

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**

**PENGOPERASIAN GARDU INDUK**

**SWITCHING OPERATION DAN MAINTENANCE GARDU INDUK**

**DI GARDU INDUK TITI KUNING MEDAN**

**D**

**I**

**S**

**U**

**S**

**U**

**N**

**OLEH**

**JAWANDI PARDOSI**

**08 812 0029**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

**2013**

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**

**PENGOPERASIAN GARDU INDUK**

**SWITCHING OPERATION DAN MAINTENANCE GARDU INDUK**

**DI GARDU INDUK TITI KUNING MEDAN**

**D**

**I**

**S**

**U**

**S**

**U**

**N**

**OLEH**

**JAWANDI PARDOSI**

**08 812 0029**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN**

**LAPORAN KERJA PRAKTEK**

**PENGOPERASIAN GARDU INDUK  
SWITCHING OPERATION DAN MAINTENANCE GARDU INDUK  
DI GARDU INDUK TITI KUNING MEDAN**

OLEH :

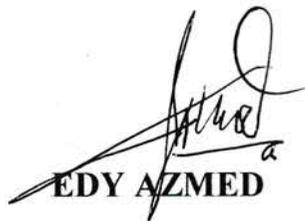
**JAWANDI PARDOSI**

**NIM : 08 812 0029**

**TELAH DIPERIKSA DAN DISAHKAN**

OLEH

**Pembimbing Kerja Praktek Lapangan  
Supervisor Ophar GI**



**EDY AZMED**

Mengetahui ,  
**Manager Tragi Glugur**



**ADI SUROSO**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN KERJA PRAKTEK**  
**PENGOPERASIAN GARDU INDUK**  
**SWITCHING OPERATION DAN MAINTENANCE GARDU INDUK**  
**DI GARDU INDUK TITI KUNING MEDAN**

Disusun Oleh :

**JAWANDI PARDOSI**

**NIM : 08 812 0029**

**DOSEN PEMBIMBING KERJA PRAKTEK**



**Ir. Maflan Swandana.MM**

DIKETAHUI OLEH :

**KETUA JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**



**Ir. Usman Harahap.MT**

*nilai 70 (B)*  
*27/03/14*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas ini, adapun tujuan dari penulis adalah merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Universitas Medan Area.

Di dalam tulisan ini penuliks sudah berupaya semampu penulis, namun apabila ada kekurangan dan kesalahan baik dari segi isi maupun bahasanya, maka untuk itu penulis mengharapkan adanya masukan dan saran perbaikan dan kesempurnaan dalam tulisan ini.

Dalam hal ini penulis mengambil judul **“PENGOPERASIAN GARDU NDUK, SWITCING OPERATION DAN MAINTENANCE GARDU INDUK TITI KUNING”**

Penulisan tulisan ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan baik moril maupun materil dan dukungan dari beberapa pihak, maka dengan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Ir.Haniza, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik UNIVERSITAS MEDAN AREA.
2. Bapak Ir. Usman Harahap, MT selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Yance Syarif, MT Bapak Ir.Usman Harahap.MT, Ir Marlan Swandana MM.
4. Bapak Adi Suroso, Selaku Manager PT. PLN (PERSERO) Unit TRAGI GLUGUR
5. Bapak Edy azmed, selaku Pembimbing Supervisor Ophar di Gardu Induk Titi Kuning Medan.

Akhir kata penulis mengharapkan laporan ini berguna semua pihak, penulis juga menyadari ada kekurangan di dalam penyusunan laporan ini, sehinga penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari para pembaca. Terima kasih.

Medan, 12 September 2012

Hormat Saya

## DAFTAR ISI

<b>Lembar Pengesahan.....</b>	<b>i</b>
<b>Daftar isi.....</b>	<b>ii</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>v</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1.Umum.....	1
1.2.Latar Belakang .....	1
1.3.Tujuan Kerja Praktek .....	1
1.4.Ruang Lingkup kerja Praktek.....	2
1.5.Tempat Kerja Praktek .....	2
1.6.Sistematika Penulisan Laporan Kerja Praktek .....	2
1.6.1 Metode Studi Literatur .....	3
1.6.2 Metode Praktek Lapangan.....	3
1.6.3 Metode Diskusi .....	3
1.7. Sejarah Singkat PLN .....	3
1.8.Struktur Organisasi Tragi Glugur.....	5
1.9. Gambar Diagram Satu Garis GI Titi Kuning.....	7
<b>BAB II GARDU INDUK .....</b>	<b>8</b>
II.1. Pengertian Gardu Induk.....	8
II.2.Fungsi Gardu Induk.....	8
II.3. Klasifikasi Gardu Induk .....	8
II.3.1.Klasifikasi Gardu Induk Menurut Tegangannya .....	8
II.3.2. Klasifikasi GI Menurut Penempatan Peralatannya .....	9
II.3.3. Manuver Pembebas Tegangan.....	10
II.3.4. KWH Saluran .....	11

II.3.5. KWH Saluran GI tahun 2012 .....	12
<b>BAB III PERALATAN-PERALATAN GARDU INDUK.....</b>	<b>13</b>
III.1. Switchyard.....	13
III.2. Lightning Arrester .....	14
III.3. Potensial Transformer .....	15
III.4. Line Trap.....	19
III.5. PMS (Pemisah) .....	19
III.6. Current Trafo (CT).....	21
III.7. Pemutus Daya (PMT).....	22
III.8. Rel Busbar.....	24
III.9. Isolator .....	25
III.10. Trafo Daya .....	25
III.11. Relay .....	27
III.12. Baterai .....	29
<b>BAB IV MAINTENANCE (Pemeliharaan).....</b>	<b>30</b>
IV.1. Jenis-jenis pemeliharaan GI.....	30
IV.2. Peralatan pendukung Pemeliharaan .....	30
IV.3. Pemeliharaan Relay Proteksi .....	31
IV.4. Pemeliharaan Pemisah 150KV .....	31
IV.5. Pemeliharaan PMT.....	31
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>33</b>
V.1. Kesimpulan .....	33
V.2. Saran.....	33

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Umum**

Tenaga listrik memegang peranan penting pada saat sekarang ini karena digunakan disemua sector seperti industri, perumahan, pertambangan, pertanian, perhubungan dan lain sebagainya. Peningkatan taraf hidup masyarakat menyebabkan peningkatan permintaan tenaga listrik yang cukup tinggi.

Untuk memenuhi kebutuhan listrik ini, dibangunlah pusat-pusat tenaga listrik. Penambahan panjang saluran Transmisi, pembangunan Gardu Induk baru dan penambahan jaringan Distribusi. Listrik yang dibangkitkan oleh pembangkit tenaga listrik disalurkan melalui saluran transmisi menuju Gardu Induk. Jadi Gardu Induk merupakan tempat tenaga listrik untuk disalurkan ke gardu distribusi

### **1.2 Latar Belakang Kerja Praktek**

Setiap Mahasiswa yang akan menyelesaikan studinya di perguruan tinggi harus melakukan kerja praktek, dimana kerja praktek merupakan suatu program kurikulum yang harus dilaksanakan mahasiswa untuk memenuhi persyaratan dalam penyusunan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

Melalui kerja praktek ini mahasiswa dapat menerapkan teori-teori ilmiah yang di peroleh di jurusan Teknik Elektro. Dengan demikian mahasiswa dapat melihat, menganalisa dan memecahkan masalah yang timbul dilapangan yang berguna dalam mewujudkan pola kerja yang akan dihadapi nantinya.

### **1.3 Tujuan Kerja Praktek**

Adapun tujuan kerja praktek bagi mahasiswa Universitas Medan Area jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik adalah sebagai berikut :

1. Melihat dan mengenal lapangan kerja secara langsung serta menerapkan teori-teori yang telah diperoleh dibangku kuliah
2. Berlatih bekerja keras disiplin dan bertanggung jawab sebagai salah seorang karyawan perusahaan

3. Memperoleh keterampilan dalam hal penguasaan pekerjaan, sehingga dapat menambah pengalaman untuk persiapan terjun ke masyarakat.
4. Untuk mengetahui beberapa aspek tentang perusahaan seperti :
  - a. Aspek Organisasi dan Manajemen
  - b. Aspek Teknologi
  - c. Aspek tata letak Perusahaan
5. Mendapat kesempatan untuk ikut memecahkan masalah yang dihadapi oleh perusahaan.
6. Sebagai dasar bagi penyusunan Laporan Kerja Praktek.

#### **1.4 Ruang Lingkup Kerja Praktek**

Ruang lingkup kerja praktek dalam laporan ini adalah sarana dan prasarana Gardu Induk Titi Kuning untuk penyaluran energy listrik kepada cabang-cabang yang terkait serta proteksi-proteksi yang dipergunakan

#### **1.5 Tempat Kerja Praktek**

Tempat kerja praktek lapangan bertempat di PT.PLN (PERSERO) Penyaluran dan Pusat Pengaturan Beban (P3B) Sumatra. Unit pelayanan Transmisi Medan, Gardu induk titi kuning Medan.

#### **1.6 Metoda Penelitian**

Metoda yang dilakukan penulis dalam penyusunan laporan ini adalah tinjauan pustaka browsing di internet dan mempelajari sejumlah buku sumber yang dapat memberikan kontribusi bagi masalah yang diteliti. Dengan demikian tinjauan pustaka dimaksudkan untuk memperoleh data yang dapat menunjang pendapat penulis dalam penelitian ini.

#### **1.6 Sitematika Penulisan Laporan Kerja Praktek**

Langkah-langkah (Metodologi) kerja Praktek :

Tahap awal mempersiapkan hal-hal yang diperlukan antara lain pengenalan dan konsultasi dengan pimpinan atau orang yang ditunjuk sebagai yang mewakili.

Dalam laporan kerja praktek ini, sistematika yang digunakan adalah sebagai berikut :

### **1.6.1 Metode Studi Literatur**

Metode ini dilaksanakan dengan cara membaca buku, tujuannya adalah agar mahasiswa lebih memahami teori yang ada sehingga lebih memudahkan dalam praktek kerja praktek lapangan.

### **1.6.2 Metode Praktek Lapangan**

Dengan mengumpulkan data yang dibutuhkan, melalui observasi langsung, dan dibimbing oleh pegawai perusahaan yang bersangkutan.

### **1.6.3. Metode Diskusi**

Dengan cara berdiskusi Tanya jawab dengan operator GI, karyawan yang ada di Gardu induk.

### **1.6.4. Metode Penyusunan Laporan Kerja Praktek**

Metode ini dengan cara bertanya jawab kepada pembimbing yang berada di GI, sebagai panduan menyusun laporan kerja praktek.

## **1.7. Sejarah Singkat Perusahaan Listrik Negara (PLN)**

Kelistrikan di Indonesia di mulai pada akhir abad ke-19, pada saat beberapa perusahaan Belanda antara lain pabrik gula dan pabrik teh mendirikan pembangkit tenaga listrik untuk keperluan sendiri. Kelistrikan untuk pemanfaatan umum mulai ada pada saat perusahaan swasta Belanda yaitu NV NIGN yang semula bergerak dibidang gas memperluas usahanya dibidang listrik untuk kemanfaatan umum. Pada tahun 1927 Pemerintah Belanda membentuk s'Land Waterkracht Bedrijven (LB) yaitu perusahaan listrik Negara yang mengelola PLTA Pelanggan, PLTA Lamajan dan PLTA Bengkok Dago, PLTA Ubrug dan Kracak di Jawa Barat, PLTA Giringan di Madiun, PLTA tes di Bengkulu, PLTA Tonsea lama di Sulawesi Utara dan PLTU di Jakarta. Selain itu beberapa Kotapraja dibentuk perusahaan – perusahaan listrik di Kotapraja.

Menyerahnya Pemerintahan Belanda kepada Jepang dalam Perang Dunia II maka Indonesia dikuasai oleh Jepang, yang kemudian jatuhnya Jepang ke tangan Sekutu dan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

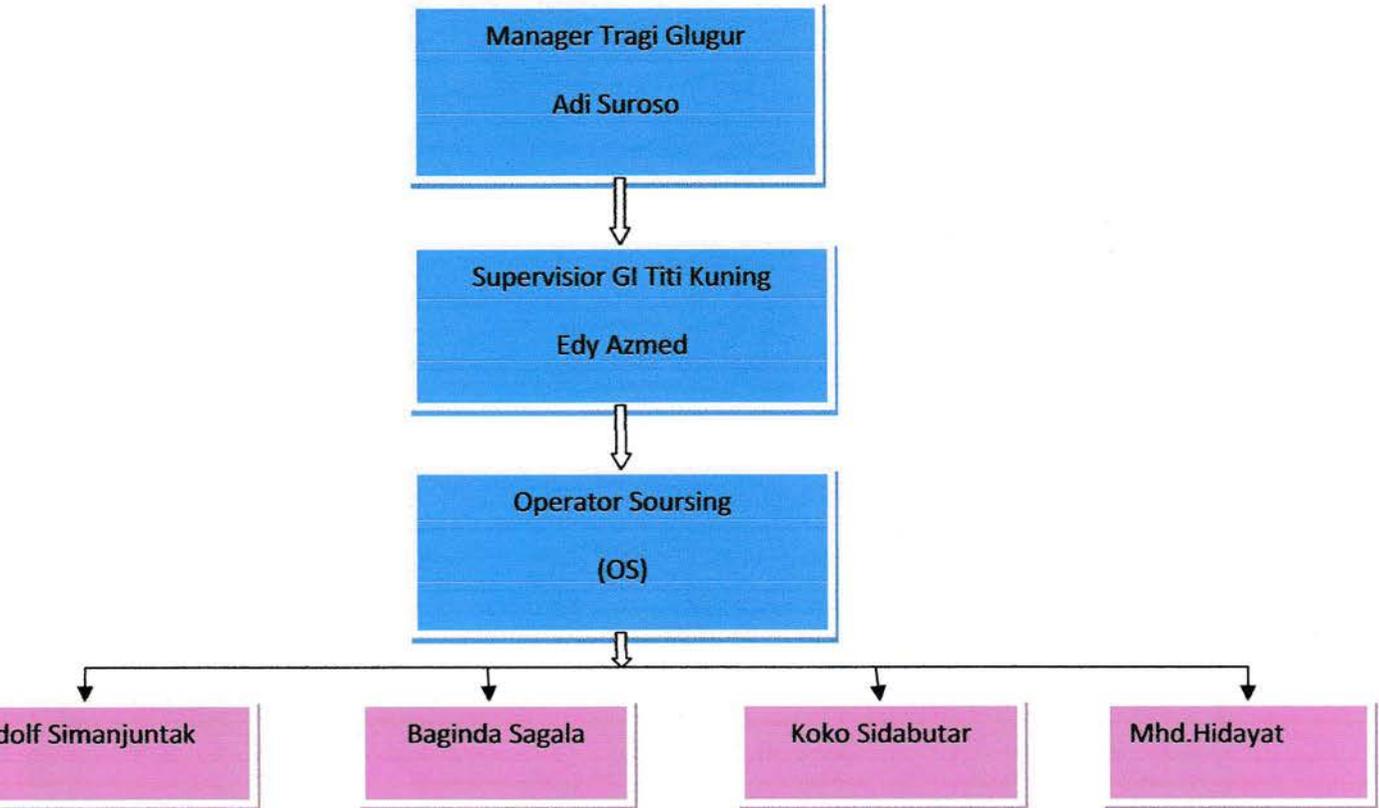
diproklamasikannya kemerdekaan RI maka diambil alih perusahaan – perusahaan listrik yang dikuasai Jepang. Pengambil alihan tersebut diserahkan kepada Presiden Soekarno dan kemudian dengan Penetapan Pemerintah tahun 1945 No. 1 tertanggal 27 Oktober 1945 maka dibentuklah Jawatan Listrik dan Gas dibawah Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga.

Sejarah ketenaga listrikan di Indonesia mengalami pasang surut sejalan dengan perjuangan bangsa. Tanggal 27 Oktober 1945 kemudian dikenal sebagai Hari Listrik dan Gas. Penetapan secara resmi sebagai Hari Listrik dan Gas berdasarkan keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Tenaga No.20 tahun 1960, namun kemudian berdasarkan keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik No.235/KPTS/1975 tanggal 30 September 1975 peringatan Hari Listrik dan Gas yang digabung dengan Hari Kebangkitan Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik yang jatuh pada tanggal 3 Desember. Mengingat pentingnya semangat dan nilai –nilai hari listrik, maka berdasarkan Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No.1134.K/43/MPE/1992 tanggal 31 Agustus 1992 ditetapkan tanggal 27 Oktober sebagai Hari Listrik Nasional.

Pada tahun 1994 terjadi perubahan mendasar dalam tubuh perusahaan yang tadinya berstatus sebagai Perusahaan Umum ini, yaitu setelah keluarnya Perpu no.3 dan sesuai dengan akte notaris Soetjipto, SH No 169 yang menyatakan bahwa Perum PLN statusnya diubah menjadi Perseroan dengan nama PT.PLN (Persero). Perubahan status perusahaan tersebut ternyata membawa dampak sangat kuat bagi perkembangan perusahaan listrik Indonesia dalam menggapai orientasi dan obsesinya. Selain itu dalam rangka memaksimalkan peran perusahaan itu berbagai upaya telah dilakukan perusahaan ini, baik secara internal maupun secara eksternal. Perubahan internal misalnya dapat dilihat dari perubahan struktur organisasinya baik yang dikantor pusat maupun didaerah. Begitu juga secara eksternal kini PLN telah melakukan ekspansi dengan membentuk unit–unit bisnis dan anak perusahaan sebagai unit pelaksanaannya.

Unit wilayah yang dimiliki PLN terdiri dari 11 wilayah kerja ditambah dengan kawasan Batam sebagai wilayah khusus. Wilayah tersebut anatara lain: Wilayah I Aceh, Wilayah II Sumatra Utara, Wilayah III Sumbar-Riau, Wilayah IV Sumsel-Bengkulu-Jambi dan Bangka Belitung, Wilayah V Kalimantan Barat, Wilayah VI Kalimantan Selatan, Timur dan Tengah, Wilayah VII Sulut Sulteng, Wilayah VIII Sulawesi Selatan dan Tenggara, Wilayah IX Maluku, Wilayah X Irian jaya dan Wilayah XI Bali NTT – NTB. Selain wilayah PLN memiliki unit distribusi Jakarta raya dan Tangerang distribusi Jawa Barat,

**1.8. Struktur Organisasi Tragi Unit Glugur.**



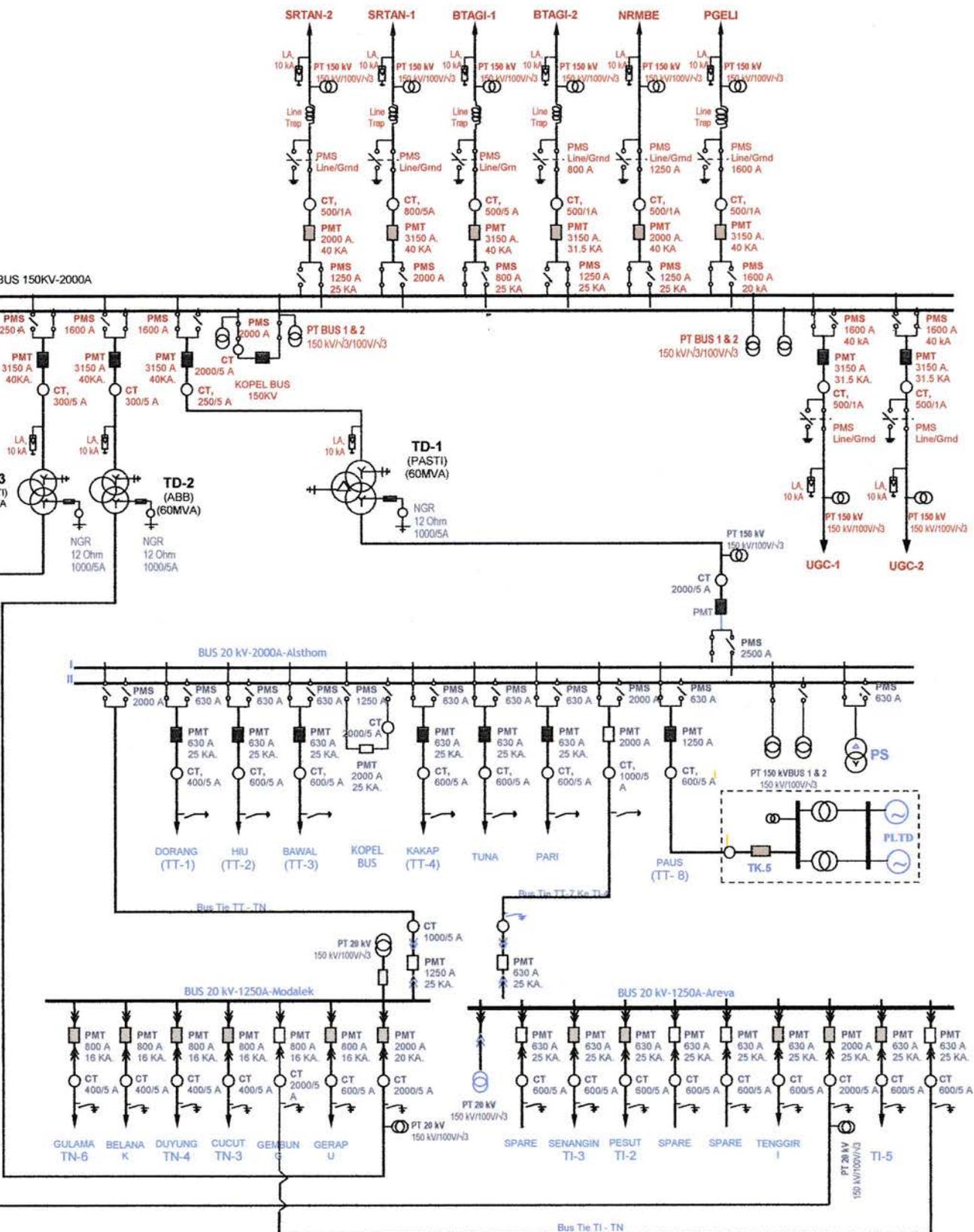
Gambar 1.1. Struktur Organisasi Tragi Unit Glugur



Gambar 1.2. Gardu induk Titi Kuning Medan

Jandkvjnaiksnxvabxnmv vajbdlijvknika

### SINGLE LINE DIAGRAM GARDU INDUK TITI KUNING



## BAB II

### GARDU INDUK

#### II.1 Pengertian Gardu Induk

Gardu induk adalah suatu instalasi listrik mulai dari TET (tegangan Ekstra Tinggi) dan TM (Tegangan Menengah) biasanya terdiri dari lapangan, Gedung dan peralatan listrik. Daya listrik yang dikumpulkan di gardu induk berasal dari pusat pembangkit listrik ataupun dari gardu induk yang berkapasitas besar.

#### II.2 Fungsi Gardu Induk

- a. Mentransformasikan tenaga listrik, yaitu tegangan tinggi yang satu ke tegangan yang lainnya atau tegangan menengah atau dengan kata lain menerima dan menyalurkan tenaga listrik ( KVA, MVA, ), sesuai dengan kebutuhan tegangan (TET, TT, TM).
- b. Pengukuran, pengawasan Operasi serta pengaturan pengamanan dari system tenaga listrik.
- c. Pengaturan daya ke gardu-gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan gardu-gardu induk distribusi melalui feeder tegangan menengah

Fungsi gardu induk tersebut membuat peranan dan tanggung jawab yang besar terhadap system pelayanan listrik kepada konsumen.

#### II.3 Klasifikasi Gardu Induk

Gardu induk dapat di klasifikasikan menurut tegangan dan penempatan peralatannya dibawah ini di jelaskan klasifikasi gardu induk tersebut :

##### II.3.1 Klasifikasi Gardu induk menurut tegangannya

- a. Gardu induk transmisi

Gardu induk yang ada pada PLN adalah tegangan ekstra tinggi 500KV, tegangan tinggi 150KV, 70KV dan 30KV, yang ada diluar PLN adalah tegangan ekstra tinggi 275KV ( PT.INALUM) di kuala Tanjung Sumatra Utara dan tegangan tinggi 115KV (PT.CALTEX) di pecan baru. Gardu induk ini digunakan untuk menaikkan tegangan menjadi tegangan keluaran transmisi.

- b. Gardu induk Distribusi

Menerima tenaga dari gardu induk transmisi dengan menggunakan tegangannya melalui trafo tenaga menjadi tegangan menengah (20.12.6KV) untuk kemudian tegangan tersebut diturunkan kembali menjadi teganganrendah (127/220V). atau (380/220V) sesuai dengan kebutuhan gardu induk inidigunakan untuk mengubah transminisi menjadi tegangan distribusi.

### **II.3.2 Klasifikasi Gardu Induk Menurut Menempatan Peralatannya.**

a. Gardu Induk Pasangan Dalam (indoor Substation)

Adalah Gardu induk dimana ruangan control, peralatan GI seperti Rel Busbar, Pemisah, Pemutus Tenaga, Trafo Tenaga, CT, PT, Isolator dan sebagainya di pasang di dalam satu ruangan atau bangunan yang tertutup.

b. Gardu Induk Pasangan Luar (outdoor Substation)

Adalah semua peralatan seperti, Rel, Pemisah, Pemutus Tenaga, dan sebagainya dipasang di luar (lapangan terbuka) kecuali ruangan control, alat pengukur dan alat-alat bantu seperti biasanya dipasang di dalam gedung.

c. Gardu Induk sebagian pasang luar

Biasanya sebagian peralatan GI di pasang di dalam ruanga tertutup dan yang lainnya dipasang diluar ruangan dengan mempertimangkan situasi dan kondisi.

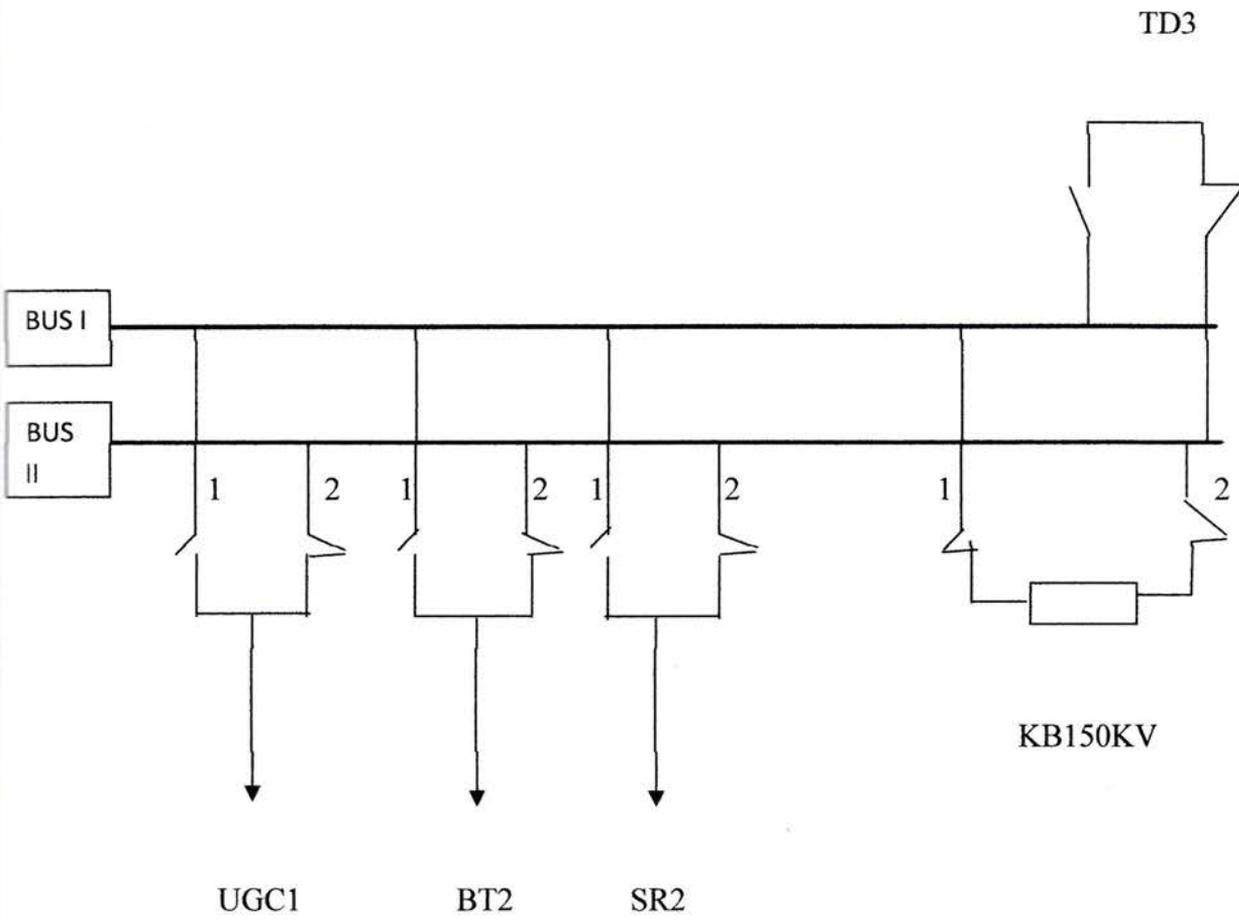
d. Gardu Induk Pasang bawah tanah

Gardu induk ini biasanya dipasang didalam kota dimana diatas tanah sudah tidak mungkin lagi dipasang Gardu Induk. Pemasangang Gardu induk juga harus mempertimbangkan situasi dan kondisi.

### **II.3.3 Manuver Pembebas Tegangan.**

Pada gardu dilengkapi dengan pemutus tegangan dan pemisah, untuk memutuskan tegangan ataupun daya dibutuhkan sebuah maneuver pembebas.

Urutan Manuver.



(I)

- 1. PMS BUS 1 UGC2 (MASUK)
- 2. PMS BUS 2 UGC (LEPAS)

(II)

- 1. PMS BUS 1 BT2 (MASUK)
- 2. PMS BUS 2 BT2 (LEPAS)

(III)

- 1. PMS BUS 1 SR2 (MASUK)
- 2. PMS BUS 2 SR2 (LEPAS)

(IV)

- 1. PMS BUS 1 TD3 (MASUK)
- 2. PMS BUS 2 TD3 (LEPAS)

(V)

- 1. PMT KB 150KV (LEPAS)
- 2. PMS BUS 2 KB (LEPAS)
- 3. PMS BUS 1 KB (LEPAS)

### II.3.4 Beban Tertinggi Penyulang Tahun 2012

FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI
98	101	99	106	-
12.00	16.00	11.00	10.00	-
80	65	220	85	-
09.00	11.00	23.00	23.00	-
238	255	330	130	-
14.00	15.00	22.00	18.30	-
360	342	341	360	-

### II.3.5 KWH SALURAN

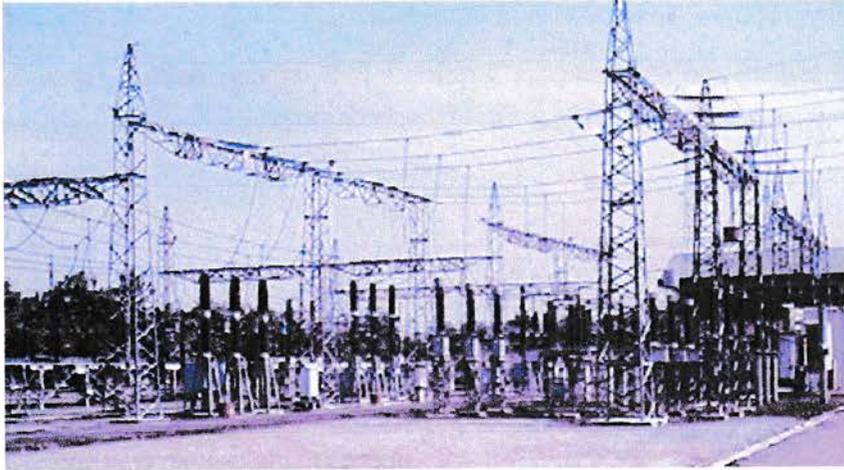
#### KWH SALURAN GI TITI KUNING TAHUN 2012

BULAN	Trafo daya I	Trafo Daya II	Trafo Daya III	Pemakaian Sendiri
Januari	17.276.219	17.388.993	15.203.670	9.625
Februari	17.370.665	17.250.990	14.858.975	10.397
Maret	18.821.576	18.504.362	15.922.923	25.790
April	16.816.812	17.499.226	16.872.412	18.021
Mei	17.873.777	17.784.385	20.839.969	11.694
Juni	18.184.497	18.130.465	22.225.973	12.903
Juli	17.772.146,58	18.949.866,65	21.215.236,11	12.837
Agustus	17.604.039.50	17,847.860,65	20.312.855,06	12.412

## BAB III

### PERALATAN-PERALATAN GARDU INDUK

#### III.1 Switchyard.



Gambar 2.1 Switchyard.

Switchyard adalah bagian dari gardu induk yang dijadikan sebagai tempat peletakan komponen utama Gardu Induk.

Jenis-jenis Switchyard :

1. Jika komponen utama Gardu induk terpasang di area terbuka yang luas, maka disebut switchyard
2. Jika komponen utama gardu induk terpasang di area terbatas (sempit) dan didalam gedung maka disebut *switch gear*
3. Sebenarnya yang dimaksud dengan *switch gear* adalah peralatan yang terpasang pada switchyard.

Jadi yang dimaksud dengan switchyard adalah nama yang diperuntukkan bagi gardu induk konvensional, sedangkan switch adalah nama yang diperuntukkan bagi *gas insulated substation (GIS)*

Gardu induk yang menggunakan udara menjadi isolasi antara bagian yang bertegangan dan dengan demikian memerlukan tempat yang luas.

### III.2 Lightning Arrester (LA)

Lightning arrester berfungsi untuk mengamankan instalasi (peralatan-peralatan) listrik yang terpasang) dari gangguan tegangan lebih dari sambaran petir

Yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian adalah :

*Counter* (penghitung) jumlah operasi dari lightning arrester tersebut dicatat dan dilaporkan bila ada pertambahan.

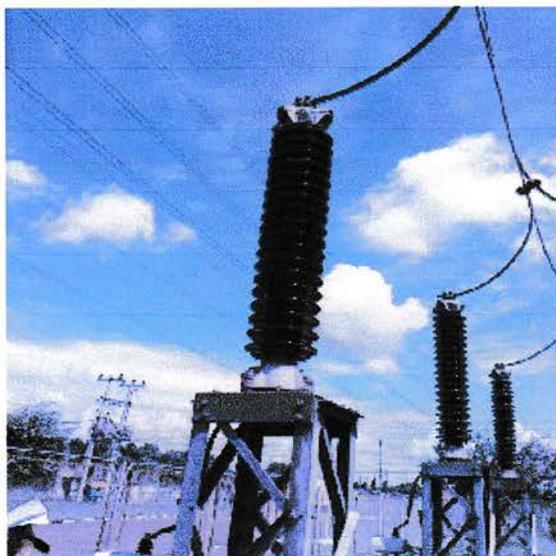
#### Jenis-jenis Lightning Arrester

1. Type expulsion:

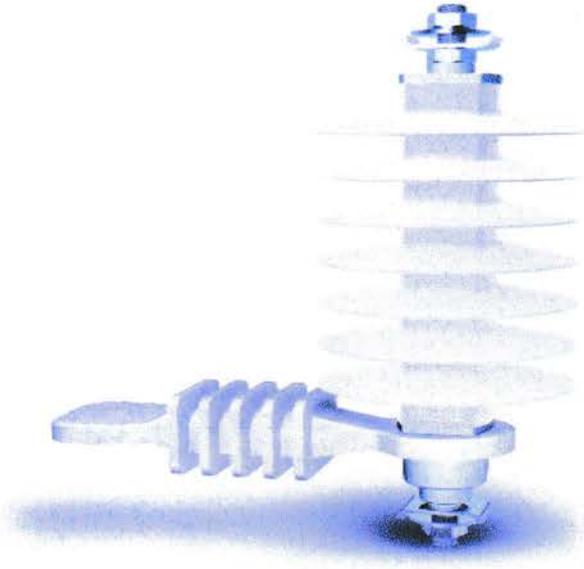
terdiri dari dua elektroda dan satu fibre tube. Tabung fibre menghasilkan gas saat terjadi busur api dan menghembuskan busur api kearah bawah. Setelah busur hilang maka arrester bersifat isolator kembali.

2. Type Valve:

bila tegangan surja petir menyambar jaringan dan dimana terdapat arrester terpasang maka seri gap akan mengalami kegagalan mengakibatkan terjadi arus yang besar melalui tahanan kran yang saat itu mempunyai nilai kecil. Bila tegangan telah normal kembali maka tahanan kran mempunyai nilai besar sehingga busur api akan padam pada saat tegangan susulan sama dengan nol.



Gambar.2.3 Lightning Arrester type expulsion



Gambar 2.4 Lightning arrester type Valve.

Lighthning Arrester yang digunakan di Gardu Induk Titi Kuning Medan adalah type *Expulsion* dan *Valve*.

### III.3 Potensial Transformer (PT)

Jenis-jenis Transformer :

#### 1. Trafo Step-Up

Transformator *step-up* adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan. Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh.



Gambar.2.5 Trafo Step-Up

## 2. Trafo Step-Down

Transformator *step-down* memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.



Gambar. 2.6 Trafo Step-Down

## 3. Autotransformator.

Transformator jenis ini hanya terdiri dari satu lilitan yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan tengah. Dalam transformator ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder. Fasa arus dalam lilitan sekunder selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga untuk tarif daya yang sama lilitan sekunder bisa dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan transformator biasa. Keuntungan dari autotransformator adalah ukuran fisiknya yang kecil dan kerugian yang lebih rendah daripada jenis dua lilitan. Tetapi transformator jenis ini tidak dapat memberikan isolasi secara listrik antara lilitan primer dengan lilitan sekunder. Selain itu, autotransformator tidak dapat digunakan sebagai penaik tegangan lebih dari beberapa kali lipat (biasanya tidak lebih dari 1,5 kali).



Gambar. 2.7 Autotransformator

4. Autotransformator variable.

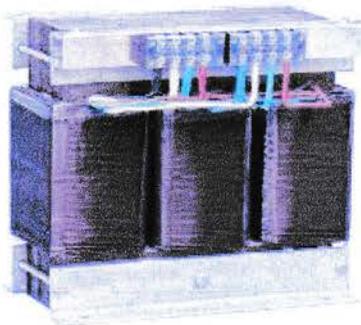
Autotransformator variabel sebenarnya adalah *autotransformator* biasa yang sadapan tengahnya bisa diubah-ubah, memberikan perbandingan lilitan primer-sekunder yang berubah-ubah.



Gambar 2.8 Autotransformator Variabel.

5. Transformator isolasi.

Transformator isolasi memiliki lilitan sekunder yang berjumlah sama dengan lilitan primer, sehingga tegangan sekunder sama dengan tegangan primer. Tetapi pada beberapa desain, gulungan sekunder dibuat sedikit lebih banyak untuk mengkompensasi kerugian. Transformator seperti ini berfungsi sebagai isolasi antara dua kalang. Untuk penerapan audio, transformator jenis ini telah banyak digantikan oleh kopling kapasitor.



Gambar. 2.9 Transformator Isolasi.

6. Transformator pulsa

Transformator pulsa adalah transformator yang didesain khusus untuk memberikan keluaran gelombang pulsa. Transformator jenis ini menggunakan material inti yang cepat jenuh sehingga setelah arus primer mencapai titik tertentu,

UNIVERSITAS MEDAN RIBA Karna GGL induksi pada lilitan sekunder hanya

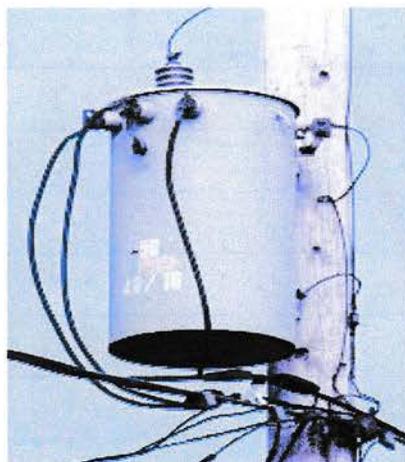
terbentuk jika terjadi perubahan fluks magnet, transformator hanya memberikan keluaran saat inti tidak jenuh, yaitu saat arus pada lilitan primer berbalik arah.



Gambar. 2.10 Transformator Pulsa.

#### 7. Transformator tiga fase.

Transformator tiga fase sebenarnya adalah tiga transformator yang dihubungkan secara khusus satu sama lain. Lilitan primer biasanya dihubungkan secara bintang (Y) dan lilitan sekunder dihubungkan secara delta.

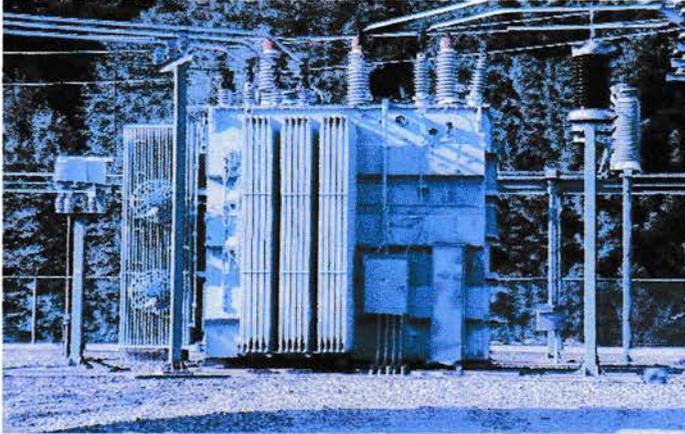


Gambar 2.11 Transformator 3 Fase.

#### 8. Potensial Transformator.

*Potensial Transformer* berfungsi menurunkan tegangan yang lebih tinggi ke tegangan rendah untuk keperluan alat-alat ukur (pengukuran) dan alat-alat pengamanan proteksi

Yang perlu diperhatikan dalam keadaan beroperasi adalah segera lapor kepada regu pemeliharaan/ ka GI bila tidak dapat menunjukkan tegangan pada kilovolt meter.



Gambar.2.12 Potensial Transformer.

### III.4 Line Trap

Fungsi Line Trap adalah suatu alat yang digunakan untuk menahan frekwensi yang akan disalurkan ke PLC (*power line carrier*) sebagai alat komunikasi supaya tidak masuk ke busbar.



Gambar.2.13 Line Trap

### III.5 Pemisah (PMS)

Jenis-jenis PMS ( PEMISAH ) :

1. Pemisah tanah.

Saklar pemisah tanah berfungsi untuk mengamankan peralatan dari tegangan sisayang timbul darisebuah jaringan SUTT yang telah diputuskan, dapat juga untuk

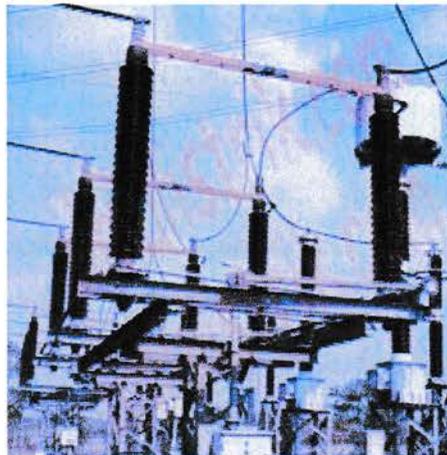
mengamankan dari tegangan induksi yang berasal dari kabel pengahantar atau kabelkabel yang lainnya.



Gambar. 2.14 Pemisah Tanah

## 2. Pemisah peralatan.

Saklar pemisah peralatan ini berfungsi untuk mengisolasi atau melindungi peralatan listrik dari peralatan-peralatan lainnya pada suatu instalasi bertegangan tinggi. Saklar pemisah ini harus dioperasikan saat kondisi tanpa beban. Jadi harus diperhatikan bahwa pada waktu pelepasan sedang tidak ada arus yang mengalir pada peralatan.



Gambar.2.15 Pemisah Peralatan.

### 3.5.1. Prinsip Kerja Pemisah (PMS).

Pada dasarnya prinsip PMS ini sama dengan prinsip saklar biasa. Pada dasarnya PMS dipakai untuk membebaskan PMT dari tegangan yang mengalir pada PMT tersebut. Agar dapat dilakukan perawatan atau perbaikan pada PMT tersebut, maka PMS harus dibuka agar pada PMT tersebut tidak terdapat tegangan dan PMT aman bagi teknisi yang akan melakukan perawatan.

Pada PMS terdapat mekanisme *interlocking* yang berfungsi untuk mengamankan pembukaan dan penutupan PMS. Mekanisme *interlocking* tersebut adalah:

- PMS tidak dapat ditutup ketika PMT dalam posisi tertutup.
- Saklar pembumian (*Earthing Switch*) dapat di tutup hanya pada saat PMS dalam keadaan terbuka.
- PMS dapat di tutup ketika PMT dan Saklar pembumian terbuka.
- PMT dapat ditutup hanya ketika PMS dalam kondisi telah terbuka atau telah tertutup.

### III.6. Current Transformer (CT)

*Current Transformer* berfungsi untuk menurunkan arus yang besar pada tegangan tinggi menjadi arus yang lebih kecil dan atau pada tegangan yang lebih rendah untuk keperluan pengukuran dan pengamanan (Proteksi).

#### 3.6.1 Jenis-jenis Current Transformer :

##### 1) Trafo Arus Berdasarkan Jenis Isolasi.

Trafo Arus Berdasarkan jenis Isolasi, dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

- Trafo arus kering
- Trafo arus kering biasanya digunakan pada tegangan rendah, umumnya digunakan pada pasangan dalam ruangan (*indoor*).
- Trafo arus *Cast Resin*
- Trafo arus ini biasanya digunakan pada tegangan menengah, umumnya digunakan pada pasangan dalam ruangan (*indoor*), misalnya trafo arus tipe cincin yang digunakan pada kubikel penyulang 20 kV.
- Trafo arus isolasi minyak
- Trafo arus isolasi minyak banyak digunakan pada pengukuran arus tegangan tinggi, umumnya digunakan pada pasangan di luar ruangan (*outdoor*) misalkan trafo arus tipe bushing yang digunakan pada pengukuran arus penghantar tegangan 70 kV dan 150 kV.
- Trafo arus isolasi SF<sub>6</sub> / *Compound*
- Trafo arus ini banyak digunakan pada pengukuran arus tegangan tinggi, umumnya digunakan pada pasangan di luar ruangan (*outdoor*) misalkan trafo

arus tipe top-core. Trafo Arus ini juga banyak ditemui di GIS (*Gas Insulation Substation*).

## 2) Trafo Arus Berdasarkan Konstruksi Belitan Primer dan Jenis Inti.

Trafo Arus Jika kita Kategorikan Berdasarkan Konstruksi Belitan Primernya. Ada 2 Jenis :

- Sisi primer batang (*bar primary*).

Trafo Arus dengan Jenis ini memiliki bentuk batang pejal pada sisi primernya. Trafo Arus dengan Jenis ini terlihat lebih simpel. Seperti Trafo Arus cincin yang diberi tambahan isolator Support

- Sisi Primer lilitan (*wound primary*).

Trafo Arus dengan jenis ini memiliki bentuk lilitan / winding pada sisi primernya. Biasanya Trafo arus jenis ini lilitan primernya ada di bawah struktur isolator keramiknya.



Gambar 2.16 Current Transformer (trafo arus)

## III.7 Pemutus Daya (PMT)

### 3.7.1 Jenis-jenis PMT berdasarkan media insulator dan material dielektriknya :

- Sakelar PMT Minyak.

Sakelar PMT ini dapat digunakan untuk memutus arus sampai 10 kA dan pada rangkaian bertegangan sampai 500 kV. Pada saat kontak dipisahkan, busur api akan terjadi didalam minyak, sehingga minyak menguap dan menimbulkan gelembung gas yang menyelubungi busur api, karena panas yang ditimbulkan busur api, minyak mengalami dekomposisi dan menghasilkan gas hydrogen yang bersifat menghambat produksi pasangan ion. Oleh karena itu,

pemadaman busur api tergantung pada pemanjangan dan pendinginan busur api dan juga tergantung pada jenis gas hasil dekomposisi minyak.

- Pemadaman busur api pada pemutus daya udara hembus.

Kontak pemutus ditempatkan didalam isolator, dan juga katup hembusan udara. Pada sakelar PMT kapasitas kecil, isolator ini merupakan satu kesatuan dengan PMT, tetapi untuk kapasitas besar tidak demikian halnya.

- Sakelar PMT vakum (*Vacuum Circuit Breaker*).

Sakelar PMT ini dapat digunakan untuk memutus rangkaian bertegangan sampai 38 kV. Pada PMT vakum, kontak ditempatkan pada suatu bilik vakum. Untuk mencegah udara masuk kedalam bilik, maka bilik ini harus ditutup rapat dan kontak Bergeraknya diikat ketat dengan perapat logam.

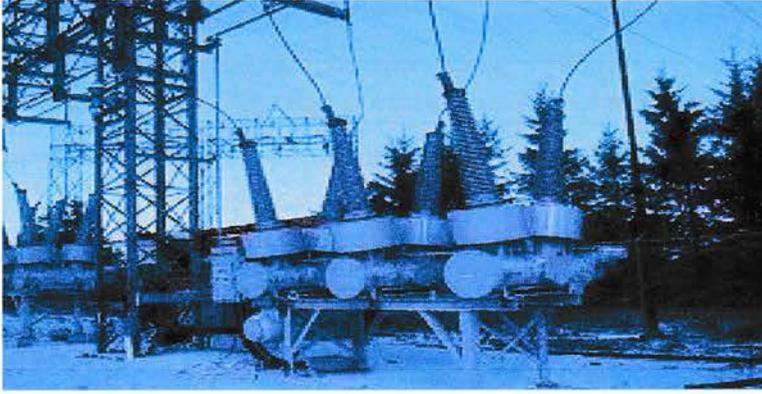
- Sakelar PMT Gas SF<sub>6</sub> (*SF<sub>6</sub> Circuit Breaker*).

Sakelar PMT ini dapat digunakan untuk memutus arus sampai 40 kA dan pada rangkaian bertegangan sampai 765 kV. Media gas yang digunakan pada tipe ini adalah gas SF<sub>6</sub> (*Sulphur hexafluoride*). Sifat gas SF<sub>6</sub> murni adalah tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun dan tidak mudah terbakar. Pada suhu diatas 150° C, gas SF<sub>6</sub> mempunyai sifat tidak merusak metal, plastic dan bermacam bahan yang umumnya digunakan dalam pemutus tenaga tegangan tinggi.

Sebagai isolasi listrik, gas SF<sub>6</sub> mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi (2,35 kali udara) dan kekuatan dielektrik ini bertambah dengan pertambahan tekanan. Sifat lain dari gas SF<sub>6</sub> ialah mampu mengembalikan kekuatan dielektrik dengan cepat, tidak terjadi karbon selama terjadi busur api dan tidak menimbulkan bunyi pada saat pemutus tenaga menutup atau membuka.

Selama pengisian, gas SF<sub>6</sub> akan menjadi dingin jika keluar dari tangki penyimpanan dan akan panas kembali jika dipompakan untuk pengisian kedalam bagian/ruang pemutus tenaga. Oleh karena itu gas SF<sub>6</sub> perlu diadakan pengaturan tekanannya beberapa jam setelah pengisian, pada saat gas SF<sub>6</sub> pada suhu lingkungan.

PMT berfungsi memutuskan hubungan tenaga listrik dalam keadaan berbeban dan



Gambar 2.17 Pemutus Daya (PMT)

### III.8 Rel Busbar

Rel adalah tempat titik temu saluran-saluran tenaga (sumber keluaran) antara trafo tenaga, SUTT atau tempat menerima dan menyalurkan daya listrik. Rel Busbar terdiri dari :

- a. Tembaga, amalec atau aluminium yang biasa berbentuk bar atau *hollow condenser*.
- b. ACSR

Yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian adalah :

- a. Apakah Apakah ada timbul suara berisik yang tidak normal
- b. Apakah ada sambungan yang membara
- c. Apakah ada kotoran yang melekat seperti sarang laba-laba.



Gambar.2.18 Rel Busbar

### III.9 Isolator

Isolator pada umumnya terbuat dari porselin atau kaca dan berfungsi sebagai isolator tegangan tinggi antara peralatan yang bertegangan dengan peralatan yang tidak bertegangan

Macam-macam isolator yang dipergunakan pada peralatan-peralatan yang bertegangan tinggi di gardu induk.

- 1. Isolator piring penegang.
- 2. Isolator piring gantung.
- 3. Isolator tonggak saluran vertical
- 4. Isolator tonggak saluran horizontal

Isolator biasanya dilengkapi dengan alat bantu penting lainnya.

- 1. Tanduk busur api (*arching Horn*) yang berfungsi untuk melindungi isolator pada saat flash over
- 2. Cincin perisai (*grading Ring*) berfungsi meratakan distribusi medan listrik dan distribusi yang terjadi pada isolator



Gambar 2.19 Isolator

### III.10 Trafo Daya

Trafo daya berfungsi menyalurkan daya/ tenaga dari tegangan tinggi ke tegangan rendah dan sebaliknya.

Jenis-jenis Trafo daya :

- 1. Trafo Distribusi

Trafo Distribusi adalah merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Kerusakan pada Trafo

Distribusi akan membahayakan kontinuitas pelayanan terhadap konsumen akan terganggu

(terjadi pemutusan aliran listrik atau pemadaman). Pemadaman merupakan suatu kerugian yang menyebabkan biaya-biaya pembangkitan akan meningkat tergantung harga KWH yang tidak terjual. Pemilihan rating Trafo Distribusi yang tidak sesuai dengan kebutuhan beban akan menyebabkan efisiensi menjadi kecil, begitu juga penempatan lokasi Trafo Distribusi yang tidak cocok mempengaruhi drop tegangan ujung pada konsumen atau jatuhnya/turunnya tegangan ujung saluran/konsumen.

Transformator atau trafo adalah komponen elektromagnet yang dapat merubah tegangan tinggi ke rendah atau sebaliknya dalam frekuensi sama. Trafo merupakan jantung dari distribusi dan transmisi yang diharapkan beroperasi maksimal (kerja terus menerus tanpa henti). Agar dapat berfungsi dengan baik, maka trafo harus dipelihara dan dirawat dengan baik menggunakan sistem dan peralatan yang tepat. Trafo dapat dibedakan berdasarkan tenaganya, trafo 500/150 kV dan 150/70 kV biasa disebut trafo Interbus Transformator (IBT) dan trafo 150/20 kV dan 70/20 kV disebut trafo distribusi. Trafo pada umumnya ditanahkan pada titik netral sesuai dengan kebutuhan untuk sistem pengamanan atau proteksi. Sebagai contoh trafo 150/20 kV ditanahkan secara langsung di sisi netral 150 kV dan trafo 70/20 kV ditanahkan dengan tahanan rendah atau tahanan tinggi atau langsung di sisi netral 20 kV.

yang perlu diperhatikan dalam keadaan operasi adalah :

- a. Batasan-batasan arus beban
- b. System pendinginan (fan atau pompa sirkulasi)
- c. Kebocoran minyak , level minyak, aliran minyak
- d. Temperatur minyak dan belitan
- e. Bushing tidak ada yang retak/ bocor
- f. Panel-panel alarm dan proteksi pada saat beroperasi



Gambar.2.20 Trafo daya (Distribusi)

### III. 11 Relay

Berdasarkan besaran ukur dan prinsip kerja, rele proteksi dapat dibedakan sebagai berikut

a. Rele Arus Lebih (*Over Current Relay*).

Adalah suatu rangkaian peralatan rele pengaman yang memberikan respon terhadap kenaikan arus yang melebihi harga arus yang telah ditentukan pada rangkaian yang diamankan.

Keuntungan dari penggunaan proteksi rele arus lebih ini antara lain :

- Sederhana dan murah
- Mudah penyetelannya
- Dapat berfungsi sebagai pengaman utama dan cadangan
- Mengamankan gangguan hubung singkat antar fasa, satu fasa ke tanah, dan dalam beberapa hal digunakan untuk proteksi beban lebih (*overload*).

b. Rele Tegangan Kurang (*Under Voltage relay*).

Adalah rele yang bekerja dengan menggunakan tegangan sebagai besaran ukur. Rele akan bekerja jika mendeteksi adanya penurunan tegangan melampaui batas yang telah ditetapkan..Untuk waktu yang relatif lama tegangan turun adalah lebih kecil dari 5% dari tegangan nominal dan dalam jangka waktu jam beberapa peralatan yang beroperasi dengan tegangan di bawah 10 % akan mengalami

c. Rele jarak (*Distance Relay*)

Adalah rele yang bekerja dengan mengukur tegangan pada titik rele dan arus gangguan yang terlihat dari rele, dengan membagi besaran tegangan dan arus, maka impedansi sampai titik terjadinya gangguan dapat di tentukan.

d. Rele Arah (*Directional Relay*)

Adalah rele pengaman yang bekerja karena adanya besaran arus dan tegangan yang dapat membedakan arah arus gangguan ke depan atau arah arus ke belakang. Rele ini merupakan pengaman cadangan dan bila bekerja akan mengerjakan perintah trip.

Terdiri dari panel instrument dan panel operasi, pada panel instrument terpasang alat-alat ukur dan indicator. Panel operasi terpasang saklar operasi dari PMT dan PMS serta lampu-lampu indicator .

e. Rele Hubung Tanah (*GFR*)

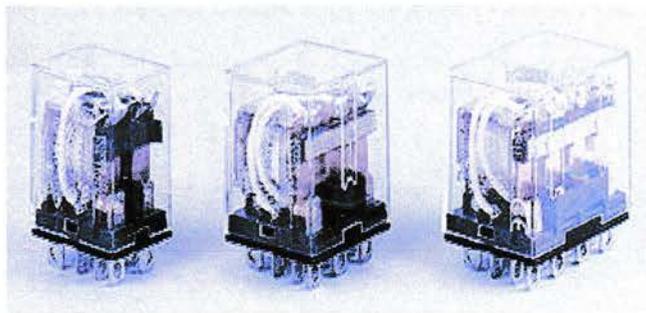
Rele hubung tanah berfungsi untuk mengamankan peralatan listrik akibat adanya gangguan hubung singkat fasa ke tanah.

f. Rele Arus Hubung Tanah Terbatas (*REF*)

Adalah rele yang bekerja mengamankan transformator bila ada gangguan satu fasa ketanah di dekat titik netral transformator yang tidak dirasakan oleh rele differensial.

g. Rele Diferensial (*Differential Relay*)

Adalah rele yang bekerja berdasarkan Hukum Kirchof, dimana arus yang masuk pada suatu titik sama dengan arus yang keluar dari titik tersebut. Yang dimaksud titik pada proteksi diferensial ialah daerah pengamanan, dalam hal ini dibatasi oleh 2 buah trafo arus.



Gambar 2.21 Relay Proteksi

### III.12 Baterai

Sumber tenaga untuk system control dan proteksi pada umumnya menggunakan sumber arus dc (searah) guna untuk menjamin kontinuitas dalam keadaan normal dan keadaan gangguan

Ada dua jenis baterai yang biasa digunakan :

1. Baterai hitam
2. Baterai alkali

Yang perlu diperhatikan dalam keadaan operasi adalah :

- a. Kebersihan baterai
- b. Arus dan tegangan charger
- c. Level air baterai, *exchause fan*
- d. Peralatan yang digunakan untuk pemeliharaan baterai
- e. Baterai asam tidak boleh digunakan untuk pemeliharaan baterai alkali



Gambar 2.22 Baterai Untuk supplay Panel Control GI

## BAB IV

### MAINTENANCE

Maintenance (Pemeliharaan) adalah kegiatan rutin atau pekerjaan yang berulang yang dilakukan untuk menjaga peralatan Gardu induk agar dapat digunakan sesuai dengan fungsi dan kapasitas sebenarnya secara efisien. Hal ini berbeda dengan perbaikan, pemeliharaan atau maintenance juga dapat diartikan sebagai kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga peralatan.

Tujuan dari pemeliharaan adalah :

1. Memperpanjang usia kegunaan dari peralatan gardu induk yang sedang beroperasi.
2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang, untuk beroperasi sehingga dapat melayani masyarakat.
3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang digunakan dalam kegiatan darurat setiap waktu.

#### IV.1 Jenis-jenis Pemeliharaan GI

Pemeliharaan dibagi menjadi beberapa metode sebagai berikut :

- a. Pemeliharaan preventive (*Time based maintenance*) pemeliharaan ini adalah kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kerusakan secara tiba-tiba dan untuk mempertahankan unjuk kerja peralatan yang optimum.
- b. Pemeliharaan Prediktif (*conditional Maintenance*) pemeliharaan ini dilakukan dengan cara memprediksi kondisi suatu peralatan listrik.
- c. Pemeliharaan darurat (*breakdown Maintenance*) pemeliharaan ini dilakukan setelah terjadi kerusakan mendadak.

#### IV.2 Peralatan Pendukung Pemeliharaan

Agar pekerjaan pemeliharaan/pengujian dapat berjalan dengan baik maka perlu didukung dengan peralatan yang memadai baik mekanik maupun elektrik

Berikut ini peralatan pendukung sbb :

1. Alat ukur Avo Meter

2. Eart tester
3. Megger (5000v-1000v)

### **IV.3 Pemeliharaan Relay Proteksi**

Relai proteksi merupakan salah satu perlengkapan proteksi pada jaringan, relay pengaman berfungsi untuk mendeteksi adanya gangguan yang terjadi pada jaringan. Karena pentingnya relay proteksi maka dibutuhkan pemeliharaan pada relay agar relay bekerja dengan baik.

Persyaratan relay proteksi :

- a. Selektivitas  
Relay proteksi harus dapat memisahkan bagian yang terganggu saja.
- b. Keandalan  
Relay proteksi harus dapat bekerja sesuai dengan tingkat penggunaannya tanpa adanya kegagalan dan kesalahan.
- c. Kecepatan  
Relay proteksi harus bekerja secara cepat sehingga kerusakan yang mungkin terjadi akibat tunda waktu kerja dapat di minimalisir.

### **IV.4 Pemeliharaan Pemisah (PMS) 150kv**

Pemeliharaan rutin pada pemisah sebagai berikut :

1. Mengecek kondisi fisik peralatan
2. Pemeriksaan isolator
3. Pembersihan pisau-pisau PMS
4. Kekencangan baut peralatan
5. Pemeriksaan tangkai penggerak
6. Pemeriksaan box mekanik
7. Pemeriksaan pondasi

#### **IV.5 Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT)**

Pada umumnya lokasi sumber energy primer konvensional tidak selalu dekat dengan pusat beban, sehingga pusat pembangkit listrik dibangun pada lokasi yang terpisah jauh dari pusat beban penyaluran daya.

Sebagaimana peralatan pada umumnya, peralatan yang dioperasikan dalam instalasi penyaluran tenaga listrik perlu dipelihara agar unjuk kerjanya dapat dipertahankan.

Pemeliharaan PMT diuraikan Sebagai berikut :

- a. Untuk instalasi Gardu induk dengan 1.5 breakers pemeliharaan PMT hanya berakibat berkurangnya keandalan selama pelaksanaan pemeliharaan tersebut.
- b. Untuk instalasi Gardu induk dengan 1 PMT rel ganda / tunggal pemeliharaan PMT tersebut mengakibatkan pasokan daya melalui peralatan trafo atau saluran transmisi di belakang PMT tersebut terpaksa di putus.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.1 Kesimpulan**

Dari hasil kerja praktek yang saya laksanakan di PT.PLN PERSERO (GI TITI KUNING MEDAN) Medan, penulis merasa cukup banyak mendapat manfaat karena hal-hal sebelumnya yang diperoleh dari kampus hanya sebatas teori, tetapi dengan adanya kegiatan kerja praktek dimana penulis terlibat langsung melihat cara kerja dan apa saja peralatan-peralatan pendukung gardu induk.

Dan setelah penulis selesai melaksanakan kegiatan kerja praktek ini, penulis memberikan saran dan kesimpulan sbb :

1. Gardu induk sangat diperlukan dalam system tenaga listrik, sebagaimana fungsi gardu induk menerima dan menyalurkan tenaga listrik yang diperoleh dari pusat-pusat pembangkit listrik yang ada di Sumatra utara.
2. Pencatatan hasil operasi merupakan pekerjaan yang sangat penting sekali karena dari hasil pencatatan ini diperlukan perencanaan , pemeliharaan dan pengoperasian.

#### **V.2 Saran**

1. Karena sering terjadi kesalahan dalam pembacaan alat ukur analog, untuk mengurangi factor kesalahan, maka disarankan alat ukur tersebut diganti dengan alat ukur digital
2. Untuk meningkatkan semangat kerja karyawan yang ada di gardu induk, maka perlu sesekali membuat suatu kegiatan rekreasi para pegawai maupun operator yang ada di gardu induk