

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan pustaka

Untuk menyelesaikan proses pembuatan proyek akhir ini adanya beberapa referensi yang dapat menjadi acuan dalam menyusun dan melakukan penelitian diantaranya :

1. SPLN 50: 1982 dan SPLN D3. OO2 1: 2007 Dalam Buku “Standard PLN” membahas mengenai beban maksimal *continue transformer* tidak melebihi 80 % dan rating dengan batas titik terpanas 20 tahun.
2. PT.PLN (Persero) Buku Pedoman Trafo tenaga) Dalam buku pedoman tersebut menjelaskan bagian-bagian trafo serta proteksi trafo tenaga dan fungsinya.
3. PT. PLN (Persero) Buku 1. Kriteria Desain *Engineering* Konstruksi Jaringan Distribusi) Menjelaskan mengenai konsep dasar konstruksi jaringan distribusi tenaga listrik mulai dari pembangkitan, transmisi dan gardu induk dan sistem distribusi sambungan pelayanan (konsumen) tegangan menengah dan tegangan rendah.
4. SPLN 72 : 1987 tentang spesifikasi desain untuk Jaringan Tegangan Menengah JTM dan Jaringan Tegangan Rendah JTR
5. SPLN 1 : 1995 Tegangan standar

2.2 Landasan teori

2.2.1 Teori dasar gardu distribusi 20 KV

Pengertian umum gardu distribusi tenaga listrik yang paling dikenal adalah suatu konstruksi gardu listrik yang berisi komponen pembagi atau terdiri dari instalasi perlengkapan hubung bagi tegangan menengah (PHB-TM), transformator distribusi 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 230/400V).

Konstruksi Gardu distribusi dirancang berdasarkan optimalisasi biaya penggunaannya yang kadang kala harus disesuaikan dengan peraturan Pemda setempat. Secara garis besar gardu distribusi dibedakan atas :

1. Jenis pemasangannya :

a. Gardu pasangan luar :

- 1) Gardu portal
- 2) Gardu cantol

b. Gardu pasangan dalam :

- 1) Gardu beton
- 2) Gardu kios

2. Jenis konstruksinya :

a. Gardu beton

- 1) Bangunan sipil

b. Gardu tiang

- 1) Gardu portal
- 2) Gardu cantol
- 3) Gardu kios

3. Jenis penggunaannya :

a. Gardu pelanggan umum

b. Gardu pelanggan khusus

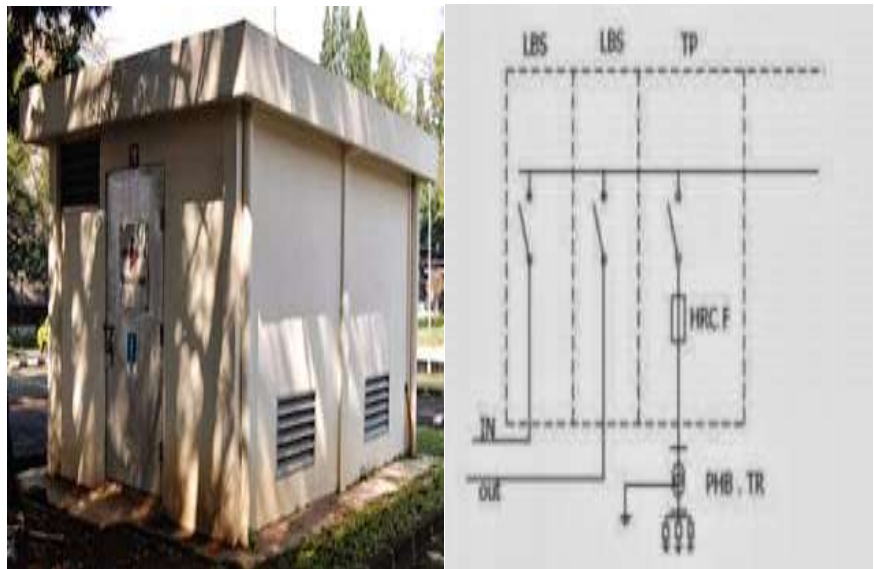
c. Gardu hubung

Khusus pengertian gardu hubung adalah gardu yang ditujukan untuk memudahkan manuver. Sistem gardu hubung dipergunakan untuk jaringan distribusi pada sistem konfigurasi jaringan spindel. atau jaringan udara agar mempermudah manuver pembebanan dari satu penyulang ke penyulang lain.

2.2.2 Bentuk gardu distribusi

1. Gardu distribusi pasangan dalam

Gardu distribusi pasangan dalam adalah gardu konstruksi tembok dengan kapasitas transformator antara 315,400kVA sampai dengan 630 kVA, dipakai untuk daerah padat beban tinggi dengan konstruksi instalasi yang berbeda dengan gardu pasangan luar. Gardu beton dipasang dari baik jaringan saluran udara ataupun saluran kabel tanah. Berikut merupakan gardu tembok dan single line diagram dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Gardu tembok dan single line diagram

Gardu tembok atau beton dipasang baik dari jaringan saluran udara ataupun saluran kabel tanah, seluruh komponen utama instalasi yaitu transformator dan peralatan *switching/proteksi*, terangkai didalam bangunan sipil yang dirancang, dibangun dan difungsikan dengan konstruksinya pasangan batu dan beton (*Masonry Wall Building*) berupa bangunan dari bahan tembok dengan dinding dilapisi semen, atap cor beton, lantai semen dan pintu dari bahan besi untuk menempatkan peralatan listriknya ialah Kubikel, Trafo, PHB-TR dan peralatan lainnya. Gardu beton harus mempunyai

persyaratan fisik yang cukup memadai guna memudahkan pada waktu pelaksanaan konstruksi instalasi, operasi dan pemeliharaan. Pintu minimal lebar 120 cm, ventilasi tidak kurang dari 20% luas dinding, cukup tersedia akses keluar masuk gardu, tinggi ruang minimal 3 meter, elevasi dasar lantai gardu tidak kurang dari 20 cm dari resiko tinggi kemungkinan banjir. Ruang gardu harus memberikan cukup ventilasi untuk menjaga ambient temperature rata-rata 40° C. Terdapat 2 penggunaan gardu, yaitu sebagai gardu distribusi (GD) untuk pelayanan umum dan sebagai gardu hubung (GH).

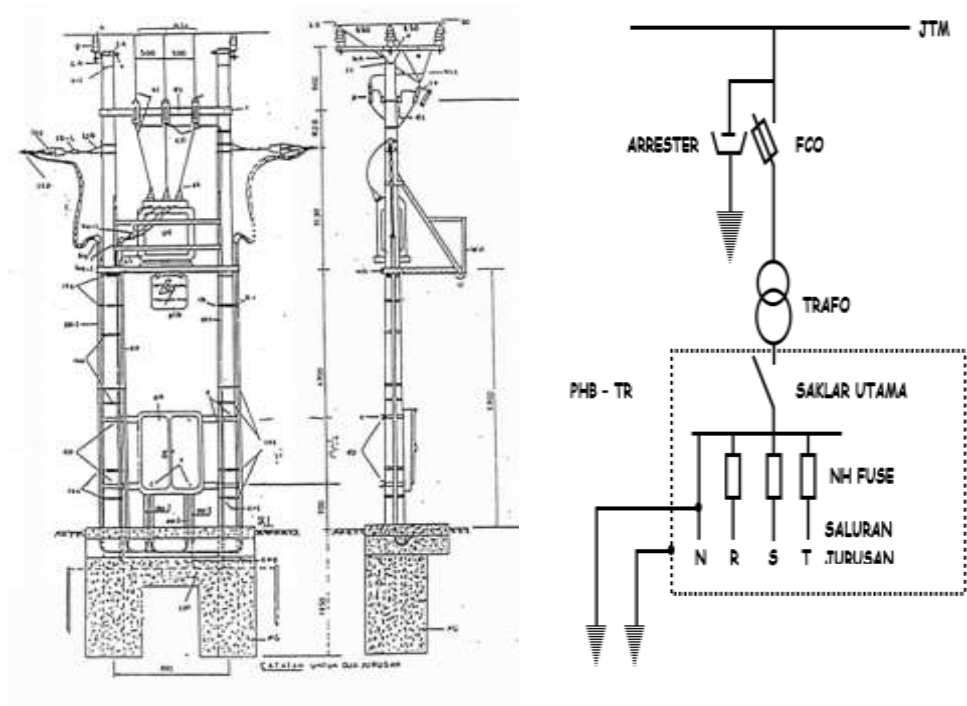
Mengingat tidak terdapatnya ruangan khusus untuk tegangan rendah, maka penempatan perlengkapan hubung bagi tegangan rendah (PHB-TR) dan perlengkapan hubung bagi tegangan menengah (PHB-TM) dalam gardu disusun dengan memperhatikan keamanan dan keselamatan.

Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah di tempatkan pada sisi masuk sebelah kiri atau sebelah kanan. Selanjutnya susunan PHB-TM tidak kurang lebar 1 meter dan jarak bagian belakang PHB dengan dinding minimal 60 cm. Cukup tersedia ruang antara petugas berdiri dengan dengan PHB-TR minimal 75 cm. Ruang gardu harus dilengkapi *man-hole* dan tersedia tempat untuk cadangan tambahan kubikel PHB-TM sekurang-kurangnya 1(satu) buah.

2. Gardu distribusi pasangan luar

Konstruksi gardu distribusi pasangan luar tipe Portal terdiri atas *fused cut out* (FCO) sebagai pengaman hubung singkat trafo sisi 20 kV dengan elemen pelebur atau NH fuse pada sisi tegangan rendah dan dan *Lightning Arrester* (LA) sebagai sarana pencegah naiknya tegangan pada transformator akibat surja petir. Elektroda pembumian dipasang pada masing-masing *lightning arrester* dan pembumian titik netral transformator sisi Tegangan Rendah. Kedua elektroda

pembumian tersebut dihubungkan dengan penghantar yang berfungsi sebagai ikatan penyama potensial yang digelar di bawah tanah. Berikut merupakan gardu portal dan single line diagram pada gambar 2.6



Gambar 2.2 Gardu portal dan single line diagram

Gardu portal adalah gardu listrik dengan konstruksi menggunakan dua tiang. Transformator dipasang pada bagian atas sedangkan lemari panel atau PHB-TR pada bagian bawah. Pada gardu portal RMU adalah gardu listrik dengan konstruksinya sama dengan gardu portal, dengan penempatan kubikel jenis RMU dalam lemari panel (*Metalcal'd*) yang terhindar dari air hujan dan debu, digunakan jaringan SKTM.

Penopang gardu adalah tiang besi / beton yang mampu menahan gaya mekanis, yaitu akibat tarikan mekanis penghantar jika gardu pada ujung jaringan (507 daN) , akibat tekanan angin baik pada tiang ataupun pada transformator (105 daN).Total gaya mekanis yang harus ditahan oleh tiang penopang tidak kurang dari 612 daN, sehingga kekuatan tiang yang dipakai minimal 2 x

500 daN. Tiang ditanam dengan kedalaman sekurang-kurangnya $\frac{1}{6}$ kali panjang tiang dan dilengkapi pondasi beton.

2.2.3 Penyebab beban over load dan solusi penanganannya.

Over load yang terjadi pada trafo yang terpasang mengalami beban diatas rating kapasitas pembebanan yang mencapai 80% dimana kapasitas tersebut melebihi kapasitas pembebanan yang di anjurkan SPLN 50/1982 yang membahas mengenai beban maksimal *continue transformer* tidak melebihi 80 % dan SPLN 50/1997 membahas mengenai transformator distribusi dari permasalahan beban lebih tersebut dapat di tangani dengan metode sisip gardu, pacah beban, atau mutasi trafo. Trafo tersebut mengalami over load dapat terjadi dikarenakan :

1. Tidak dilakukannya pengukuran beban trafo secara rutin untuk mengetahui beban trafo sebenarnya
2. Tidak adanya petugas yang monitor trafo yang over load dan merencanakan bagaimana cara untuk mengurangi beban trafo tersebut baik dengan cara manajemen beban JTR maupun manajemen trafo

Solusi penanganan trafo yang mengalami beban over load ialah sebagai berikut :

1. Pemasangan gardu sisip

Metode yang dimaksud dengan sisip gardu ialah penambahan gardu yang ada dengan sarat trafo sebelum sisip mengalami drop tegangan, over load beban, tegangan tidak seimbang dan kapasitas maksimum 400 kVA gardu potal. Dengan adanya penambahan trafo sisipan yang terpasang beban trafo yang ada, bisa di bagi dengan trafo baru dengan adanya gardu sisip dapat diharapkan beban trafo over load dapat berkurang.

2. Mutasi

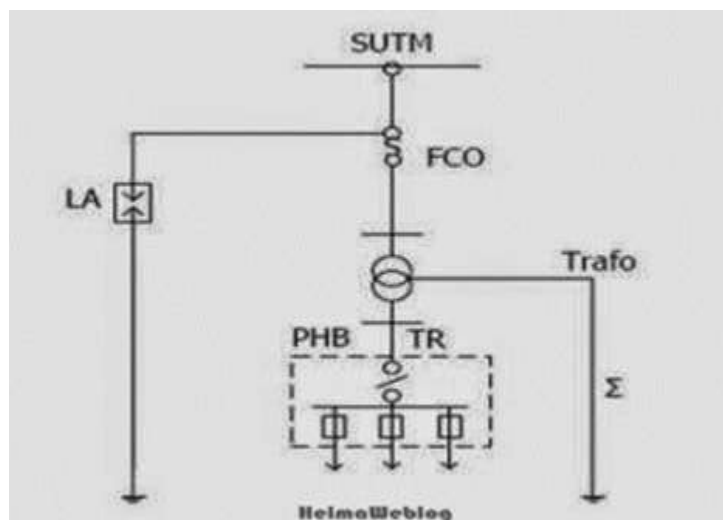
Mutasi trafo adalah salah satu cara tindakan pengelolaan trafo – trafo distribusi yang terpasang di jaringan dalam upaya mengatasi ketidaksesuaian kapasitas trafo dengan beban, dengan cara meningkatkan kapasitas trafo yang lebih besar dari sebelumnya.

3. Pecah beban

Pecah beban dilakukan dengan cara membagi beban kejurusan lain atau penambahan line jurusan JTR dari jurusan yang belum di gunakan

2.2.4 Spesifikasi gardu distribusi pasangan luar tipe portal

Secara garis besar gardu distribusi pasangan luar menurut Konstruksi menitik beratkan kepada sistem proteksi gardu portal dan komponen utama gardu portal secara teori dasar gardu portal merupakan salah satu dari jenis konstruksi gardu tiang, yaitu gardu distribusi tenaga listrik tipe terbuka (out-door), dengan memakai konstruksi dua tiang atau lebih. tempat kedudukan transformator berjarak 3 meter di atas permukaan tanah. dengan sistem proteksi di bagian atas dan papan hubung bagi tegangan di bagian bawah untuk memudahkan kerja teknis dan pemeliharaan



Gambar 2.3 Diagram satu garis gardu portal.

Komponen komponen utama yang umumnya di gunakan pada gardu portal untuk komponen utama gardu portal disini saya akan membagi menjadi dua bagian besar, yang pada umumnya selalu di gunakan pada gardu portal, sehingga dapat mempermudah mengenali atau mengetahui macam dan fungsinya. Berikut ini penjabaran pembagian konstruksi gardu pasangan luar tipe portal.

1. Komponen utama bagian atas gardu.



Gambar 2.4 Gardu portal tampak atas

2. *Lightning Arrester* (LA)

Berfungsi sebagai alat proteksi atau pengaman trafo distribusi dari tegangan lebih akibat surja petir, khususnya pada gardu pasangan luar.

3. *Fused Cut Out* (FCO)

Berfungsi sebagai proteksi atau pengaman lebur, Pada gardu distribusi khususnya, *Fused Cut Out* (FCO) ini berfungsi sebagai alat pelindung Trafo dari arus hubungan singkat dan sebagai alat untuk membebaskan sumber tegangan jika dilakukan pemeliharaan. Proteksi pada *Fused Cut Out* (FCO) ini dipasang dalam bentuk *Fuse Link* yang dapat disesuaikan dengan arus nominal trafo distribusi yang terpasang.

4. Pengawatan gardu.

Yaitu berupa pengawatan atau kawat penghubung untuk menghubungkan tegangan dari jaringan SUTM, *Lightning Arrester* (LA), dan *Fused Cut Out* (FCO) ke trafo distribusi.

5. Tiang

Tiang yang dipergunakan untuk gardu distribusi jenis ini bisa berupa tiang beton maupun tiang besi, yang memiliki kekuatan kerja sekurang kurangnya 500 daN dengan panjang 11 atau 12 meter.

6. Trafo distribusi

Yaitu komponen utama dari gardu distribusi untuk menurunkan tegangan dari sisi tegangan menengah (SUTM) menjadi tegangan yang siap di pakai oleh pelanggan. Trafo yang di pergunakan mulai dari 50 kVA - 400 kVA sesuai dengan kebutuhan pembangunan gardu.

7. Rangka gardu

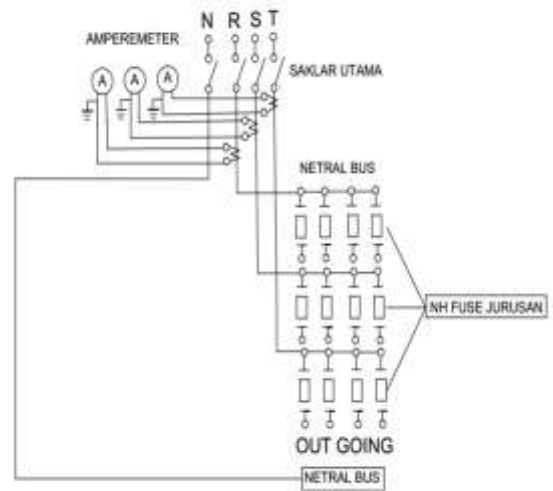
Pada dasarnya berfungsi untuk menempatkan trafo distribusi dan komponen lainnya pada tiang. Rangka gardu ini biasanya sudah berupa satu set lengkap.

8. Pipa Jurusan

Berfungsi untuk menempatkan kabel naik atau kabel jurusan dari PHB - TR ke jaringan SUTR di bagian atas Komponen Utama Bagian Bawah Gardu.

9. Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah - TR

Berfungsi untuk membagi tegangan rendah ke beban, istilah tekniknya perangkat hubung bagi tegangan rendah (PHB-TR) adalah terminal pembagi dari trafo pada gardu listrik ke jaringan saluran rumah.

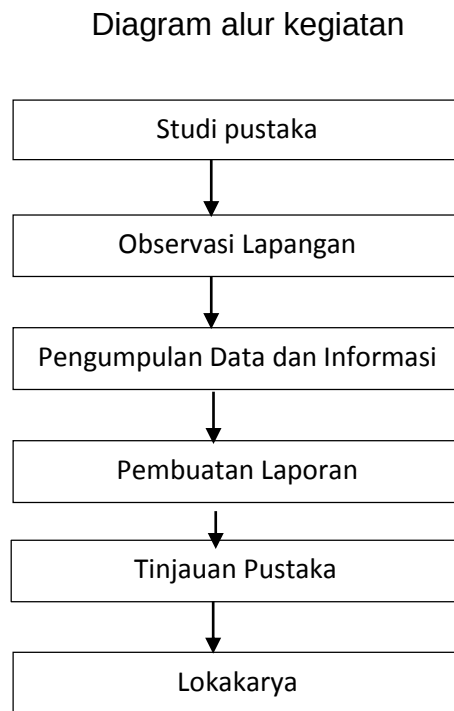


Gambar 2.5. Gardu portal tampak bagian bawah

Instalasi Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR) dilengkapi dengan Saklar utama (Ohm saklar), Rel tembaga atau rel jurusan, NH-Fuse jurusan PHB-TR terpasang pada antara rel yaitu beberapa komponen utama yang di susun dalam Perangkat Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB - TR) yaitu sebagai Berikut :

1. Saklar utama.
2. Rel tembaga atau rel jurusan
3. NH-Fuse jurusan.
4. Kabel naik atau kabel jurusan (bisa berupa NYY atau NYFGBY) dengan ukuran sesuai dengan kebutuhan.
5. Kabel turun (Kabel penghubung dari Trafo ke PHB-TR) dengan ukuran disesuaikan dengan kebutuhan dan trafo distribusi yang terpasang.

2.3 Diagram alur kegiatan



Gambar 2.6 Diagram Alur Kegiatan

Tahapan diagram alur kegiatan ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Tahap studi pustaka

Pada tahap ini melakukan pencarian referensi materi yang berhubungan dengan proyek akhir ini yaitu buku diktat, internet dan lain-lain untuk mendukung topik yang dibahas.

2. Tahap observasi lapangan

Pada tahap berkunjung langsung ke tempat-tempat kegiatan yang dilakukan penelitian di PT. PLN (Persero) area Teluk Naga

3. Tahap pengumpulan data dan informasi

Proses pengumpulan data dan informasi dengan melakukan diskusi, tanya jawab, agar menghasilkan data dan informasi yang diinginkan peneliti.

4. Tahap pembuatan pelaporan

Tahap untuk pembuatan laporan proyek akhir ini sesuai dengan hasil penelitian.

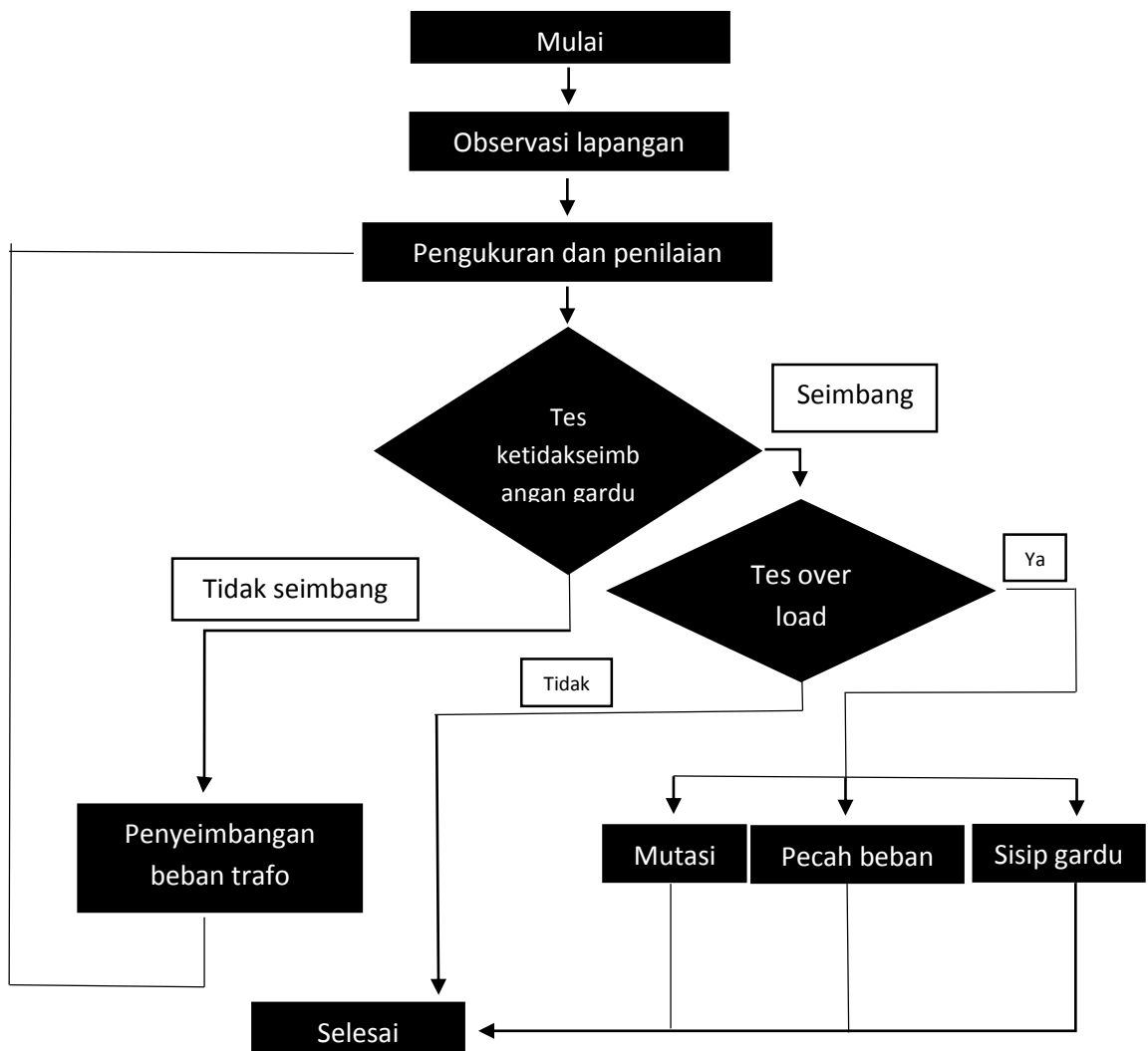
5. Tahap tinjauan pustaka

Pada tahap ini, mencoba mempelajari dan memahami teori dan data yang diambil dari buku referensi dan diunduh di internet untuk persiapan lokakarya serta penulis melakukan konsultasi mengenai topik proyek akhir ini.

6. Tahap lokakarya

Tahap untuk mempresentasikan kegiatan proyek akhir ini dengan penguji atau dosen.

2.4 Kerangka pemikiran.



Gambar 2.7 Flow chart kerangka pemikiran

Tahapan kerangka pemikiran ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Mulai

Pada tahapan ini memulai kegiatan penelitian mengenai transformator pada gardu distribusi tipe portal di PT.PLN (Persero) area Teluk Naga.

2. Tahap observasi lapangan

Pada tahap berkunjung langsung ke tempat-tempat kegiatan yang dilakukan untuk objek peniltian.

3. Penilaian dan pengukuran

Tahap penilaian merupakan tahap penentuan apakah gardu terasebut dapat dinyantakan layak digunakan atau dilakukanya pengantian trafo.

4. Tes ketidakseimbangan beban gardu

Setelah didapatkan nya penilaian hasil dari pengukuran, obserfasi lapangan maka dapat kondisi gardu yang sebenarnya.

5. Tes over load trafo

Dari tahap ini dilakukan Tes over load atau pengukuran trafo untuk mengetahui beban trafo sebenarnya pengukuran tersebut terdiri dari beberap bagian :

- a. Pengukuran beban trafo
- b. Pengukuran tegangan rak tegangan rendah
- c. Pengukuran tegangan ujung

6. Penyeimbangan beban trafo

Tahap ini merupakan tahap pelaksanaan penyeimbangan beban trafo dengan metode pecah beban yaitu penambahan line jurusan PHB –TR

7. Selesai

Tahap terahir yang didapat dari hasil kegiatan dan penanganan yang dilakukan.