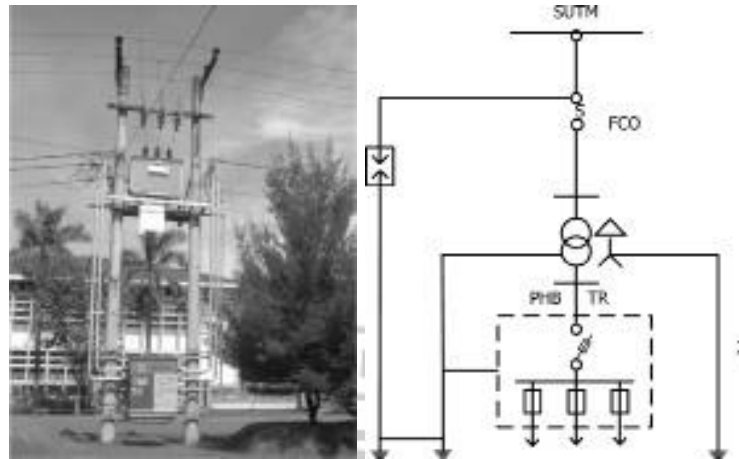
2.1.2 Gardu Ditrubusi

Gardu distribusi merupakan suatu bangunan gardu listrik berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah (PHB-TM), Transformator Distribusi (TD) dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan Tegangan Menengah (TM 20 kV) maupun Tegangan Rendah (TR 400 V).

Konstruksi Gardu distribusi dirancang berdasarkan optimalisasi biaya terhadap maksud dan tujuan penggunaannya yang kadang kala harus disesuaikan dengan peraturan Pemda setempat.

A. Gardu Portal

Pada gambar 2.2 gardu portal adalah gardu listrik dengan konstruksi pada dua tiang atau lebih. Transformator dipasang pada bagian atas dan lemari panel/PHB-TR pada bagian bawah.



Gambar 2.2 Gardu Portal dan Bagan satu garis
(Sumber: Buku 4 PLN: Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik,2010)

B. Gardu Cantol

Gardu Cantol adalah Gardu Distribusi dengan konstruksi transformator dicantolkan pada tiang tunggal. Kapasitas transformator sebesar-besarnya 50 kVA dengan jenis CSP (*Completely Self Protected*) transformator. Namun transformator tetap harus dilengkapi dengan *Lightning Arrester*.



Gambar 2.3 Gardu Cantol 1 Fasa dan Gardu cantol 3 Fasa
(Sumber: Buku 4 PLN: Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik,2010)

2.2. Tiang

Tiang listrik adalah salah satu komponen utama dari konstruksi distribusi saluran udara yang menyangga hantaran listrik beserta perlengkapannya dan pemakaiannya bergantung pada keadaan lapangan. Tiang ditanam $\frac{1}{6}$ panjang tiang, dengan sudut kemiringan tidak melebihi 500. Pondasi tiang dipakai untuk tiang awal, tiang akhir, gardu Portal/Cantol, tiang sudut. Ukuran pondasi disesuaikan dengan besar/ kuat tarik tiang (daN) dan daya dukung jenis tanah.

Konstruksi pada tiang (*Pole Top Construction*) dilakukan minimal 15 cm dibawah ujung tiang bagian atas. Jarak pendirian tiang (*pole staking*) atau antar gawang diatur sebagai berikut:

1. Dalam kota: maksimum 40 meter,
2. Luar kota: maksimum 50 meter,
3. Listrik desa: maksimum 60 meter.

Pemakaian panjang tiang adalah 11, 12, 13, dan 14 meter untuk Jaringan Tegangan Menengah dengan kekuatan beban kerja 200 daN, 350 daN, 500 daN dan 800 daN (PUIL 2000)



Gambar 2.4 Tiang

2.3 Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Transformator berfungsi untuk menyalurkan daya/tenaga dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Dalam operasi penyaluran tenaga listrik transformator dapat dikatakan sebagai jantung dari transmisi dan distribusi.

Transformator satu fasa mempunyai satu sisi masukan dan satu sisi keluaran. Sisi masukan disebut sisi primer, dan sisi keluaran disebut sisi sekunder. Sedangkan transformator tiga fasa mempunyai tiga buah sisi masukan dan tiga buah sisi keluaran, Transformator tiga fasa dapat dibentuk dari tiga buah transformator satu

fasa ataupun dari bentuk konstruksi transformator tiga fasa satu inti. Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu sebagai berikut:

- 1) Transformator daya,
- 2) Transformator distribusi,
- 3) Transformator ukur.

2.3.1 Prinsip Kerja Transformator

Apabila kumparan primer dihubungkan dengan sumber, maka akan mengalir arus bolak-balik pada kumparan tersebut. Arus akan menimbulkan fluks magnet yang berubah-ubah pada inti. Dengan adanya fluks magnet yang berubah-ubah, pada kumparan akan timbul gaya gerak listrik induksi. Daya listrik dari kumparan primer ke kumparan sekunder dengan perantara garis gaya magnet atau fluks magnet (Φ) yang dibangkitkan oleh aliran listrik yang mengalir melalui kumparan primer. Untuk dapat membangkitkan tegangan listrik pada kumparan sekunder, fluks magnet yang dibangkitkan oleh kumparan primer harus berubah-ubah. Untuk memenuhi hal ini, aliran listrik yang mengalir melalui kumparan primer haruslah aliran listrik arus bolak-balik (AC). Saat kumparan primer ke sumber listrik AC, pada kumparan primer timbul gaya gerak magnet bersama yang bolak-balik juga. Dengan adanya gaya gerak magnet ini, di sekitar kumparan primer timbul fluks magnet bersama yang juga bolak-balik. Adanya fluks magnet bersamaini, pada ujung-ujung kumparan sekunder timbul gaya gerak listrik sekunder yang mungkin sama, lebih tinggi, atau lebih rendah dari

gaya gerak listrik primer. Hal ini tergantung pada perbandingan transformasi kumparan transformator tersebut.



Gambar 2.5 Transformator distribusi
(Sumber: LUASE, 2015)

2.4 Lightning Arrester

Lightning Arrester adalah suatu alat pengaman bagi peralatan sistem tenaga listrik terhadap surya petir. Alat pelindung terhadap gangguan surya ini berfungsi melindungi peralatan sistem tenaga listrik dengan cara membatasi surja tegangan lebih yang datang dan mengalirkannya ke tanah.

Berhubung dengan fungsinya dapat menahan tegangan sistem 50 Hz untuk waktu yang terbatas dan harus dapat melewati surja arus ke tanah tanpa mengalami kerusakan. Berlaku sebagai jalan pintas sekitar isolasi. *Arrester* membentuk jalan yang mudah untuk dilalui oleh kilat atau petir, sehingga tidak timbul tegangan lebih yang tinggi pada peralatan.

Selain melindungi peralatan dari tegangan lebih yang diakibatkan oleh tegangan

lebih eksternal, *arrester* juga melindungi peralatan yang diakibatkan oleh tegangan lebih internal seperti surja hubung, selain itu *arrester* juga merupakan kunci dalam koordinasi isolasi suatu sistem tenaga listrik. Bila surja datang ke *arrester* maka *arrester* bekerja melepaskan muatan listrik serta mengurangi tegangan abnormal yang akan mengenai peralatan dalam gardu portal.

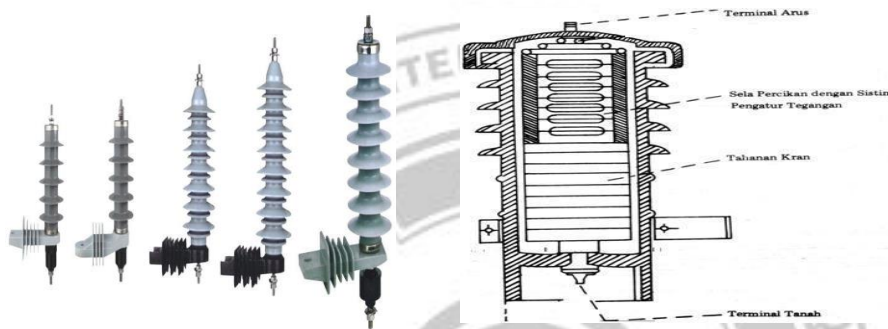
2.4.1 Prinsip Kerja *Lightning Arrester*

Lightning arrester merupakan peralatan yang didesain untuk melindungi peralatan sistem tenaga listrik dari tegangan lebih (baik surja hubung maupun surja petir) dan pengaruh *follow current*. *Lightning Arrester* memiliki fungsi utama memotong tegangan lebih yang menuju peralatan sistem tenaga listrik yang dilindunginya.

Tegangan lebih ini dapat berupa surja petir, surja hubung, maupun tegangan lebih di dalam sistemnya sendiri. *Lightning arrester* bersifat *by pass* di sekitar isolasi yang membentuk jalan dan mudah dilalui arus kilat, sehingga tidak timbul tegangan lebih pada peralatan sistem tenaga listrik. Pada keadaan normal *lightning arrester* harus mampu bertindak sebagai isolator yang tahanannya tinggi sehingga hanya mengalirkan beberapa miliampere arus bocor dari tegangan sistem ke tanah, namun bila terkena sambaran petir *lightning arrester* berubah menjadi 2 konduktor yang tahanannya relatif sangat rendah sehingga dapat mengalirkan ribuan ampere arus surja ke tanah.

Berdasarkan fungsi *lightning arrester* sebagai pelindung peralatan sistem tenaga

listrik dari tegangan surja, maka pada umumnya lightning arrester dipasang di gardu distribusi. Ada kalanya *lightning arrester* dipasang pada transformator dan pada peralatan lainnya untuk menjamin terlindungnya peralatan sistem tenaga listrik tersebut dari tegangan lebih.



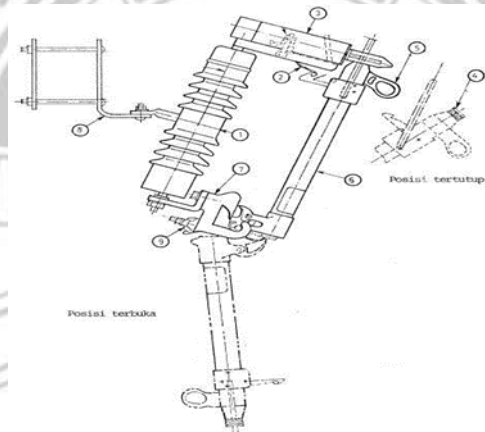
Gambar 2.6 *lightning arrester* dan bagian-bagiannya
(Sumber:PPT Bangkit Wahyudian Kartiko,2012)

2.5 Fuse Cut Out

Fuse Cut Out (FCO) atau biasa disebut pengaman lebur merupakan alat pemutus yang akan melebur pada bagian komponen yang sudah dirancang khusus dan telah di sesuaikan ukurannya untuk membuka rangkaian di mana pelebur tersebut dipasang dan akan memutuskan arus listrik bila arus tersebut melebihi nilai dalam waktu tertentu. FCO dirancang untuk digunakan pada tegangan di atas 600 V. Umumnya FCO dipasang antara trafo distribusi dengan saluran distribusi primer. Saat terjadi gangguan, elemen fuse akan melebur dan memutuskan aliran arus listrik pada rangkaian sehingga akan melindungi trafo distribusi dari kerusakan akibat gangguan yang terjadi pada saluran primer.

Prinsip kerjanya adalah ketika terjadi gangguan arus maka *fuse* pada *cut out* akan

putus, dan tabung ini akan lepas dari pegangan atas, dan menggantung di udara, sehingga tidak ada arus yang mengalir ke sistem. Cara kerjanya adalah dengan melelehkan *fuse link*, sehingga dapat memisahkan antar bagian yang terganggu dan tidak terganggu. *Fuse link* merupakan elemen inti dari FCO yang terletak di dalam fuse holder dan mempunyai titik lebur tertentu. Jika beban jaringan sesudah FCO menyentuh titik lebur tersebut, maka fuse link akan meleleh dan akan memisahkan jaringan sebelum FCO dengan jaringan sesudah FCO.



Gambar 2.7 *Fuse Cut Out* (FCO)
(Sumber: LUASE, 2015)

2.6 NH-Fuse

NH Fuse adalah komponen pengamanan yang berfungsi sebagai pengamanan arus lebih dan hubung singkat. Sebenarnya NH Fuse memiliki fungsi yang sama dengan fuse lainnya, yang membedakan hanya pada kapasitasnya, NH Fuse dapat digunakan untuk tegangan menengah atau untuk pengamanan arus yang besar. NH Fuse sering digunakan sebagai pengamanan untuk trafo pada tiang listrik tegangan menengah.

Menurut buku PLN 1 (2010) didalam NH Fuse terdapat kawat lebur yang berfungsi sebagai penghantar arus dan juga sebagai pengaman dari beban lebih dan hubung singkat. Apabila terjadi arus lebih atau hubung singkat, kawat lebur tersebut akan mengalami kenaikan suhu dan akan melebur (putus), sehingga arus listrik yang melalui NH Fuse akan terputus. Apabila kawat lebur sudah terputus maka fuse sudah tidak berfungsi dan harus diganti. Pada penggunaannya NH Fuse dipasang pada dudukan atau yang biasa disebut dengan Holder.



Gambar 2.8 NH- Fuse
(Sumber: Buku PLN 1,2010)

2.7 Panel Hubung Bagi

Perlengkapan Hubung Bagi (PHB) adalah suatu perlengkapan untuk membagi tenaga listrik dan/atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat listrik mencakup sakelar pemutus sirkit, papan hubung bagi tegangan rendah dan sebagainya. Macam-macam Perlengkapan Hubung Bagi.

Menurut kebutuhannya, PHB dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

- 1). PHB Utama adalah PHB yang menerima aliran tenaga listrik dan sumber melalui saklar utama konsumen dan membagikan tenaga listrik tersebut ke seluruh alat pemakai pada instalasi konsumen.

- 2). PHB Sub Instalasi atau PHB Cabang adalah PHB dari suatu instalasi untuk mensuplai tenaga listrik kepada satu konsumen dan instalasi tersebut merupakan bagian dari instalasi yang mensuplai konsumen tunggal atau lebih.

2.7.1 Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah

Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) adalah perlengkapan hubung bagi yang di pasang pada sisi TR atau sisi sekunder trafo sebuah gardu distribusi baik gardu beton, gardu kios, gardu portal, maupun gardu cantol. Adapun PHB TR yang banyak di jumpai adalah PHB TR yang ada pada Gardu Trafo Tiang (GTT). Peralatan pada Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB TR) terdiri dari 2 bagian yaitu, peralatan utama dan peralatan pelengkap.

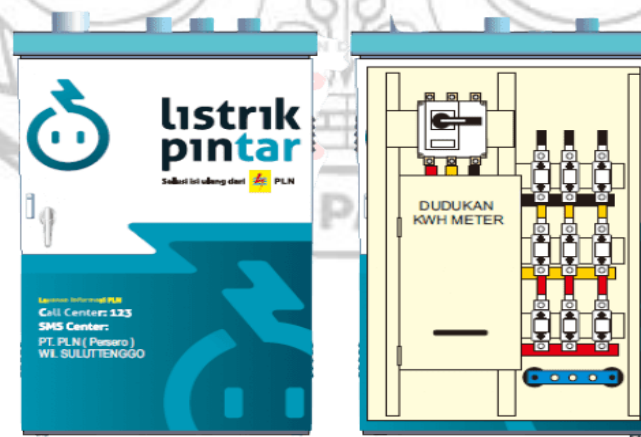
2.7.2 Peralatan Utama PHB-TR

Perlengkapan utama adalah perlengkapan yang terdiri dari beberapa komponen, diantaranya:

- 1) Saklar Utama: Saklar utama berfungsi untuk membuka sirkit tegangan dari trafo ke pemakaian. Saklar 3 fase dengan 3 atau 4 kutub. Kapasitas sesuai dengan daya trafo yang terpasang (umumnya di atas 1000 A). Saklar utama terdiri dari dua jenis yaitu saklar jenis terbuka dan saklar jenis tertutup. Cara pengoperasian saklar ada dua, yaitu tarik-dorong dan putar kiri-kanan.
- 2) Busbar dan Saluran Pembagi: Berfungsi sebagai pengumpul dan pembagi tenaga listrik. Busbar terbuat dari plat tembaga dengan penampang sesuai kapasitas beban. Busbar ini terpasang pada kerangka dengan sekat dari isolator bahan

keramik bakelin atau fiberglass. Jumlah saluran keluar mulai dari 4 sampai 8 saluran.

- 3) Penjepit *Fuse* (ground plate): Penjepit fuse berfungsi untuk menjepit fuse merupakan alat kontak. Penjepit fuse ini terbuat dari bahan tembaga. Untuk memperkuat jepitan dipasang per/pegas belah dari bahan baja. Dudukan terbuat dari bahan isolasi keras (porselin, *fiberglass*).
- 4) *Fuse* (sekering): Fuse berfungsi sebagai pengaman saluran keluar. Ada 2 jenis fuse yaitu fuse tabung terbuka dan tabung tertutup. Alat kontak berupa pisau dari bahan tembaga yang dijepitkan ground plate. Nilai arusnya tergantung besar arus yang disalurkan ke kabel pemakaian.
- 5) Pentanahan/pembumian: Bagian yang perlu dihubungkan dengan pembumian yaitu pentanahan titik netral sistem 3 fasa, pembumian bagian konduktif badan peralatan listrik, dan pembumian untuk pengamanan terhadap tegangan lebih.



Gambar 2.9 PHB-TR
(Sumber: Ashar Arifin ,2021)

2.8 Isolator Jaringan

Isolator adalah peralatan yang terdiri dari bahan dielektrik yang berguna untuk mengisolir suatu konduktor bertegangan dengan konduktor lain yang memiliki beda potensial atau konduktor bertegangan dengan kawat penyangga yang diketanahkan agar tidak terjadi kebocoran arus (*leakage current*) dan loncatan bunga api (*flash over*) yang mengakibatkan terjadinya gangguan pada sistem yang dapat mengurangi keandalan sistem serta dapat membahayakan manusia. Adapun fungsi utama isolator selain yang disebutkan diatas adalah sebagai berikut:

1. Sebagai penyekat/pengisolir antara kawat penghantar dengan bagian yang diketanahkan dan antar kawat penghantar.
2. Sebagai pemikul beban mekanis yang disebabkan oleh berat kawat penghantar dan/ atau gaya tarik yang disebabkan oleh kawat penghantar.
3. Sebagai pembatas agar jarak antar kawat penghantar tetap.

Kemampuan isolator dapat ditinjau dari kekuatan bahan dielektrik yang digunakan. Isolator dapat dikatakan baik apabila kekuatan bahan dielektriknya mampu menahan beban potensial listrik, beban mekanis, serta medan listrik yang mengenainya tanpa menjadikan isolator tersebut cacat atau rusak. Namun, kemampuan dielektrik isolator dapat berkurang akibat pengaruh kondisi lingkungan disekitar isolator. Kondisi yang dimaksudkan adalah perubahan suhu secara ekstrim, kontaminasi garam pada permukaan, dan kondisi fisik isolator tersebut.

2.8.1 Karakteristik Isolator

Karakteristik isolator secara umum dapat ditinjau dari dua segi yaitu, segi elektrik dan segi mekanis.

1. Pada segi elektrik isolator berfungsi untuk mengisolir konduktor bertegangan dan kerangka penyangga yang dikebunikan agar tidak muncul arus listrik yang melewati rangka penyangga. Namun ada dua hal yang dapat menyebabkan sistem isolasi tersebut gagal melaksanakan fungsinya tersebut. Kegagalan elektrik pada isolator dipengaruhi oleh kelembaban dan polusi udara. Polusi udara tersebut mengakibatkan munculnya lapisan kontaminan pada permukaan isolator. Lapisan kontaminan tersebut mengakibatkan permukaan isolator menjadi lebih konduktif, sehingga arus dapat melewati permukaan isolator. Fenomena timbulnya arus pada permukaan tersebut menginisiasi munculnya kegagalan. Ada dua macam kegagalan pada sistem isolasi yaitu fenomena tegangan lewat denyar (*flash over*) dan tegangan tembus listrik (*breakdown*) pada isolator yang menyebabkan isolator pecah. Fenomena *flashover* mengakibatkan isolator tidak mampu kembali ke posisi semula, sehingga sebagian isolator mengalami kerusakan mekanis. Pada peristiwa tersebut munculnya busur api mengakibatkan pemansan pada permukaan isolator dan menimbulkan hubung singkat.
2. Karakteristik mekanis isolator adalah kemampuan sebuah isolator dalam menahan beban mekanis terendah yang dapat mengakibatkan isolator tersebut cacat atau rusak. Kekuatan tersebut dinyatakan dalam tiga keadaan beban, yaitu kuat mekanis tarik, kuat mekanis tekan, dan kuat mekanis tekuk. Kuat mekanis

tersebut didapatkan dari kemampuan isolator dalam menahan beban dari kawat penghantar.

2.8.2 Jenis Isolasi Jaringan

Gambar 2.10 merupakan isolator jaringan yang sering digunakan pada saluran transmisi dan distribusi sistem tenaga listrik dapat dibedakan menjadi empat macam secara berturut-turut berdasarkan fungsi dan konstruksinya, yaitu:

1. Isolator jenis Pasak (*pin type insulator*),
2. Isolator jenis Pos (*post type insulator*),
3. Isolator jenis Gantung (*suspension type insulator*),
4. Isolator jenis Cincin (*spool type insulator*).

Penggunaan masing-masing isolator ditentukan oleh fungsi dan letak isolator tersebut terpasang.



Gambar 2.10 Isolator
(Sumber: Kusumaningrum, 2017)

2.9 Konduktor

Konduktor berfungsi penghantar energi listrik dari suatu tempat ke tempat yang lain. Ada banyak bahan yang dipakai sebagai konduktor dan bahan-bahan yang dipakai harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

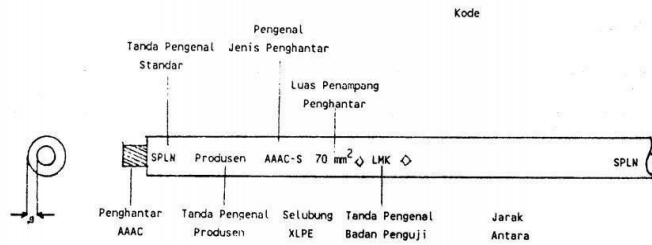
- a. Konduktifitasnya cukup baik,
- b. Kekuatan mekanisnya (kekuatan tarik) cukup tinggi,
- c. Koefisien muai panjangnya kecil,
- d. Modulus kenyalnya (modulus elastisitas) cukup besar.

Karakteristik konduktor dapat dijelaskan dalam dua kategori, antara lain karakteristik mekanis dan karakteristik listrik.

2.9.1 Konduktor AAAC-S (A3C-S)

Menurut PLN 41-10:1991 penghantar udara jenis aluminium paduan (AAAC) berselubung polietilen ikat silang (XLPE) untuk sistem jaringan udara tegangan menengah sampai 20 kV. Penghantarnya berupa aluminium paduan dipilin bulat tidak dipadatkan.

Selubung polietilen ikat silang ini dimaksudkan untuk mengurangi jumlah gangguan pada sistem, terutama gangguan sentuhan dengan pohon. Selubung tidak berfungsi sebagai isolasi penuh, oleh karenanya penghantar jenis ini harus diperlakukan seperti hanya penghantar udara telanjang.



Gambar 2.11 Konduktor AAAC-S
(Sumber: PLN 41-8: 1981, Hantaran Aluminium Campuran, PLN 1981)

2.10 Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan trigonometri atau segitiga siku-siku yang digunakan untuk menghitung daya aktif, reaktif serta semu. Sedangkan jika dilihat dari kata daya ini sendiri artinya adalah sekumpulan energi listrik yang terpakai dalam aktivitas atau usaha tertentu. Hubungan ini disebut dengan segitiga daya dan dalam bentuk vektor dapat dirumus beserta digambarkan sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

$$Q = V \times I \times \sin \varphi$$

$$S = V \times I$$

Keterangan: S = Daya semu (VA)

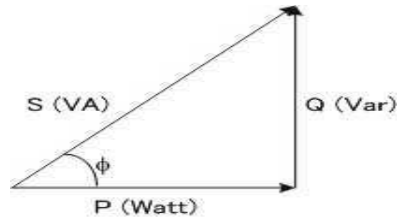
P = Daya aktif (Watt)

Q = Daya reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus konjugit (Ampere)

φ = Sudut fasa antara tegangan dan arus



Gambar 2.12 Segitiga daya
(Sumber: Yuniarto. (2018))

2.10.1 Daya Reaktif

Daya reaktif (reactive power) merupakan daya yang terdapat pada beban reaktif yaitu inductor dan kapasitor. Daya ini diserap oleh beban reaktif dan dikembalikan lagi ke sumber. Satuan daya reaktif adalah VAR (*Voltage-Ampere-Reaktif*) dengan simbol matematik huruf kapital Q.

$$Q = V \times I \times \sin \phi$$

$$\sin \phi = \frac{(VAR)}{S(VA)}$$

2.10.2 Daya Aktif

Daya aktif merupakan daya yang dikonsumsi oleh beban resistif yang digunakan untuk mengubah bentuk energi listrik ke bentuk energi lain. Satuan daya aktif adalah W (watt) dengan simbol matematik huruf kapital P. Dengan kata lain, daya aktif adalah perkalian antara faktor daya dengan daya semu.

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

$$\cos \phi = \frac{P(W)}{S(VA)}$$

2.10.3. Daya Semu

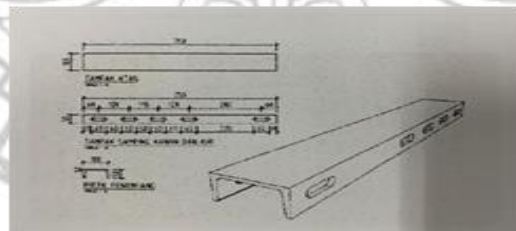
Daya semu (apparent power) merupakan total daya yang terdapat pada rangkaian AC atau perkalian secara vector antara tegangan (Volt- Ampere) dengan simbol kapital S.

$$S = V \times I$$

2.11 Besi UNP

Besi UNP pada gambar 2.14 adalah besi panjang dengan bentuk yang menyerupai huruf U. Dikenal juga sebagai Kanal U, Profil U, dan U-Channel, besi ini banyak digunakan sebagai penutup dinding (Girts), penutup dudukan atap (Purin), dan rangka komponen konstruksi. Di pasaran, besi ini memiliki panjang Standard 6meter.

Pegangan Pipa Gardu Tipe Cantol digunakan untuk penunjang pemasangan pipa besi 3” pada Gardu Cantol. Pegangan Pipa Gardu Tipe Cantol (Set) dibuat dengan treatment Hot Dip Galvanisid dengan ketebalan minimum 70 mikron



Gambar 2.13 Besi UNP
(Sumber:PT PLN UP3 (Persero) NABIRE, 2021)

2.12 Pipa Hot Dip Galvanis

Material ini dipergunakan sebagai pelindung kawat tembaga pada arde. Pipa dibuat dengan treatment Hot Dip Galvanis dengan ketebalan minimum 70 mikron



Gambar 2.14 Pipa Hot Dip Galvanis
(Sumber: PT PLN (Persero) UP3 NABIRE, 2021)



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Kegiatan Tugas Akhir mengenai Rancang bangun pemasangan gardu distribusi tipe trafo cantol dilingkungan kampus 1 pada bengkel tegangan menengah dilakukan pada bulan April sampai dengan Agustus 2022.

3.2 Prosedur Kegiatan

Prosedur kegiatan Tugas Akhir ini dapat dilakukan dengan terstruktur dan sistematis agar memudahkan dalam pengerjaan dan pengarahan, berikut langkah-langkah yang dilakukan:

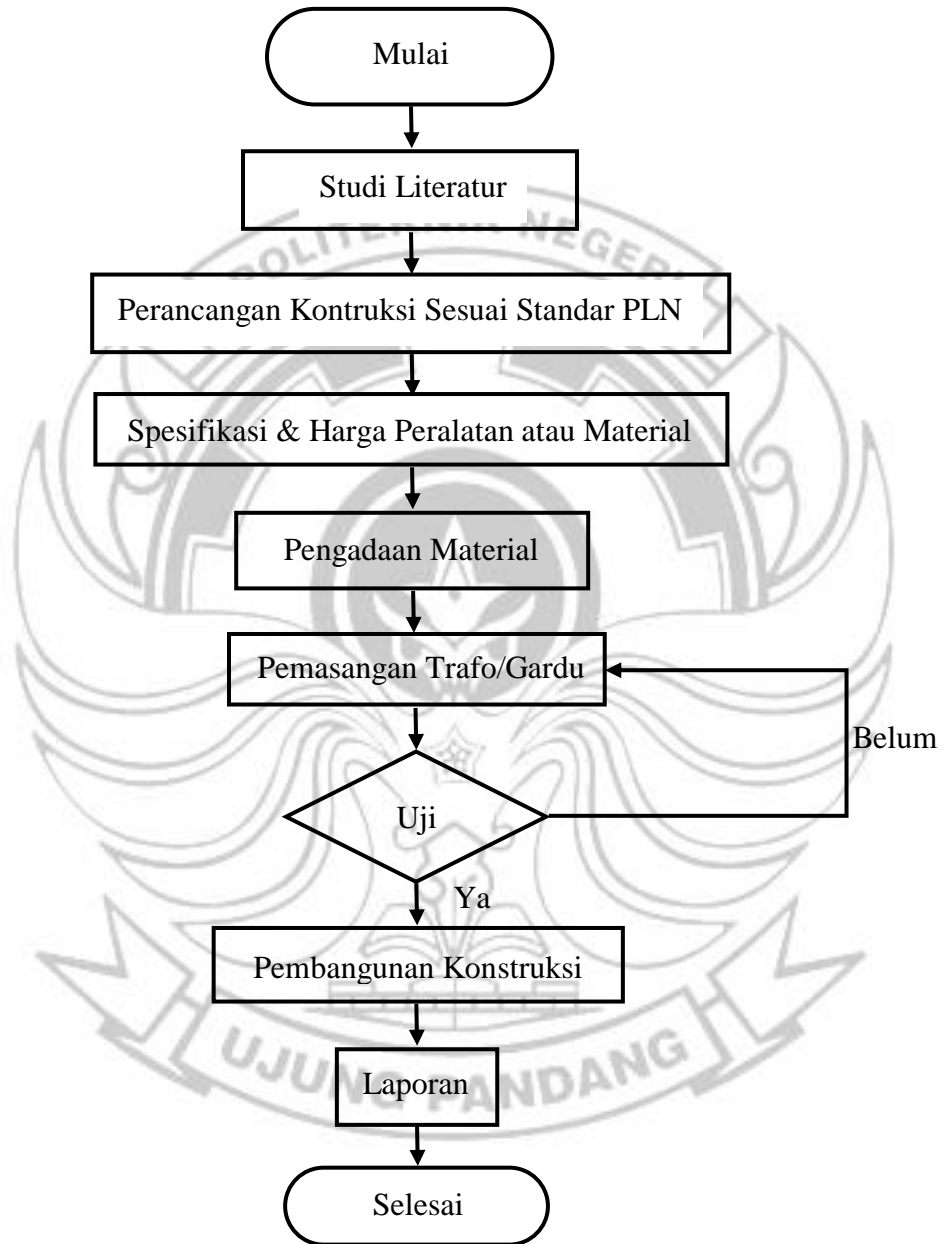
- 1) Studi literatur, bertujuan untuk mengumpulkan data dengan menggunakan berbagai sumber atau referensi, baik dari jurnal, buku, Tugas Akhir, dan internet yang berhubungan dengan Tugas Akhir.
- 2) Perancangan konstruksi sesuai Standar PLN, perancangan yang dibuat harus sesuai dengan Standar PLN.
- 3) Spesifikasi dan harga peralatan atau material sesuai dengan kebutuhan.
- 4) Pengadaan material, jika sudah ada kesepakatan dari kedua belah pihak, maka akan melakukan pengadaan material.
- 5) Pemasangan Trafo/Gardu, Melakukan pemasangan trafo/gardu yang telah disediakan oleh pihak kampus.

- 6) Pembangunan Konstruksi, berdasarkan hasil pengadaan material selanjutnya melakukan pembangunan konstruksi dengan material yang ada.
- 7) Laporan, membuat laporan hasil kegiatan pemasangan trafo/gardu.



Langkah dan metode pada kegiatan ini digambarkan pada gambar 3.1 *Flowchart*

Perancangan, sebagai berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Perancangan

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada perancangan ini adalah sebagai berikut:

3.3.1 literatur

Metode literatur merupakan metode pengumpulan data dengan menggunakan berbagai referensi baik dari buku, jurnal, tugas akhir dan internet yang berhubungan dengan judul Tugas Akhir untuk mendapatkan pengetahuan secara teoritis sehingga dapat membantu dalam penyelesaian penulisan ini.

3.3.2 Observasi

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengadakan kunjungan langsung ke lapangan guna mengetahui kondisi lapangan apakah layak di bangun gardu distribusi trafo cantol atau tidak.

3.3.3 Wawancara

Setelah observasi dilakukan dibutuhkan suatu metode untuk mendukung data yang telah dikumpulkan dengan cara mewawancarai operator yang bersangkutan juga orang – orang yang berkompeten di bidang ini.

3.3.4 Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode yang penting untuk menunjang keberhasilan dan kelengkapan hasil kegiatan ini. Teknik ini dilakukan dengan cara mengumpulkan foto – foto selama kegiatan.

3.4 Teknik Pengolahan / Analisis Data

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa ada 4 macam metode yang digunakan dalam perancangan ini yaitu literatur, observasi, wawancara dan dokumentasi. Dari data hasil penelusuran yang diperoleh kemudian data tersebut digunakan untuk diolah dan dianalisis hasilnya. Setelah mengetahui hasil yang telah diperoleh, maka penulis dapat mengambil kesimpulan dan memberikan saran.



BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Perancangan

4.1.1 Perancangan Pemasangan Gardu Distribusi Tipe Trafo Cantol

Pelaksanaan perancangan pemasangan gardu distribusi tipe trafo cantol dilaksanakan di bengkel Tegangan Menengah Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, sebagai berikut:

1. Alat dan bahan

Tabel 4.1. Alat *Safety* (Pengaman)

Alat *Safety* yang digunakan yaitu untuk melindungi diri atau tubuh dari bahaya-bahaya dari kecelakaan kerja, berikut Alat *Safety* yang digunakan sesuai dengan K3.

No	Nama Alat	Jumlah
1	Body Harness	Sesuai jumlah pelaksana
2	Helm Standar	Sesuai jumlah pelaksana
3	Sepatu Safety	2 pasang
4	Sarung Tangan	2 pasang
5	Pakaian Kerja	Sesuai jumlah pelaksana
6	Tool set (kunci pas, kunci ring, Dll)	1 SET
7	Tangga (Fiberglass)	2 buah

Tabel 4.2. Bahan Utama (Material)

Berikut adalah Bahan Utama (Material) rancang bangun gardu distribusi tipe trafo cantol yang digunakan.

No	Nama Material	Satuan	Jumlah
1	Paralel grup 50 mm	Pcs	3
2	Jumper AAACS 35mm	Meter	Secukupnya
3	Bimetal Skun TR AL-CU 50 mm	Pcs	9
4	<i>Fuse Cut Out</i>	Pcs	3
5	<i>Ligthing Arester</i>	Pcs	3
6	Transformator 50 kVA	Pcs	1
7	LV Kabel Jumper NYG	Meter	Secukupnya
8	Pipa Galvanis 4'' dan 3'' + Invoiring	Pcs	1 dan 2
9	PHB TR 2 Jurusan	Pcs	1
10	Pipa Galvanis 2'' to Grounding	Pcs	2
11	Elektroda Bumi	Pcs	2
12	Besi UNP	Pcs	8
13	Baut, mur, dan ring	Pcs	Secukupnya
14	Klem tiang	Pcs	3
15	<i>Cover Bushing</i> (Trafo Dan LA)	Pcs	6

Tabel 4.3. Nameplate Trafo

Berikut adalah tabel *Nameplate* trafo yang digunakan dalam perancangan gardu distribusi tipe trafo cantol.

NO	PARAMETER	KETERANGAN
1	Merk	KALTRA
2	Daya (kVA)	50
3	Tahun Pembuatan	1997

4	Nomor Serie	E1B97475
5	Phasa	3
6	Tegangan Primer	20 KV
7	Tegangan Skunder	400 V
8	Arus Primer	1.443 A
9	Arus Skunder	72.17 A
10	Jenis Trafo	Kotak
11	Berat Trafo	510 kg

4.1.2 Langkah Awal Persiapan Alat dan Bahan

1. Untuk kabel potonglah sesuai dengan kebutuhan,
2. Memasang skun AL-CU 50mm dan 70mm dibawah sebelum dinaikkan,
3. Rangkai Fuse Cut Out dan Lightning Arrester dibawah sebelum dinaikkan,
4. Rangkai klem untuk tahanan dudukan trafo.

4.1.3 Langkah Pemasangan

1. Langkah awal kedua teknisi menaiki tiang dengan safety yang lengkap dengan memasang/merangkai dudukan trafo, dudukan *Fuse Cut Out* dan *Lightning Arrester*,
2. Teknisi mulai bekerja melakukan pemasangan dengan cara menjulurkan tali kebawah untuk dikaitkan Fuse Cut Out setengah jadi yang dipasangkan satu per satu pada dudukannya,

3. Teknisi ketiga yang berada dibawah teknisi pertama dan kedua melakukan lagi dengan menjulurkan tali untuk mengikat Lightning Arrester yang dipasangkan satu per satu pada dudukannya,
4. Setelah terpasang *Fuse Cut Out* dan *Lightning Arrester*, salah satu teknisi berpindah tempat ke dudukan trafo untuk membantu penaikan trafo,
5. Teknisi yang berada dibawah mengikat trafo dengan rantai kotrek agar bisa dinaikkan keatas. Diusahakan antara kiri dan kanan seimbang,
6. Tarik rantai kotrek untuk menaikkan trafo,
7. Setelah trafo diposisi yang sudah pas untuk dipasang, teknisi yang berada diatas mengikat trafo dengan clem breket dan teknisi yang satunya membantu pasang kaki breket untuk penahan trafo,
8. Setelah semuanya telah terpasang maka dilakukan wiring kabel,
9. Langkah selanjutnya, memasang Box PHB TR dibagian bawah,
10. Mengikatkan 3 Pipa Galvanis kesamping kiri dan kanan pada tiang,
11. Menaikkan 3 kabel dan masukkan kabel grounding ke Pipa Galvanis 2” kiri dan kanan,
12. Memasang grounding yang pertama terhadap *Lightning Arrester*,
13. Memasang grounding yang kedua terhadap Trafo dan Box PHB TR ,
14. Menaikkan lagi kabel yang masing-masing berukuran sekitar 12 meter yang dimasukkan ke Pipa Galvanis 4” untuk keluaran R,S,T,dan N ke Box PHB,

15. Menaikkan 8 kabel yang dimasukkan ke Pipa Galvanis 3” yang berada disamping kiri dan kanan Pipa Galvanis 4” masing-masing 4 kabel yang bertujuan untuk keluaran dari Box PHB untuk kesaluran TR,
16. Setelah semuanya telah selesai teknisi kembali memastikan apakah ada yang kurang atau belum terpasang.

4.2 Spesifikasi Peralatan yang Aman pada Gardu Distribusi Sesuai dengan Standar.

1. Fuse Cut Out dan Fuse Link

Tabel 4.4. Rating *Fuse Cut Out* dan *Fuse Link*

Berikut adalah Tabel 4.4. Rating *Fuse Cut Out* dan *Fuse Link* yang digunakan berdasarkan kapasitas trafo.

NO	DAYA TRAFO	ARUS PRIMER TRAFO		RATING FUSE LINK	RATING NH FUSE			
		In	1.2 x In		1 Jurusan	2 Jurusan	3 Jurusan	4 Jurusan
Satu Fasa (231 Volt)								
1	16	1.39	1.66	2	100	50	33	25
2	25	2.17	2.60	3	125	63	42	31
3	50	4.33	5.20	5	250	125	83	63
Tiga Fasa (400 Volt)								
1	25	0.72	0.86	2	40	20	13	10
2	50	1.44	1.73	2	100	40	27	25
3	100	2.89	3.46	4	200	80	53	50
4	160	4.62	5.54	6	250	125	83	63
5	200	5.77	6.93	7	315	158	105	79
6	250	7.22	8.64	10	400	200	133	100
7	315	9.09	10.91	12	500	250	167	125
8	400	11.55	13.86	14	630	315	210	158
9	500	14.43	17.32	18	800	400	267	200
10	630	18.19	21.82	22	1000	500	333	250
11	800	23.09	27.71	28	1250	625	417	313
12	1000	28.87	34.64	35	1600	800	533	400

Tabel 4.4 Rating *Fuse Cut Out* dan *Fuse Link*
(Sumber: Azhari 2019)

Adapun perhitungan untuk menentukan *Fuse Cut Out* dan *Fuse Link* yang aman bagi transformator sebagai berikut.

Data Transformator:

Daya : 50 kVA

Tegangan: 20 kV

Fasa : 3 Fasa

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

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

$$I = \frac{50.000}{20.000 \times 1,73}$$

$$I = \frac{50.000}{34.600}$$

$$I_p = 1,44 \text{ A}$$

Jadi, dari hasil perhitungan didapatkan 1,44 A dan yang dapat digunakan 3A sesuai dengan tabel Standar PLN diatas yang aman bagi transformator.

2. Lightning Arrester

Lightning Arrester adalah suatu alat bagi pelindung suatu sistem tenaga listrik terhadap surja petir yang dapat melindungi transformator dengan baik. Lightning Arrester digunakan dari bahan polymer dengan kapasitas 24 kV/100 kA.

3. Konduktor AAAC-S

Tabel 4.5. Kemampuan Hantar Arus Konduktor AAAC-S

Berikut Tabel 4.5. Kemampuan Hantar Arus Konduktor AAAC-S berdasarkan kapasitas trafo.

Cross Sectional Area		PHYSICAL PROPERTIES					ELECTRICAL PROPERTIES			
Nominal Size	Actual Size	Number and Diameter Wire	Semi Conductor Thickness	Insulation Thickness	Approx. Overall Diameter	Approx. Cable Weight	Calculated Breaking Force	DC. Resistance at 20°C	Current Carrying Capacity	Standard Length
mm ²	mm ²	pcs/mm	mm	mm	mm	kg/km	kg	ohm/km	A	m
35	34.36	7/2.50	0.8	3	15.1	227	980	0.958	167	1,000
50	45.71	19/1.75	0.8	3	16.4	289	1,300	0.724	200	1,000
70	75.55	19/2.25	0.8	3	19	385	2,150	0.438	275	1,000
95	93.27	19/2.50	0.8	3	20.1	449	2,660	0.355	315	1,000
100	99.3	7/4.25	0.8	3	20.4	490	2,830	0.332	325	1,000
120	112.85	19/2.75	0.8	3	21.4	530	3,220	0.293	356	1,000
150	147.1	37/2.25	0.8	3	23.4	639	4,190	0.225	423	1,000
185	181.6	37/2.50	0.8	3	25.1	770	5,170	0.183	484	1,000
240	242.5	61/2.50	0.8	3	28	955	6,910	0.139	585	1,000

Tabel 4.5. Kemampuan Hantar Arus (KHA) Konduktor AAAC-S (Sumber: PT PLN UP3 NABIRE)

Adapun perhitungan Konduktor AAAC-S yang aman dan baik digunakan sesuai dengan kapasitas transformator sebagai berikut.

Daya : 50 kVA

Tegangan: 20 kV

Fasa : 3 Fasa

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

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

$$I = \frac{50.000}{20.000 \times 1,73}$$

$$I = \frac{50.000}{34.600}$$

$$I_p = 1,44 \text{ A}$$

Jadi, dari hasil perhitungan didapatkan 1,44 A dan yang dapat digunakan Konduktor AAACS 167 A dengan luas penampang 35mm^2 sesuai dengan tabel Standar PLN diatas yang aman bagi transformator.

4. Kabel NYY

Tabel.4.6. Kemampuan Hantar Arus (KHA) Kabel NYY

Berikut adalah Tabel.4.6. Kemampuan Hantar Arus (KHA) Kabel NYY berdasarkan kapasitas trafo.

LUAS PENAMPANG NOMINAL	KEMAMPUAN HANTAR ARUS KABEL					
	BERURAT TUNGGAL		BERURAT DUA		BERURAT 3 DAN 4	
	DI TANAH	DI UDARA	DI TANAH	DI UDARA	DI TANAH	DI UDARA
MM2	A	A	A	A	A	A
1,5	33	26	27	21	24	18
2,5	45	35	36	29	32	25
4	58	46	47	38	41	34
6	74	58	59	48	52	44
10	98	80	78	66	69	60
16	129	105	102	90	89	80
25	169	140	134	120	116	105
35	209	175	160	150	138	130
50	249	215	187	180	165	160
95	374	335	280	275	245	245
95	374	335	280	275	245	245
120	427	390	320	320	280	285
150	481	445	356	375	316	325
185	552	510	409	430	356	370
240	641	620	472	510	414	435

Tabel 4.6. Kemampuan Hantar Arus (KHA) Kabel NYY
(Sumber: PT PLN UP3 NABIRE)

Adapun perhitungan Kabel NYY yang aman dan baik digunakan sesuai dengan kapasitas transformator sebagai berikut.

Daya : 50 kVA

Tegangan: 400 V

Fasa : 3 Fasa

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

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

$$I = \frac{50.000}{400 \times 1,73}$$

$$I = \frac{50.000}{692}$$

$$I_s = 72,25 A$$

Jadi, dari hasil perhitungan didapatkan 72,25 A dan yang dapat digunakan Kabel NYY 105 A dengan luas penampang $35mm^2$ sesuai dengan tabel Standar PLN diatas yang aman bagi transformator.

5. Saklar Utama

Adapun perhitungan saklar utama dan yang aman dan baik digunakan sesuai dengan kapasitas transformator sebagai berikut.

Daya : 50 kVA

Tegangan: 400 V

Fasa : 3 Fasa

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

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

$$I = \frac{50.000}{400 \times 1,73}$$

$$I = \frac{50.000}{692}$$

$$I_s = 72,25 \text{ A}$$

Jadi, dari hasil perhitungan didapatkan 72,25 A dan yang dapat digunakan 100 A sesuai dengan Standar PLN yang aman bagi transformator.

6. NH-Fuse

Tabel 4.7. Rating NH-Fuse

Berikut adalah Tabel 4.7. Rating NH-Fuse berdasarkan kapasitas trafo.

NO	DAYA TRAF0	ARUS PRIMER TRAF0		RATING FUSE LINK	RATING NH FUSE			
		In	1.2 x In		1 Jurusan	2 Jurusan	3 Jurusan	4 Jurusan
Satu Fasa (231 Volt)								
1	16	1.39	1.66	2	100	50	33	25
2	25	2.17	2.60	3	125	63	42	31
3	50	4.33	5.20	5	250	125	83	63
Tiga Fasa (400 Volt)								
1	25	0.72	0.86	2	40	20	13	10
2	50	1.44	1.73	2	100	40	27	25
3	100	2.89	3.46	4	200	80	53	50
4	160	4.62	5.54	6	250	125	83	63
5	200	5.77	6.93	7	315	158	105	79
6	250	7.22	8.64	10	400	200	133	100
7	315	9.09	10.91	12	500	250	167	125
8	400	11.55	13.86	14	630	315	210	158
9	500	14.43	17.32	18	800	400	267	200
10	630	18.19	21.82	22	1000	500	333	250
11	800	23.09	27.71	28	1250	625	417	313
12	1000	28.87	34.64	35	1600	800	533	400

Tabel 4.7. Rating NH-Fuse
Sumber : (Azhari,2019)

Adapun perhitungan NH Fuse yang aman dan baik digunakan sesuai dengan kapasitas transformator sebagai berikut.

Daya : 50 kVA

Tegangan: 400 V

Fasa : 3 Fasa

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

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

$$I = \frac{50.000}{400 \times 1,73}$$

$$I = \frac{50.000}{692}$$

$$I = 72,25 \text{ A}$$

$$I = \frac{72,25}{2} \text{ (dibagi sesuai jurusan)}$$

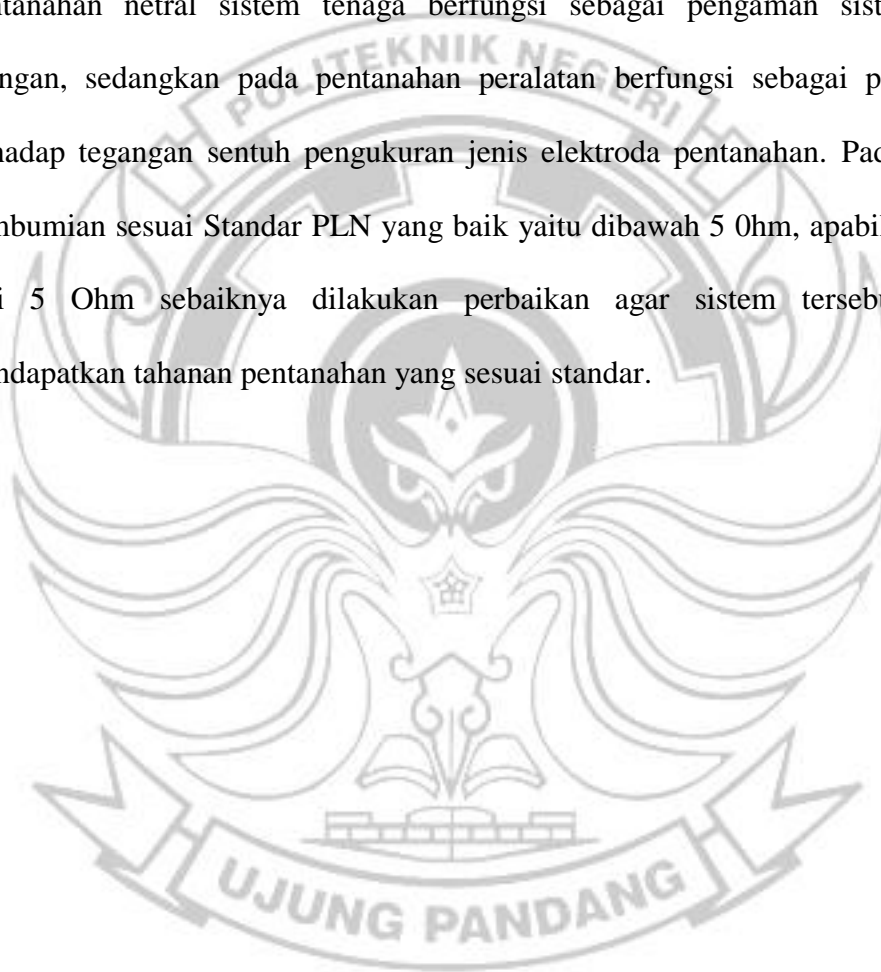
$$I_s = 36,12 \text{ A}$$

Jadi,dari hasil perhitungan didapatkan 36,12 A dan yang dapat digunakan 40 A sesuai dengan tabel Standar PLN diatas yang aman bagi transformator.

7. Penumaian/pentanahan pada Gardu Distribusi

sistem penumaian/pentanahan pada gardu distribusi yang aman yaitu menciptakan jalur yang *low-impedance* (tahanan rendah) terhadap permukaan bumi untuk gelombang listrik. Sistem pentanahan yang efektif akan

meminimalkan efek tersebut. Sistem pentanahan memegang peranan yang sangat penting dalam sistem proteksi. Sistem pentanahan digunakan sebagai jalur pelepasan arus gangguan ke tanah. Menurut fungsinya pentanahan dibedakan menjadi 2, yaitu pentanahan titik netral sistem tenaga dan pentanahan peralatan. Pentanahan netral sistem tenaga berfungsi sebagai pengaman sistem atau jaringan, sedangkan pada pentanahan peralatan berfungsi sebagai pengaman terhadap tegangan sentuh pengukuran jenis elektroda pentanahan. Pada sistem pembumian sesuai Standar PLN yang baik yaitu dibawah 5 Ohm, apabila di atas dari 5 Ohm sebaiknya dilakukan perbaikan agar sistem tersebut dapat mendapatkan tahanan pentanahan yang sesuai standar.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 kesimpulan

Setelah melakukan perancangan pemasangan gardu distribusi tipe trafo cantol di bengkel tegangan menengah, dapat disimpulkan:

1. Gardu Cantol adalah tipe gardu listrik dengan transformator 50 Kva yang digunakan dengan melakukan beberapa tahap yang Pertama membuat perancangan sebelum melakukan kegiatan, menentukan titik lokasi pemasangan, melakukan pemasangan konstruksi, melakukan wiring dari sisi tegangan menengah ke tegangan rendah.
2. Penentuan spesifikasi peralatan sebelum melakukan perancangan dan pemasangan gardu disitribusi agar peralatan aman sesuai dengan Standar yang telah di tentukan dan telah dihitung sesuai dengan arus nominal trafo dan Pembumian/pentanahan pada gardu distribusi yang baik yaitu dibawah 5 Ohm sesuai Standar PLN, apabila di atas dari 5 Ohm sebaiknya dilakukan perbaikan agar sistem tersebut dapat mendapatkan tahanan pentanahan yang sesuai standar.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan, Antara lain:

1. Melakukan pemeliharaan rutin terhadap transformator untuk menjaga kondisi trafo agar dapat dibebani nantinya secara optimal dan mampu bertahan sampai susut umur sesuai desain.
2. Memperhatikan SOP sebelum dan sesudah melakukan praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Yusrizal, "Analisis Distribusi Medan Listrik Pada Isolator Gantung Menggunakan CST Studio Suite", ITS, Surabaya, 2014.
- Buku 1 PLN : Kriteria Desain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik, 2010.
- Buku 4 PLN: Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik, 2010.
- Kusumaningrum, A. (2017). *ANALISIS AKSELERASI UMUR ISOLATOR POLIMER 20 AKIBAT PENGARUH KONTAMINAN BERDASARKAN PENGUKURAN ARUS BOCOR*.
- LUASE, HENDY, Mutasi Tranformator Distribusi Gardu Hengkase HT4AB0 Dari 25 KVA Ke 50KVA Untuk Menghindari Kerusakan Akibat Beban Lebih, (2015).
- Ratno Wibowo, W. S. (2010). *Standar Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Jaringan Distribusi Tenaga Listrik, PT PLN(Persero)Tahun2010*.
- Indonesia, K. K. (2010). *Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik, PT PLN (Persero)*.
- Sudirman, W. (24 Nov 2021). *TINJAUAN PUSTAKA. dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian ke rangkaian listrik*.
- Suhadi. (2008). *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Bambang Winardi, Agung warsito and Meigy Restanaswari Kartika.
- Bonggas L. Tobing. (2012). *peralatan tegangan tinggi edisi kedua, Erlangga, 2012*.
- B. L. Tobing, 2012. *Peralatan Tegangan Tinggi*. Jakarta: Erlangga.
- Bandung, P. N. (2018). *Perlengkapan Hubung Bagi*.
- PLN 41-6 : 1981, hantaran Alumunium (AAC), PLN 1981.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pemasangan Dudukan Trafo



Lampiran 2. Pemasangan Dudukan *Fuse Cut Out* dan *Lightning Arrester*



Lampiran 3. Pemindahan Trafo



Lampiran 4. Perakitan Fuse Cut Out dan Lightning Arrester



Lampiran 5. Pemasangan *Fuse Cut Out* dan *Lightning Arrester*



Lampiran 6. Proses Menaikkan Trafo





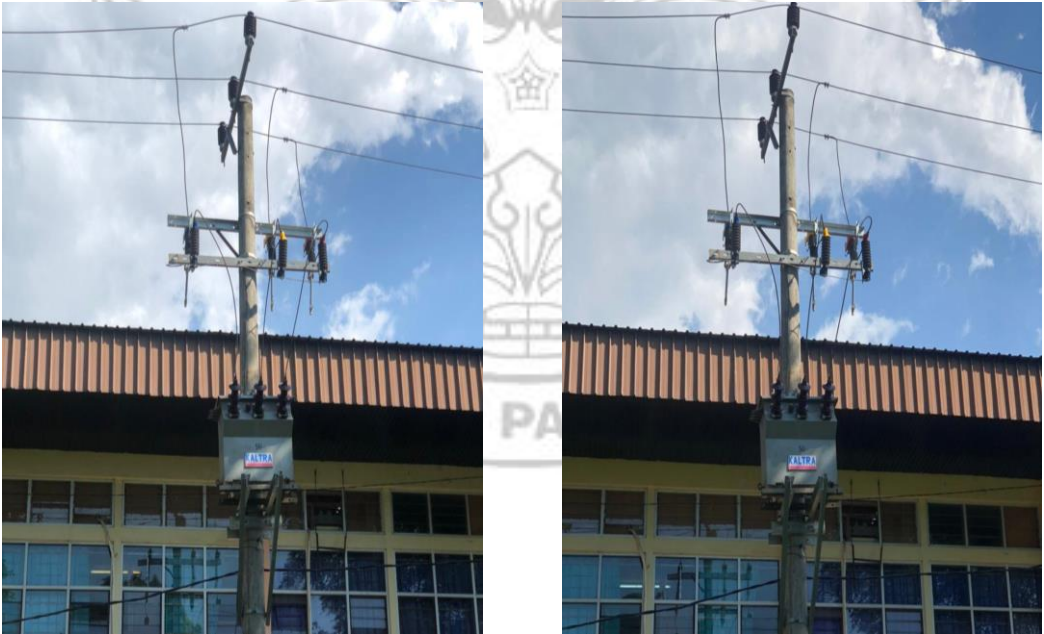
Lampiran 7. Pemasangan Skun pada Konduktor AAAC-S



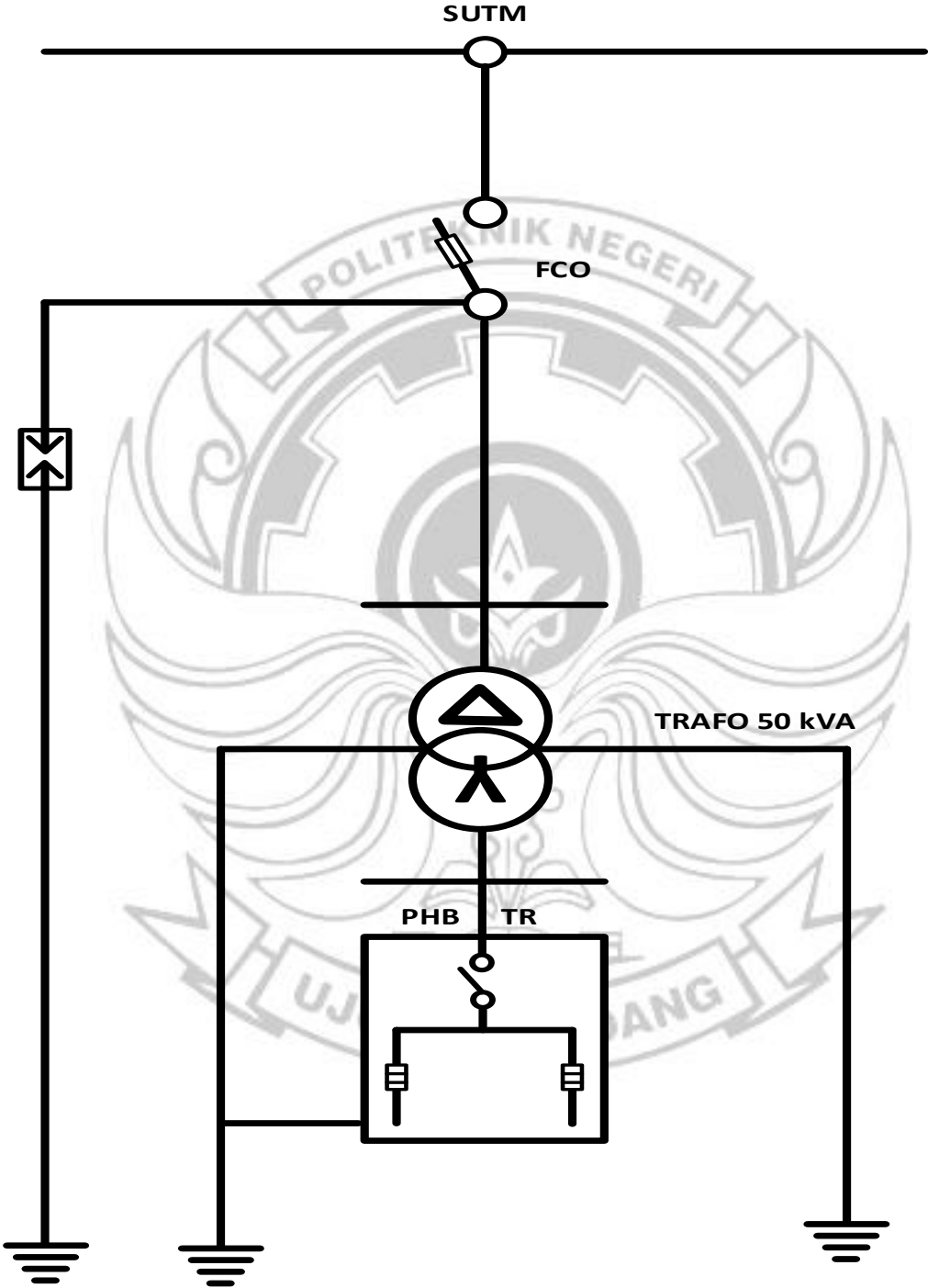
Lampiran 8. Pemasangan Konduktor AAAC-S



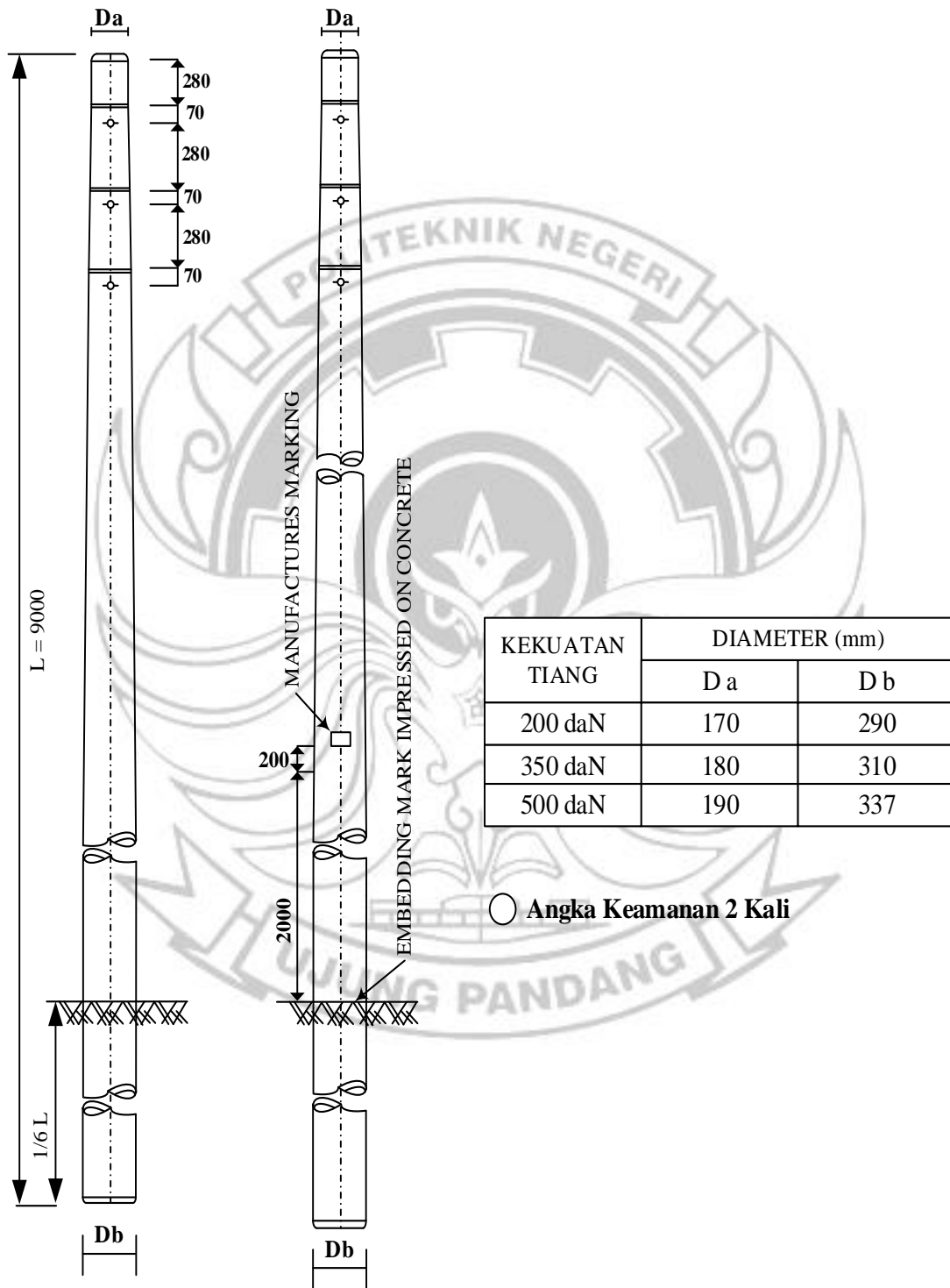
Lampiran 9. Hasil Pemasangan Gardu Distribusi Tipe Cantol



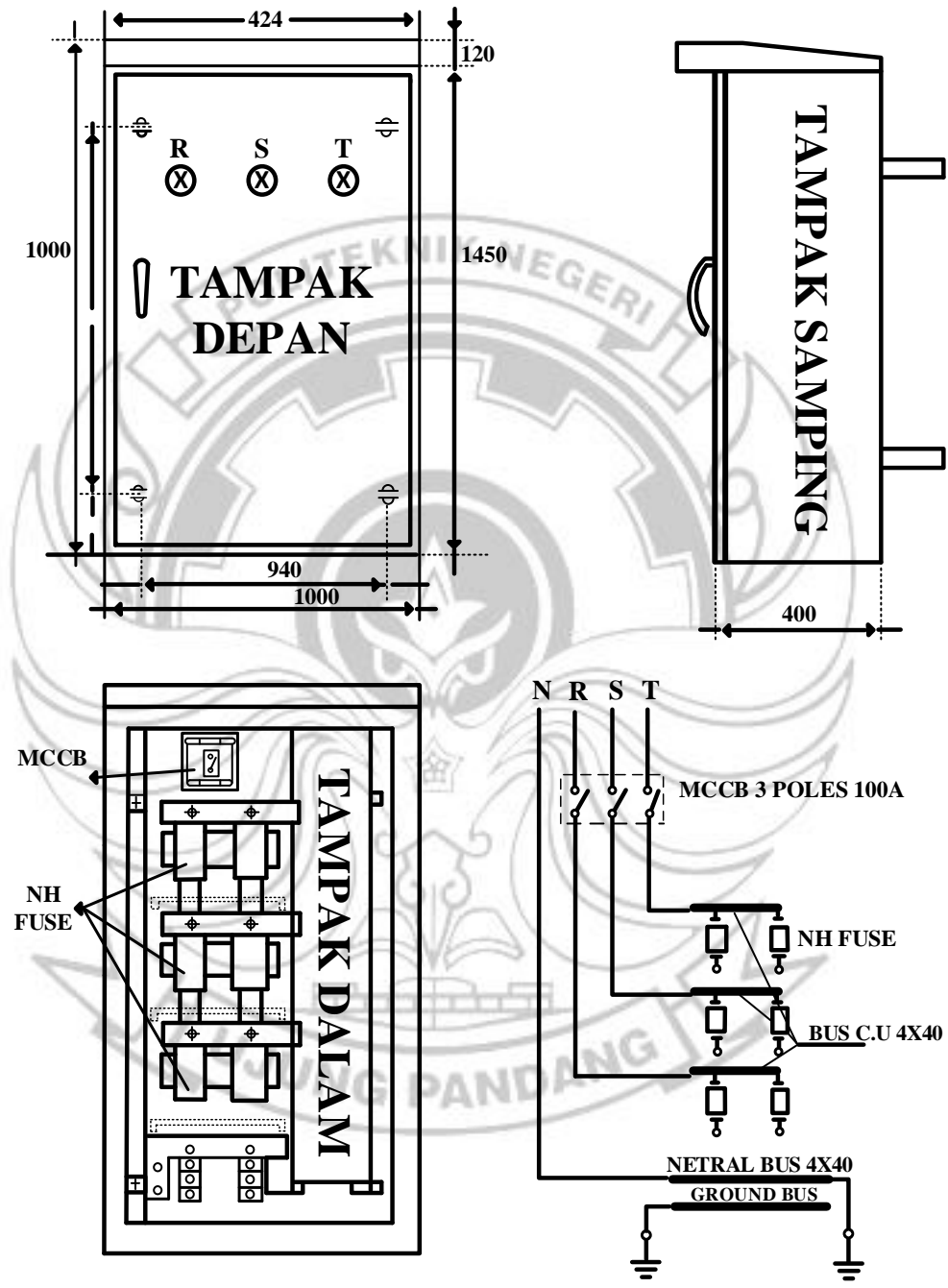
Lampiran 10. Diagram Satu Garis Gardu Cantol



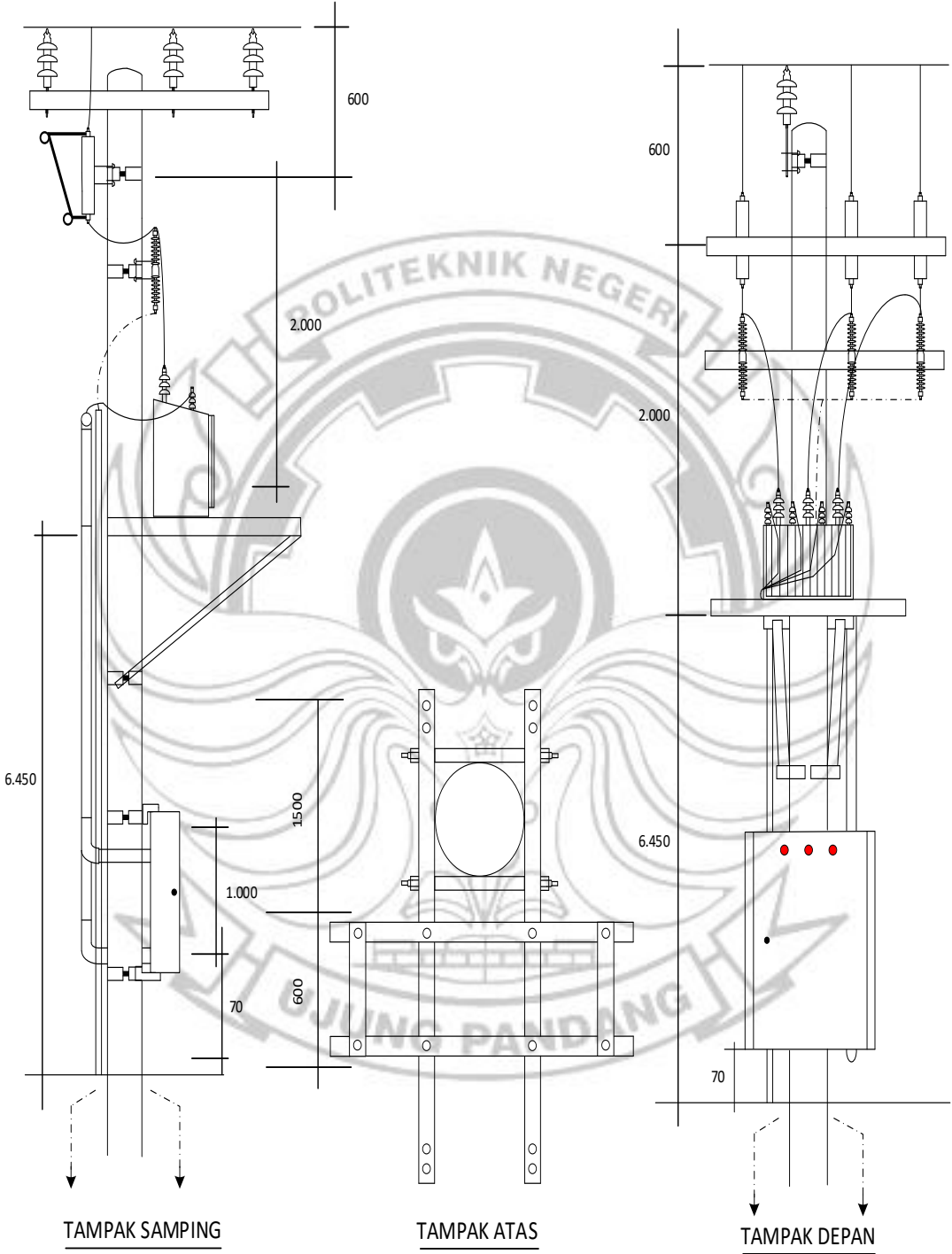
Lampiran 11. Tiang Beton Type-O



Lampiran 12. Peralatan Hubung Bagi 2 Jurusan Gardu Cantol






Lampiran 13. Konstruksi Gardu Distribusi Tipe Cantol



LAMPIRAN BERITA ACARA PELAKSANAAN
UJIAN SIDANG LAPORAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : ADE WIRYA AHUGRAH / AHMAD WIDODO
NIM : 321 19 051 / 321 19 053

Catatan: Daftar Revisi Penguji:

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
01.	HAELY	- REVISI PEHULISAN - REVISI DAFTAR PUSTAKA	
02.	Kuzman R.	- Gambar + keterangan gambar - No Ekstern - Ringkasan - Foto hasil bukan copy	
03	Rusla	lihat TA nya!	

Makassar, 15-8-2022.
Sekretaris Penguji


Kuzman R. Widi

NIP. Scanned by TapScanner



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalatea, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585368; Faksimili : (0411)-586043
Website : <http://www.ponung.ac.id/>
E-Mail : ponung@ponung.ac.id

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK

NAMA MAHASISWA : 1. Ade Wiyu Anugrah 2. Ahmad Wulodo		STB : 321 19 051 STB : 321 19 053	
JUDUL : RANCANG BANGUN PEMASANGAN GARDU DISTRIBUSI TIPE TRAFU CANTOL DI BENGKEL TEGANGAN MENENGAH		NAMA PEMBIMBING I Ahmad Rizal Sultan, S.T., MT., Ph.D.	
TANGGAL PERSETUJUAN JUDUL			
PERGAH PENDING			
NO	TANGGAL	CATATAN/KOMENTAR	TANDA TANGAN
1	2	3	4
	4 Agustus 2022	Laalha Rajikan hasil Potongan Kala Langkat King Sya Pirmahan	

Pembimbing I

Ahmad Rizal Sultan, S.T., MT., Ph.D.
NIP. 19760921 200003 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalora, Makassar 90245
Telepon : (0411)-585365, 585368; Faksimili : (0411)-586043
Website : <http://www.polineng.ac.id>
E-Mail : pmup@polineng.ac.id

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK

NAMA MAHASISWA : 1. Ade Wiryu Anugrah 2. Ahmad Wulodo		STB : 321 19 051 STB : 321 19 053	
JUDUL : RANCANG BANGUN PEMASANGAN GARDU DISTRIBUSI TIPE TRAPO CANTOL DI BENKEL TEGANGAN MENENGAH		NAMA PENUNJUNG : Ir. Hamma, MT.	
TANGGAL PERKETAHUIAN JUDUL :			
PENGARAH PENDAMPING			
NO	TANGGAL	CATATAN/KOMENTAR	TANDA TANGAN
1	2	3	4
	5/18/2022	- Penambahan judul Rancangan Bangun Gardu Distribusi Tipe Trafo Cantol di Benkel Tegangan Menengah Politeknik Negeri Ujung Pandang	
	6/18/2022	- Bab 1 - Latar Belakang - Rumusan masalah - Tujuan - Ruang Lingkup	
	7/8/2022	- Menambahkan gambar gardu distribusi tipe trafo cantol	
	9/8/2022	- Diagram satu garis gardu distribusi - Kesimpulan	

Pengarahing II,

Ir. Hamma, MT.

NIP. 19691217 200212 1 007