

**LAPORAN AKHIR**  
**PEMELIHARAN GARDU DISTRIBUSI**



**Oleh:**

**OFRIADI MAKANGIRAS**

**13-021-014**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN**  
**PENDIDIKAN TINGGI**  
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**POLITEKNIK NEGERI MANADO**

**2016**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sistem tenaga listrik membutuhkan keseimbangan yang terus menerus, energi pada penggerak awal dengan beban listriknya agar dapat beroperasi dengan stabil. Beban listrik terus bervariasi seperti misalnya beban penerangan, peralatan listrik, atau motor-motor listrik. Latar belakang mengikat judul tentang pemeliharaan gardu distribusi karena sudah semakin kurangnya pemeliharaan gardu tersebut sehingga terjadi kehausan pada komponen dalam gardu yang mengakibatkan pemadam yang sering sehingga menyebabkan kekecewaan terhadap konsumen pengguna listrik.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Masalah tegangan masih merupakan masalah utama atau yang paling banyak mengalami kendala dan sangat perlu diadakannya perhatian khusus, baik masalah Tegangan Kurang maupun Tegangan berlebih, Masalah-masalah yang akan di bahas oleh penulis kali ini adalah:

1. Bagaimana cara melakukan pemeliharaan pada gardu distribusi.?
2. Bagaimana cara menaggulangi gangguan pada gardu distribusi.?

### **1.3 Batasan Masalah**

Laporan akhir ini membahas tentang Permasalahan-permasalahan Gardu. Dalam pembahasan dan penulisan laporan akhir ini, penulis membatasi permasalahan pada ruang lingkup :Judul proyek akhir system pemeliharaan gardu distribusi

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan laporan akhir ini adalah sebagai berikut

1. Sistem pemeliharaan gardu distribusi
2. mengurangi gangguan pada gardu

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Laporan tugas akhir diharapkan bermanfaat untuk:

1. Agar Mahasiswa Mengetahui Jenis-jenis dan macam-macam Gangguan pada Gardu
2. Agar Mahasiswa dapat mengetahui cara memelihara gardu distribusi

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara garis besar isi setiap bab pada laporan tugas akhir ini.

##### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan dari laporan akhir.

##### **BAB 2. LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi uraian teori-teori yang mendukung untuk pengerjaan tugas akhir ini.

##### **BAB 3. PEMBAHASAN**

Bab ini berisi data-data hasil pengukuran gardu dan juga data-data penunjang lainnya yang berkaitan dengan judul.

##### **BAB 4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari seluruh pembahasan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Distribusi Tenaga Listrik**

##### **2.1.1 Pengertian Distribusi Tenaga Listrik**

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (Bulk Power Source) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah;

- 1) pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan), dan
- 2) merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringandistribusi.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 154kV, 220kV atau 500kV 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 ( $I^2.R$ ). Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula. 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 220/380Vol t . 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. Pada sistem penyaluran

daya jarak jauh, selalu digunakan tegangan setinggi mungkin, dengan menggunakan trafo-trafo step-up. Nilai tegangan yang sangat tinggi ini (HV,UHV,EHV) menimbulkan beberapa konsekuensi antara lain: berbahaya bagi lingkungan dan mahal harganya perlengkapan perlengkapannya, selain menjadi tidak cocok dengan nilai tegangan yang dibutuhkan pada sisi beban. Maka, pada daerah-daerah pusat beban tegangan saluran yang tinggi ini diturunkan kembali dengan menggunakan trafo-trafo step-down. Akibatnya, bila ditinjau nilai tegangannya, maka mulai dari titik sumber hingga di titik beban, terdapat bagian-bagian saluran yang memiliki nilai tegangan berbeda-beda.

## **2.2 Transformator**

Transformator tenaga adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Dalam operasi penyaluran tenaga listrik transformator dapat dikatakan sebagai jantung dari transmisi dan distribusi. Dalam kondisi ini suatu transformator diharapkan dapat beroperasi secara maksimal (kalau bisa terus menerus tanpa berhenti). Mengingat kerja keras dari suatu transformator seperti itu maka cara pemeliharaan juga dituntut sebaik mungkin. Oleh karena itu transformator harus dipelihara dengan menggunakan sistem dan peralatan yang benar, baik dan tepat. Untuk itu regu pemeliharaan harus mengetahui bagianbagian transformator dan bagian-bagian mana yang perlu diawasi melebihi bagian yang lainnya. Berdasarkan tegangan operasinya dapat dibedakan menjadi transformator 500/150 kV dan 150/70 kV biasa disebut *Interbus Transformator* (IBT). Transformator 150/20 kV dan 70/20 kV disebut juga trafo distribusi. Titik netral transformator ditanahkan sesuai dengan kebutuhan untuk sistem pengamanan / proteksi, sebagai contoh transformator 150/70 kV ditanahkan secara langsung di sisi netral 150 kV dan transformator 70/20 kV ditanahkan dengan tahanan rendah atau tahanan tinggi atau langsung di sisi netral 20 kV nya.

Transformator dapat dibagi menurut fungsi / pemakaian seperti:

1 Transformator Mesin (Pembangkit )

2 Transformator Gardu Induk

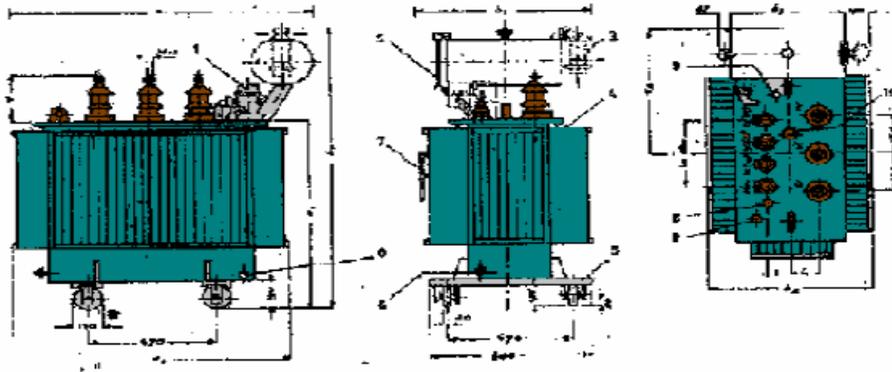
3 Transformator Distribusi

Transformator dapat juga dibagi menurut Kapasitas dan Tegangan seperti:

4 Transformator besar

5 Transformator sedang

6 Transformator kecil



Gambar 3.11 Trafo Distribusi kelas 20kV

### 2.2.1 Konstruksi Bagian-bagian Transformator

Transformator terdiri dari :

#### a. Bagian Utama.

1. Inti besi

Berfungsi untuk mempermudah jalan *fluksi*, yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempengan-lempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh *Eddy Current*.

2. Kumparan Transformator

Adalah beberapa lilitan kawat berisolasi yang membentuk suatu kumparan. Kumparan tersebut terdiri dari kumparan primer dan kumparan sekunder yang diisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap antar kumparan dengan isolasi

padat seperti karton, pertinak dan lain-lain. Kumparan tersebut sebagai alat transformasi tegangan dan arus.



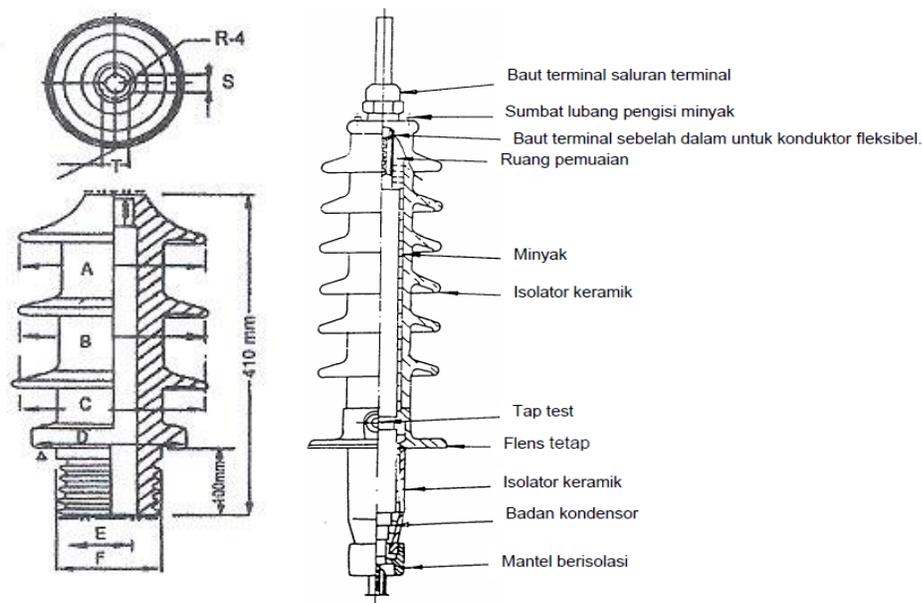
Gambar 4.1 Kumparan Trafo Distribusi

### 3. Minyak Transformator

Sebagian besar kumparan-kumparan dan inti trafo tenaga direndam dalam minyak trafo, terutama trafo-trafo tenaga yang berkapasitas besar, karena minyak trafo mempunyai sifat sebagai isolasi dan media pemindah, sehingga minyak trafo tersebut berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi.

### 4. Bushing

Hubungan antara kumparan trafo ke jaringan luar melalui sebuah bushing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai



Gambar 4.2 Contoh *Bushing* Transformator

## 5. Tangki Konservator

Pada umumnya bagian-bagian dari trafo yang terendam minyak trafo berada (ditempatkan) dalam tangki. Untuk menampung pemuatan minyak trafo, tangki dilengkapi dengan konservator

## 2.3 Pengertian Gardu

Pengertian Gardu Distribusi tegangan Listrik yang Paling di kenal adalah sebuah bangunan Gardu Listrik yang berisi atau terdiri dari instalasi Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Menengah ( PHB-TM ), Transformator Distribusi, dan Perlengkapan Hubung Bagi Tegangan Rendah ( PHBTR ) Untuk memasok kebutuhan tenaga listrik bagi para pelanggan baik dengan tegangan menengah ( TM 20 KV ) maupun Tegangan rendah ( TR 220/380 Volt )



Gambar 2.1 Trafo distribusi

Dalam Gardu Distribusi ini Biasanya digunakan Transformator distribusi yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik dari jaringan distribusi tegangan tinggi menjadi tegangan terpakai pada jaringan distribusi tegangan rendah (step down

transformator); misalkan tegangan 20 KV menjadi tegangan 380 volt atau 220 volt. Sedang transformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan listrik (step up transformator), hanya digunakan pada pusat pembangkit tenaga listrik agar tegangan yang didistribusikan pada suatu jaringan panjang (long line) tidak mengalami penurunan tegangan (voltage drop) yang berarti; yaitu tidak melebihi ketentuan voltage drop yang diperkenankan 5% dari tegangan semula.



Gambar 2.2 Gardu distribusi

### 2.3.1 Jenis jenis gardu

#### 1. Gardu Distribusi Beton

merupakan Gardu yang seluruh komponen utama instalasinya seperti Transformator dan Peralatan Proteksi terangkai di dalam sebuah bangunan sipil yang di rancang di bangun dan di fungsikan dengan kontruksi pasangan Batu Dan Beton. Kontruksi Bangunan Gardu ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan terbaik bagi sistem keamanan Ketenagalistrikan.



Gambar 2.3 Gardu deton

- Seluruh peralatan berada dalam bangunan beton
- Luas gardu minimal  $7 \times 4 \text{ m}^2$
- Kapasitas trafo maksimum  $2 \times 630 \text{ kVA}$

### **Peralatannya :**

- 1 Satu ruang untuk pemutus beban arah masuk (incoming)
- 2 Satu beban untuk pemutus beban arah keluar (outgoing)
- 3 satu ruang untuk pengukuran
- 4 satu ruang untuk transformator dan pengamannya
- 5 Satu ruang untuk pembangi tegangan rendah
- 6 Cubikel

### **2. Gardu Distribusi Kios/Metal**

gardu yang bangunan keseluruhannya terbuat dari plat besi dengan konstruksi seperti kios. Ukuran gardu 3 x 4 m, Peralatannya sama dengan gardu beton. Selain untuk pemasangan tetap, gardu kios juga digunakan untuk keperluan sementara/darurat (bersifat *mobile*/bergerak)

- Seluruh peralatannya terletak dalam ruangan tertutup dari metal/logam
- Ukuran gardu 3 x 4 m



Gambar 2.4 Gardu kios

### 3. Gardu Distribusi Portal

merupakan salah satu dari Jenis Kontruksi Gardu Tiang, Yaitu Gardu Distribusi Tenaga Listrik Tipe Terbuka ( Out-door ), dengan memakai kontruksi dua tiang atau lebih. Tempat kedudukan Transformator sekurang kurangnya 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 2.5 Gardu portal

Seluruh peralatan disanggah oleh dua tiang atau lebih

Luas tanah yang dibutuhkan  $\pm 2 \times 3 \text{ m}^2$

Kapasitas transformator maksimum 315 kVA

### **2.3.2 Komponen gardu**

**Peralatannya Gardu Portal disini dibagi menja dua bagian besar Yakni:**

A. Komponen Utama Bagian Atas Gardu.

1. Lightning Arrester ( LA )
2. Fused Cut Out ( FCO atau CO )
3. Wiring Gardu atau Pengawatan Gardu.
4. Tiang
5. Trafo Distribusi ( 315 KVA )
6. Rangka Gardu
7. Pipa Jurusan

B. Komponen Utama Bagian Bawah Gardu :

- 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.



Gambar 2.5 Rangkaian dalam gardu

#### 4. Gardu Distribusi Cantol / Kontrol

merupakan salah satu dari dua Jenis Kontruksi Gardu Tiang. Yaitu Tipe Gardu Distribusi Tenaga Listrik dengan Transformator, proteksi, dan Papan Hubung Bagi Tegangan Rendah ( PHBTR ) di cantokan atau dipasang langsung pada satu tiang yang memiliki kekuatan minimal 500 dAn.



Gambar 2.6 gardu cantol

Seluruh peralatannya disanggah oleh satu tiang

Kapasitas maksimum transformator 50 kVA

## **Peralatan Gardu Cantol Terbagi 2 Bagian yakni :**

### **A. Komponen Utama Bagian Atas Gardu :**

1. Tiang
2. Lightning Arrester ( LA )
3. Trafes dudukan FCO dan Arrester
4. Fused Cut Out ( FCO atau CO )
5. Wiring Gardu atau Pengawatan Gardu.
6. Trafo Distribusi (50 KVA)
7. Dudukan Trafo

### **B. Komponen Utama Bagian Bawah Gardu**

- 1 NH-Fuse
- 2 Rel Tembaga atau Rel Jurusan
- 3 Kwh MTD
- 4 Saklar Utama
- 5 Kabel Turun NYY/NYFGBY
- 6 Trafo Arus ( CT )
- 7 Kabel Naik NYY/NYFGBY



Gambar 2.7 Bagian dalam gardu

### 2.3.3 Gambar Peralatan Gardu Distribusi dan Fungsi

#### 1 Lightning Arrester :

Pada keadaan normal arrester berlaku sebagai isolator, bila timbul tegangan surja alat ini bersifat sebagai konduktor yang tahanannya relatif rendah, sehingga dapat mengalirkan arus yang tinggi ke tanah. Setelah surja hilang, arrester harus dapat dengan cepat kembali menjadi isolasi. Arrester melindungi peralatan listrik pada sistem jaringan terhadap tegangan lebih yang disebabkan petir atau surja hubung.



Gambar 2.8 gambar Lightning Arrester

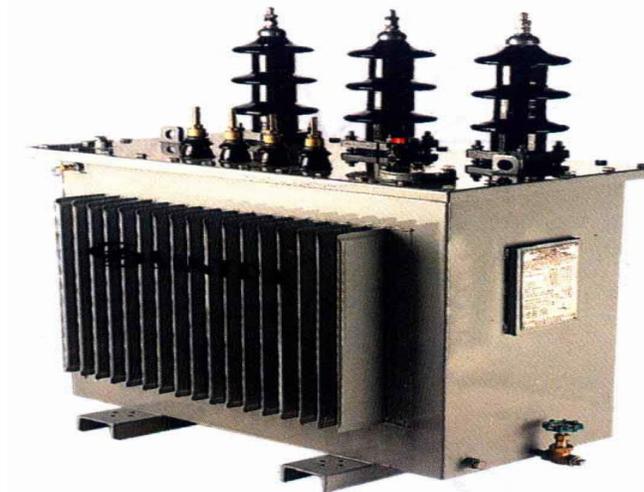
## 2 Fuse Cut Out :

Fuse link dipasangan pada tabung CO (cut out) yang berfungsi sebagai pemutus jika ada arus yang melebihi kapasitas ukuran fuse link.CO atau cut out sendiri dipasang sebagai pemutus JTM ataupun pemutus sebelum trafo gardu.



Gambar 2.9 gambar Fuse Cut Out

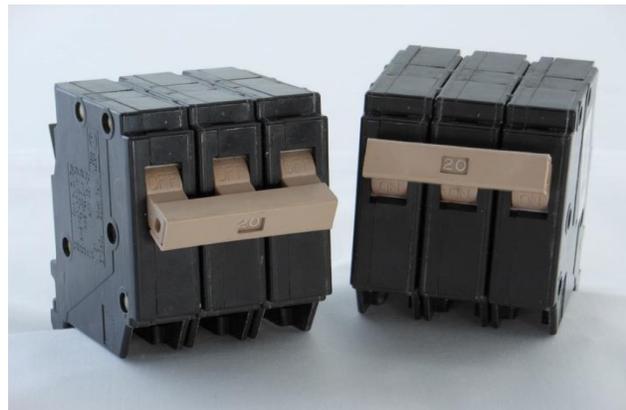
**3 Trafo step Down :** Menurunkan pasokan tegangan listrik agar dapat dinikmati konsumen.



Gambar 2.10 gambar Trafo step Down

**4 Pemutus Tenaga ( Circuit Breaker) :**

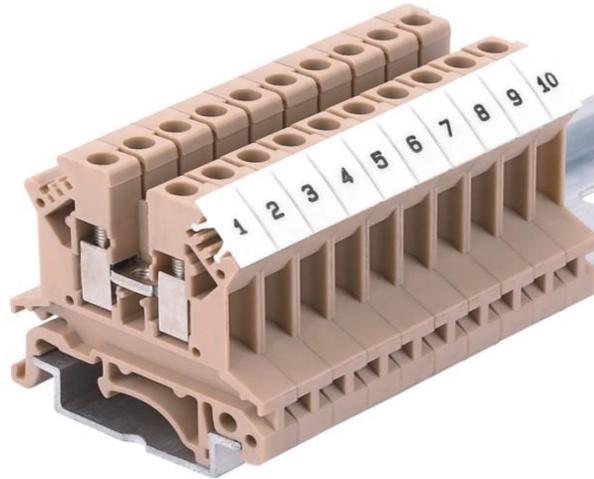
berfungsi sebagai alat pembuka atau penutup suatu rangkaian listrik dalam kondisi berbeban, serta mampu membuka atau menutup saat terjadi arus gangguan (hubung singkat) pada jaringan atau peralatan lain.



Gambar 2.11 gambar Pemutus Tenaga ( Circuit Breaker)

## 5 Rel Pembagi

berfungsi sebagai titik pertemuan atau hubungan trafo-trafo tenaga saluran udara tegangan tinggi (SUTT) dan peralatan listrik lainnya untuk menerima dan menyalurkan tenaga dan daya listrik.



Gambar 2.12 gambar Rel Pembagi

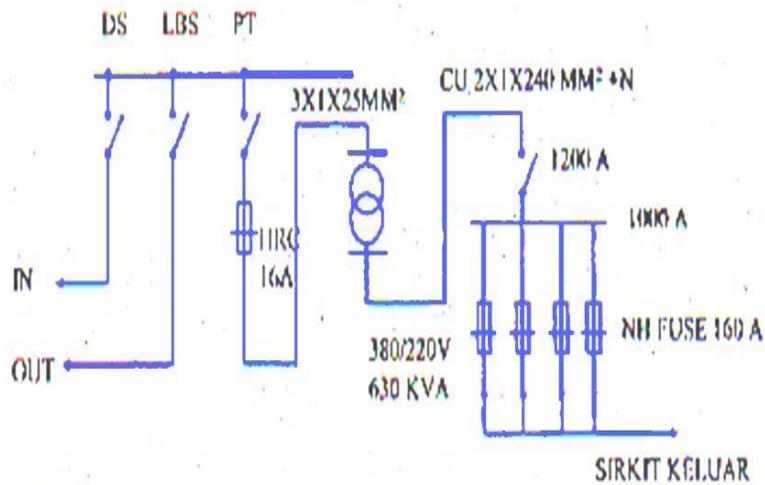
## 6 PHB

merupakan perlengkapan yang digunakan untuk membagi dan mengendalikan tenaga listrik. Komponen utama yang terdapat pada PHB diantaranya adalah : Sekring, pemutus tenaga, sakelar isolasi, alat dan instrument ukur (ampere meter dll), rel (bus-bar). Dalam PHB juga terdapat alat bantu berupa lampu indicator, tombol-tombol operasi, rangkaian dan komponen kontrol.

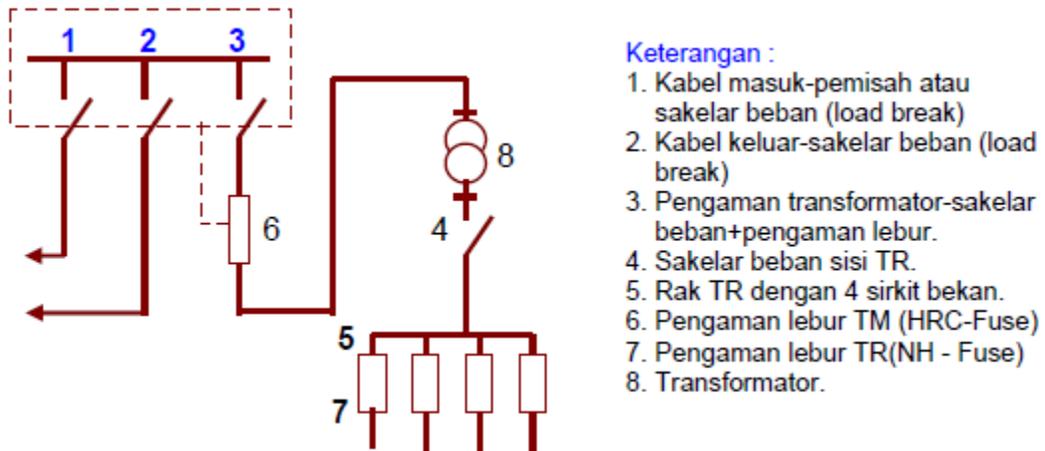


Gambar 2.13 PHB

- 7 **NH-Fuse** yang berfungsi untuk mengamankan Trafo Distribusi dari arus lebih yang disebabkan karna hubungan singkat pada jaringan tegangan rendah ( SUTR ) maupun karna Beban lebih.
- 8 **Rel Tembaga atau Rel Jurusan** berfungsi untuk menghubungkan tegangan dari beberapa komponen pada PHB-TR.
- 9 **Kwh MTD** berfungsi untuk menghitung pemakaian beban Gardu.
- 10 **Kabel** ( Kabel penghubung dari Trafo ke PHB-TR ) Bisa berupa NYY atau NYFGBY dengan ukuran disesuaikan dengan kebutuhan dan Trafo Distribusi yang terpasang.
- 11 **Dudukan Trafo** dasarnya berfungsi untuk menempatkan Trafo distribusi pada Tiang.



Gambar 2.13 Contoh Gambar Monogram Gardu Distribusi



Gambar 2.14 Bagan Satu garis Gardu Beton