

LAPORAN KERJA PRAKTEK

**PENGOPERASIAN GARDU INDUK PADA JARINGAN DAN GARDU
INDUK TANJUNG MORAWA UNIT PELAYAN TRANSMISI PT.PLN
(PERSERO) UIP3B SUMATERA**

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Program S-I*



DISUSUN OLEH :

IRSAL HERIJUL SINAGA 168120033

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2020

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN KERJA PRAKTEK

**PENGOPERASIAN GARDU INDUK PADA JARINGAN DAN GARDU
INDUK TANJUNG MORAWA UNIT PELAYAN TRANSMISI PT.PLN
(PERSERO) UIP3B SUMATERA**

Tanggal 06 Januari 2020 Sampai Dengan Tanggal 31 Januari 2020

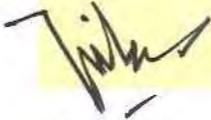
Disusun Oleh

IRSAL HERIJUL SINAGA 168120033

DIKETAHUI OLEH

Supervisor
JARGI Tanjung Morawa

Manajer
ULTG Sei Rotan


(NIZRUN)


(ARDYANSYAH NST)

**PT. PLN (PERSERO) UIP3B SUMATERA
UNIT INDUK PENYALURAN DAN PUSAT PENGATURAN
BEBAN (UIP3B) SUMATERA
UNIT PELAYAN TRANSMISI (UPT) MEDAN**

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KERJA PRAKTEK
DI PT. PLN (PERSERO) UIP3B SUMATERA
UNIT INDUK PENYALURAN DAN PUSAT PENGATURAN
BEBAN (UIP3B) SUMATERA
UNIT PELAYAN TRANSMISI (UPT) MEDAN

DI SUSUN OLEH:

NAMA : IRSAL HERIJUL SINAGA

NPM : 16.812.0033

PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS : TEKNIK

UNIVERSITAS : UNIVERSITAS MEDAN AREA

JUDUL KERJA PRAKTEK: PENGOPERASIAN GARDU INDUK PADA
JARINGAN DAN GARDU INDUK
TANJUNG MORAWA UNIT PELAYAN
TRANSMISI PT. PLN (PERSERO) UIP3B
SUMATERA

PERIODE PRAKTEK : 06 JANUARI 2020 – 31 JANUARI 2020

LAPORAN KERJA PRAKTEK INI DISETUJUI DAN DI SAHKAN

OLEH :

Dosen Pembimbing Kerja Praktek

Ketua Program Studi

Moranain Mungkin, ST, M.Si

Niai

A



Syarifah Muthia Putri ST, MT

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 27/12/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area Access From (repository.uma.ac.id)27/12/22

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kerja praktek (KP) di PT PLN (Persero) Unit Induk Pelayan Transmisi (UPT) MEDAN, Jaringan Dan Gardu Induk Tanjung Morawa di Gardu Induk Tanjung Morawa, Laporan ini disusun sebagai hasil akhir Kerja Praktek yang dilaksanakan mulai tanggal 06 januari 2020 sampai dengan 31 januari 2020.

Laporan Kerja Praktek ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan Program Studi S1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Melalui Kerja Praktek ini penulis dapat melihat langsung dunia pekerjaan yang sebenarnya.

PT. PLN (Persero) Unit Induk Penyaluran dan Pusat pengatur Beban (UIP3B) Sumatera, Unit Pelayan Transmisi (UPT) Medan, Jaringan dan Gardu Induk Tanjung Morawa sebagai salah satu perusahaan pengembangan industry dan kemajuan teknologi dan sumber daya manusia Indonesia yang merupakan salah satu latar belakang dalam pemilihan tempat kerja praktek ini.

Selama proses pelaksanaan Kerja Praktek, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada yang telah membantu pelaksanaan dan penyusunan laporan kerja praktek ini, khususnya kepada:

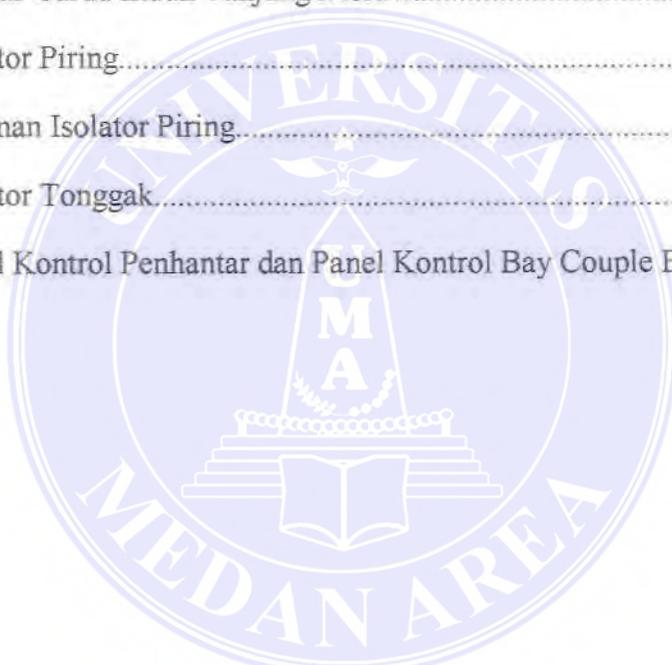
1. Kedua orang tua saya yang telah memberi dukungan baik secara materi dan moril.
2. Ibu Syarifah Muthia, ST.MT selaku kaprodi jurusan teknik elektro
3. Bapak Moranain Mungkin ST.MT dosen pembimbing Kerja Praktek.
4. Ibu Dr Grace Yuswita Harahap, ST.MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
5. Bapak Ardiansyah Nst selaku manajer ULTG Sei Rotan.

2.4.10. Isolator.....	40
2.4.11. Baterai.....	42
2.4.12. Panel Kontrol.....	43
2.4.13. Sistem Pentanahan Titik Netral.....	44
BAB III. PENGOPERASIAN GARDU INDUK.....	45
3.1. Pengoperasian Gardu Induk.....	45
3.1.1. Umum.....	45
3.1.2. Wewenang Dan Tanggung Jawab Unit Gardu Induk Dalam Sistem.....	45
3.1.3. Prosedur Pengoperasian Gardu Induk.....	46
3.1.4. Penyebab Gangguan Dan Jenis Gangguan.....	49
3.1.5. Usaha-Usaha Mengurangi Terjadinya Gangguan.....	51
3.2. Pemeliharaan Gardu Induk.....	52
3.2.1. Pengertian Dan Jenis Pemeliharaan.....	52
BAB IV KEGIATAN KERJA PRAKTEK.....	54
4.1. Lembar Kegiatan kerja praktek.....	54
4.1.1. Foto Pengoperasian Gardu Induk.....	54
BAB V. PENUTUP.....	59
5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Struktur Organisasi PT.PLN (Persero) P3B UPT Medan.....	7
Gambar 2.1.	Transformator Daya 1 (TD1) di GI Tanjung Morawa.....	13
Gambar 2.2.	Transformator Daya 2 (TD2) di GI Tanjung Morawa.....	14
Gambar 2.3.	Transformator Daya 3 (TD3) di GI Tanjung Morawa.....	15
Gambar 2.4.	Inti Besi Dan Laminasi Yang Diikat Dengan Fiber Glass.....	16
Gambar 2.5	Kumparan Transformator Daya.....	16
Gambar 2.6	Bushing.....	17
Gambar 2.7	Bentuk Tangki Konservator Pada Trafo Daya.....	17
Gambar 2.8	Pendingin Trafo.....	18
Gambar 2.9.	OLTC.....	19
Gambar 2.10.	Alat Pernafasan Trafo.....	20
Gambar 2.11.	Indikator Suhu Minyak Trafo.....	21
Gambar 2.12.	Lighting Arrester.....	22
Gambar 2.13.	Trafo Tegangan.....	25
Gambar 2.14.	PMT Dengan Menggunakan Minyak.....	28
Gambar 2.15.	PMT Dengan Media Hembus Udara.....	29
Gambar 2.16.	PMT Dengan Menggunakan Media Hampa Udara.....	30
Gambar 2.17.	PMT Dengan Media Gas SF6.....	31
Gambar 2.18.	PMS Engsel.....	33

Gambar 2.19. PMS Putar.....	33
Gambar 2.20. PMS Siku.....	34
Gambar 2.21. PMS Luncur.....	34
Gambar 2.22. PMS Pantograph.....	35
Gambar 2.23. Wafe Trap atau Line Trap.....	37
Gambar 2.24. Busbar Gardu Induk Tanjung Morawa.....	39
Gambar 2.25. Isolator Piring.....	40
Gambar 2.26. Susunan Isolator Piring.....	41
Gambar 2.27. Isolator Tonggak.....	41
Gambar 2.28. Panel Kontrol Penhantar dan Panel Kontrol Bay Couple Bus.....	43



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Macam Macam Sistem Pendingin.....	19
-----------	-----------------------------------	----



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Umum

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah menempatkan energi listrik sebagai salah satu sumber energi yang penting bagi kehidupan manusia. Sejalan dengan hal tersebut penyediaan energi listrik menjadi permasalahan yang sangat kompleks, salah satu usaha untuk memenuhi kebutuhan energi listrik guna meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan manusia. Penyediaan energi listrik tidak lepas dari suatu sistem tenaga listrik yang terdiri dari pusat pembangkit, sistem penyaluran atau sistem distribusi sampai pada konsumen yang membutuhkan listrik.

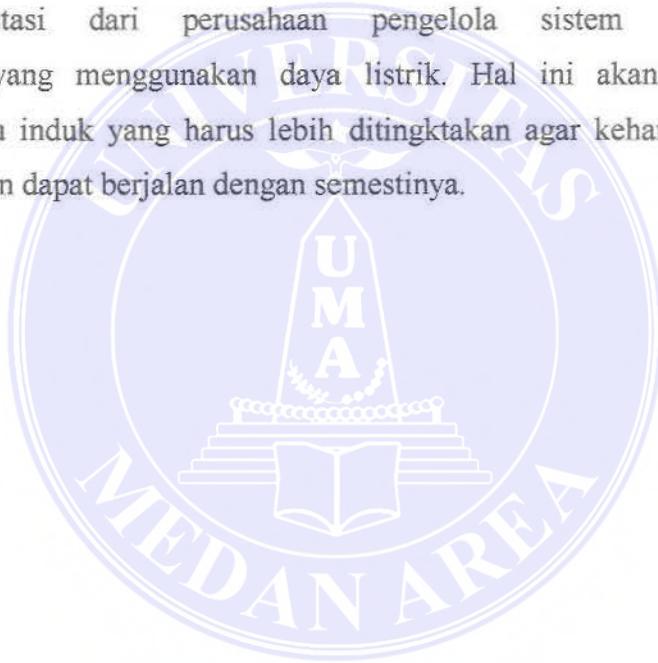
Dengan meningkatkan kebutuhan energi listrik, maka perlu diadakan penyesuaian suatu pembangkit dan penyaluran untuk mengatasi masalah-masalah yang timbul agar sistem tenaga tersebut dapat berjalan sesuai fungsinya. Permasalahan yang timbul dapat terjadi pada sistem maupun peralatan – peralatan pendukung sistem tenaga tersebut yang dapat menghambat penyaluran energi listrik sampai pada konsumen.

Untuk mengatasi masalah – masalah yang timbul perlu diadakan suatu penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kehandalan dan pelayanan dari sistem tenaga listrik tersebut yang dapat berupa penambahan kapasitas pusat pembangkit guna penyesuaian dengan pertumbuhan beban yang semakin meningkat, disamping peningkatan kehandalan sistem – sistem lainnya yang menjadi bagian dari suatu sistem tenaga listrik.

Untuk meningkatkan pelayanan perlu dibangun gardu – gardu induk sebagai tempat pengendalian operasi sistem tenaga mulai dari pusat pembangkit sampai pengendalian operasi sistem tenaga mulai dari pusat pembangkit sampai pada sistem distribusi untuk menyalurkan daya listrik pada konsumen. Sesuai dengan fungsi gardu induk, peningkatan pelayanan mutlak menjadi prioritas

utama agar operasi dari sistem tenaga dapat berjalan dengan baik. Hal ini akan didukung oleh kehandalan fasilitas dan peralatan – peralatan gardu induk yang bekerja sesuai dengan fungsinya terhadap gangguan n- gangguan yang sering terjadi pada sistem tenaga yang dapat mengakibatkan terhentinya supply daya listrik ke konsumen.

Penanggulangan gangguan – gangguan yang terjadi harus dilakukan sejak dini untuk menghindari terjadinya kerusakan pada peralatan maupun terhentinya pelayanan. Kerugian yang ditimbulkan akibat terhentinya pelayanan akan sangat menentukan investasi dari perusahaan pengelola sistem kelistrikan maupunkonsumen yang menggunakan daya listrik. Hal ini akan menuntut pengoperasian gardu induk yang harus lebih ditingkatkan agar kehandalan dan kontinuitas pelayanan dapat berjalan dengan semestinya.



I.2. Latar Belakang

Perguruan tinggi adalah lembaga pendidikan yang menyelenggarakan pendidikan formal untuk mendidik sumber daya manusia untuk menjadi tenaga – tenaga ahli yang diharapkan akan dapat menjadi generasi penerus pembangunan bangsa. Sementara itu perkembangan pembangunan dan perekonomian saat ini telah mengacu pada sektor – sektor yang berbasis teknologi tinggi. Oleh karena itu, perguruan tinggi sesuai fungsi dan posisinya berusaha menyediakan lulusan yang mampu menangani permasalahan – permasalahan yang mengacu pada teknologi yang tinggi.

Untuk menghasilkan lulusan yang berkualitas tinggi, tentu saja perguruan tinggi harus memenuhi berbagai persyaratan yang kompleks, mulai dari tenaga pengajar yang berkualitas sampai sarana latihan yang memadai sehingga lulusannya tidak hanya mempunyai kemampuan teoritis saja tetapi juga kemampuan aplikatif terhadap pengetahuan di UMA.

Untuk memenuhi program tersebut, Universitas Medan Area telah mewajibkan mahasiswanya untuk mengikuti mata kuliah Kerja Praktek (KP). Dalam mata kuliah seorang mahasiswa harus menggabungkan diri dalam dunia industri yang sesungguhnya, minimal setengah bulan untuk melihat secara langsung aplikasi teori yang telah diterima di bangku kuliah. Kerja Praktek ini amat perlu karena banyak aplikasi yang tidak dapat dilaksanakan di kampus. Pelaksanaan Kerja Praktek diluar kampus ini guna menambah wawasan pengetahuan dan keterampilan serta dapat menerapkan pengetahuannya yang diterima di bangku kuliah untuk dapat secara langsung mengetahui dan mencari suatu solusi terhadap permasalahan yang timbul dilapangan.

Selama mengadakan kerja praktek mahasiswa dapat melihat secara langsung mempelajari dan mengamati fasilitas dan peralatan- peralatan sistem tenaga listrik serta fungsi – fungsinya. Dan diharapkan bagi mahasiswa lebih memahami sistem tenaga listrik dalam skala yang cukup luas sebagai salah satu usaha untuk lebih meningkatkan keahlian dan pemahaman para mahasiswa.

I.3 Tujuan Kerja Praktek

Kerja Praktek (KP) merupakan salah satu syarat yang harus dilaksanakan oleh mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area sebelum menyelesaikan studinya. Adapun tujuan dilakukan kerja praktek ini adalah :

1. Secara akademis kerja praktek merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan S-1.
2. Secara umum kerja praktek adalah untuk membandingkan dan memahami lebih lanjut mengenai teori-teori yang diperoleh di perkuliahan dan mengamati wujud nyata dari bentuk peralatan dan cara kerja dari sistem tersebut.
3. Dapat memahami fungsi dan bagian-bagian dan serta cara kerja peralatan-peralatan pendukung sistem tenaga listrik.
4. Untuk meningkatkan keahlian dan kreativitas para mahasiswa serta dapat mengatasi dan mencari suatu solusi terhadap permasalahan gangguan-gangguan yang timbul pada saat pengoperasian sistem tenaga listrik.

I.4 Metode Pelaksanaan Kerja Praktek

Adapun metode yang dilakukan dalam kerja praktek ini adalah :

1. Metode Peninjauan Lapangan
Metode ini dilaksanakan dilapangan secara langsung dengan seorang pembimbing dari tempat kerja dengan cara melihat mengamati secara langsung peralatan dan cara kerja serta pengoperasian dan sistem tenaga listrik tersebut.
2. Metode Diskusi
Pengumpulan data dan informasi dilakukan dengan cara bertanya kepada pembimbing ataupun koordinator lapangan.
3. Metode Literatur
Membaca buku – buku ataupun yang berhubungan kerja praktek.

1.5.Tempat Kerja Praktek

Tempat Kerja Praktek yang telah dilaksanakan adalah PT.PLN (Persero) UIP3B Sumatera Unit Pelayanan Transmisi (UPT) Medan Jaringan Dan Gardu Induk Tanjung Morawa, Yang dilaksanakan mulai tanggal 06 januari 2020 sampai dengan 31 januari 2020.

1.6.Ruang Lingkup

1.6.1. Sejarah Umum PT. PLN (Persero)

Perusahaan listrik negara (PLN) sudah berdiri sejak masa penjajahan Belanda, yang memberikan izin atau lisensi kepada pihak swasta untuk menggunakan tenaga listrik. Pihak swasta yang mendapatkan izin dan lisensi pada waktu itu adalah :

1. NV, OGEM, yang mengusahakan pembangkit listrik dikota Medan, Jakarta, Cirebon, Manado dan daerah lainnya.
2. NV, NIGEM, yang mengusahakan pembangkit listrik di Sibolga, Bukit Tinggi dan daerah lainnya.
3. NV, EMBP, yang mengusahakan pembangkit tenaga listrik di kota Balik Papan.
4. NV, EMA, yang mengusahakan pembangkit listrik tenaga di kota Ambon.
5. NV, GEBIO, yang mengusahakan pembangkit tenaga listrik di kota Bandung.
6. NV, STEM, yang mengusahakan pembangkit tenaga listrik di kota Samarinda dan Tangerang.

Namun akibat adanya konfrontasi antara Belanda dan Jepang yang dimenangkan oleh Jepang, maka pada akhirnya pihak Belanda menyerahkan kedaulatannya kepada Jepang. Pada zaman penjajahan Jepang perusahaan listrik milik swasta maupun pemerintah Belanda dikuasai oleh Jepang dinamakan *Denky*

Jogja kasha.

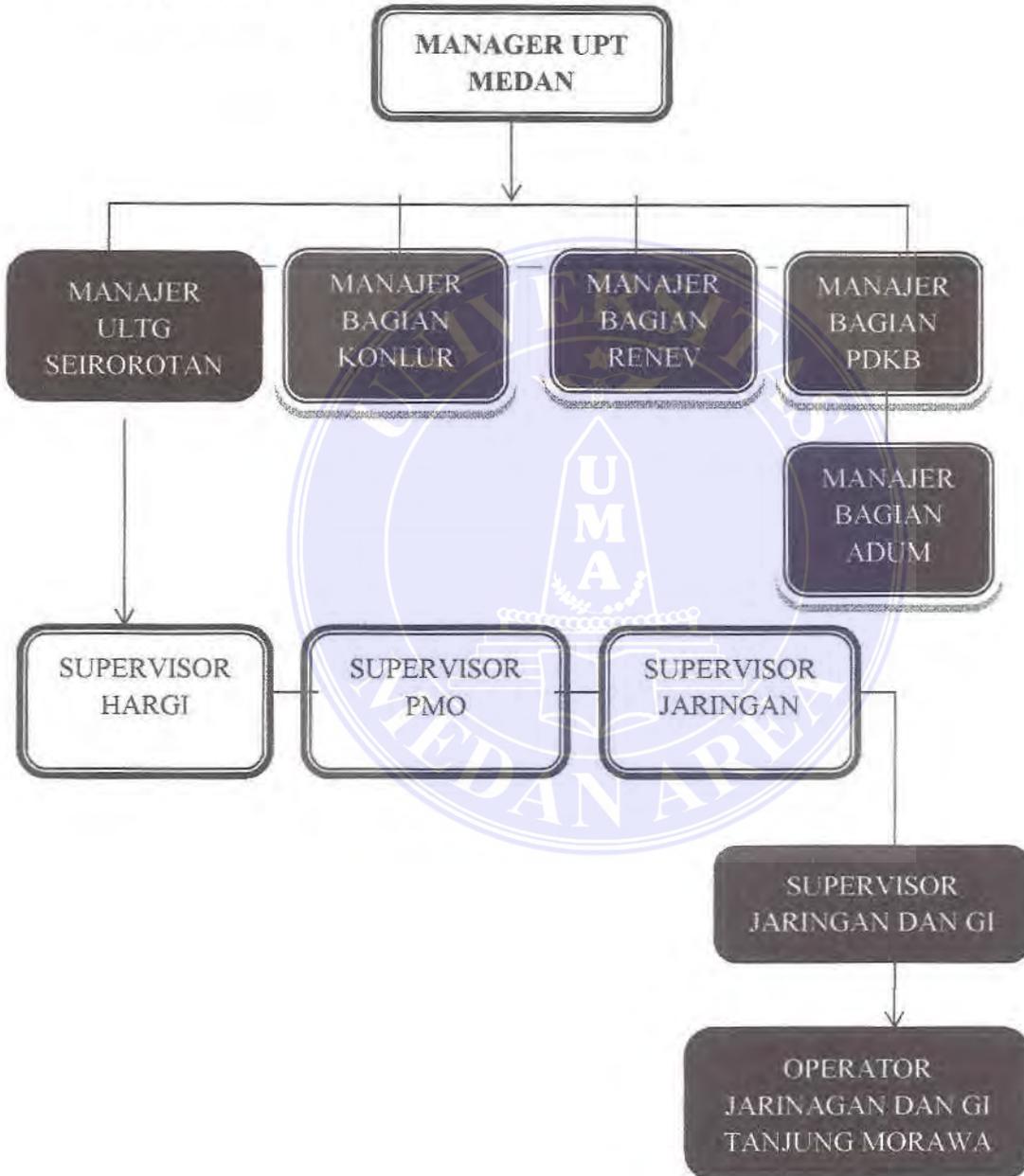
Setelah kekuasaan Jepang berakhir, maka berakhir pula permasalahan listrik milik Jepang. Oleh karena itu, para pegawai eks perusahaan tersebut menggantinya dengan nama Perusahaan Listrik dan Gas pada tanggal 28 september 1945. Hal ini dimaksudkan dalam lingkungan Departemen pekerjaan Umum Perusahaan Listrik Negara (BPU-PLN), berdasarkan Peraturan Pemerintah No.67 Tahun 1961 Lembaran Negara No. 88, bentuk Badan Pimpinan Perusahaan Listrik Negara yang bertugas diantaranya menyelesaikan atau menyelenggarakan pekerjaan, menguasai dan mengurus perusahaan Negara dalam bidang listrik dan gas.

Kemudian berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Tenaga Kerja No. Ment 16/ 1 / 20 Maret 1961, maka pengumuman Perusahaan Listrik Negara untuk 14 daerah dieksploitasikan terdiri dari Jawa. Dengan demikian termasuk didalamnya PLN Eksploitasi Umum 1 sampai Sumatera Utara dan Aceh.

I.6.2. Sejarah Singkat PT. PLN (Persero) UIP3B Sumatera Unit Pelayanan Trasmisi (UPT) Medan Jaringan Dan Gardu Induk Tanjung Morawa

Perusahaan Listrik Negara (PLN) UIP3B Sumatera UPT Medan, Gardu Induk Tanjung Morawa merupakan perusahaan jasa listrik yang melayani kebutuhan masyarakat dalam penyediaan kebutuhan energi listrik. Perkembangan akan kebutuhan listrik semakin pesat khususnya disektor industri yang ada di Sumatera Utara ,sehingga pemerintah dalam hal ini PLN (persero) membangun beberapa Gardu Induk yang dekat dengan konsumen dengan tujuan memberikan pelayanan listrik yang lebih handal kepada konsumen.

I.6.3. Struktur Organisasi PT. PLN (Persero) Unit Induk Pusat Penyaluran Dan Pengatur Beban (UIPP3B) Sumatera Unit Pelayanan Transmisi (UPT) Medan



Gambar .1. Struktur Organisasi PT.PLN (persero) UIP3B UPT Medan

BAB II

GARDU INDUK (GI)

2.1 Umum

Tegangan yang dibangkitkan generator terbatas dalam belasan kilovolt, sementara itu pusat pembangkit pada umumnya berada di lokasi yang jauh dari pusat – pusat beban sehingga untuk menyalurkan energi listrik dalam daya yang sangat besar pada tegangan yang rendah jelas akan menimbulkan rugi – rugi saluran yang sangat besar maka penyaluran daya menjadi tidak efisien. Di samping rugi – rugi listrik harus dipertimbangkan teknik pembuatan saluran transmisi dan sisi ekonomisnya. Untuk itu dalam penyalurannya energi listrik dilakukan dalam tegangan tinggi dengan demikian arus pada saluran jelas lebih kecil dan penghantar yang digunakan dapat dibuat dalam ukuran yang lebih kecil pula. Maka tegangan tersebut dinaikkan terlebih dahulu dengan menggunakan transformator daya step up. Sementara itu di pusat – pusat beban, peralatan listrik konsumen umumnya menggunakan tegangan menengah dan rendah. Pada sisi ini digunakanlah transformator step down untuk menurunkan tegangan. Kedua macam transformator yang disebutkan di atas bersama dengan peralatan – peralatan penunjang lainnya terdapat di Gardu Induk.

Gardu Induk terdapat seluruh sistem tenaga listrik, dimulai pada saat pembangkitan tenaga listrik di pusat pembangkitan yang kemudian dialirkan melalui transmisi sampai kepada transformator gardu induk. Gardu induk adalah suatu sarana untuk mendistribusikan aliran daya dari pusat pembangkitan ke pusat beban. Gardu induk memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Transformasi tenaga listrik tegangan tinggi ke tegangan menengah.
2. Pengukuran, pengawasan operasi serta pengaturan keamanan dari sistem tenaga listrik
3. pengaturan daya gardu – gardu induk lain melalui tegangan tinggi dan gardu – gardu distribusi melalui feeder tegangan menengah.

2.2. Klasifikasi Gardu Induk (GI)

Gardu induk diklasifikasikan menjadi beberapa bagian, yakni :

1. Klasifikasi berdasarkan besaran teganganya.
2. Klasifikasi berdasarkan pemasangan peralatan.
3. Klasifikasi berdasarkan lokasi dan fungsinya.
4. Klasifikasi berdasarkan isolasi yang digunakan.

2.2.1. Klasifikasi Berdasarkan Besaran Tegangannya, terdiri dari :

1. Gardu induk tegangan ekstra tinggi (GITET) 275 KV sampai 500 KV
2. Gardu induk tegangan tinggi (GI) 150 KV dan 70 KV

2.2.2. Klasifikasi Berdasarkan Pemasangan Peralatan

1. Gardu induk jenis pasang luar adalah Gardu Induk yang terdiri dari peralatan tinggi pasang luar, misalnya transformator, peralatan penghubung (switch gear) yang mempunyai peralatan control pasang dalam seperti meja penghubung (switch board). Pada umumnya, gardu untuk transmisi yang mempunyai kondensator psangan dalam dan sisi tersier trafo utama dan trafo psangan dalam disebut juga sebagai psangan luar.
2. Gardu induk jenis pasang dalam adalah semua komponen yang berada pada gardu induk terpasang didalam, meskipun ada beberapa sejumlah kecil peralatan terpasang diluar. Gardu induk ini dipakai dipusat kota, dimana harga suatu lokasi sangat tidak relevan (mahal) dan bisa digunakan untuk menghindari kebakaran dan gangguan suara.
3. Gardu induk jenis pasang setengah pasang luar adalah gardu induk yang sebagian dari peralatan tegangan tingginya terpasang didalam gedung.
4. Gardu Induk jenis pasang bawah tanah dimana hampir semua peralatan terpasang dalam bangunan bawah tanah.
5. Gardu induk jenis mobil yaitu dimana gardu jenis ini dilengkapi dengan peralatan diatas kereta hela (trailer). Gardu ini biasa digunakan jika ada gangguan disuatu gardu lain maka digunakan gardu jenis ini pencegahan

beban lebih berkala.

2.2.3. Klasifikasi Berdasarkan Fungsinya

Menurut dari spesifikasi fungsinya Gardu Induk di bagi menjadi beberapa bagian lagi yaitu:

a. Gardu Induk Penaik Tegangan

Merupakan gardu induk yang berfungsi untuk menaikkan tegangan, yaitu tegangan pembangkit (generator) dinaikkan menjadi tegangan sistem. Gardu induk ini berada dilokasi pembangkit tenaga listrik. Karena output voltage yang dihasilkan pembangkit listrik kecil dan harus disalurkan pada jarak yang jauh, maka dengan pertimbangan efisiensi, tegangannya dinaikkan menjadi tegangan ekstra tinggi atau tegangan tinggi.

b. Gardu Induk Penurun Tegangan

Merupakan gardu induk yang berfungsi untuk menurunkan tegangan, dari tegangan tinggi menjadi tegangan tinggi yang lebih rendah dan menengah atau tegangan distribusi. Gardu induk terletak didaerah pusat – pusat beban.

c. Gardu Induk Pengatur Tegangan

pada umumnya gardu induk jenis ini terletak jauh dari pembangkit tenaga listrik. Karena listrik disalurkan sangat jauh, maka terjadi tegangan jatuh (voltage drop) transmisi yang cukup besar. Oleh karena diperlukan alat penaik tegangan, seperti bank capacitor, sehingga tegangan kembali kedalam keadaan normal.

d. Gardu Induk Pengatur Beban

Berfungsi untuk mengatur beban. Pada gardu induk ini terpasang beban motor, yang pada saat tertentu menjadi pembangkit tenaga listrik, motor berubah menjadi generator dan suatu saat generator menjadi motor atau menjadi beban, dengan generator berubah menjadi motor yang memompakan air kembali kekolam utama.

e. Gardu Induk Distribusi

Gardu induk yang menyalurkan tenaga listrik dari tegangan sistem ke tegangan distribusi. Gardu induk ini terletak didekat pusat – pusat beban.

2.2.4. Klasifikasi Berdasarkan Isolasi Yang Digunakan

1. Gardu induk yang memenuhi isolasi udara :

gardu induk yang menggunakan isolasi udara antara bagian yang bertegangan yang satu dengan bagian yang bertegangan lainnya. Gardu induk ini berupa gardu induk konvensional, dan gardu induk ini memerlukan tempat terbuka yang luas.

2. Gardu induk yang menggunakan isolasi gas SF₆ :

Gardu induk yang menggunakan gas SF₆ sebagai isolasi antara bagian yang bertegangan yang satu dengan bagian yang lain bertegangan, maupun antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan.

2.3. Peralatan dan Fasilitas Gardu Induk

Perlengkapan peralatan yang terdapat pada Gardu Induk Tanjung Morawa adalah sebagai berikut :

- Instalasi transformator tenaga dan peralatan penyaluran tenaga listrik yang terdiri dari :

1. Transformator daya
2. Peralatan sisi tegangan tinggi (sisi primer), diantaranya sebagai berikut :
 - a. Lighting arrester
 - b. Pemutus tenaga (PMT)
 - c. Saklar pemisah (pemisah)
 - d. Trafo arus (CT)
 - e. Trafo tegangan (PT)
 - f. Switchgear
 - g. Isolator
 - h. Bus bar (rel daya)

1. Peralatan sisi tegangan menengah (sisi sekunder)

Peralatan untuk tegangan menengah (sisi sekunder) ragamnya hampir sama dengan sisi tegangan tinggi (sisi primer).

2. Peralatan kontrol

Digunakan untuk mengontrol pelayan gardu induk dari suatu tempat dari dalam gedung control dimana terdiri dari :

- a. Panel kontrol
 - b. Panel relay
 - c. Meter – meter pengukuran
 - d. Peralatan telekomunikasi
 - e. Baterai, PLC dan Rectifier
- Fasilitas gardu induk yang terdiri dari :
 1. Gedung kontrol.
 2. Ruang baterai
 3. Bagunan tempat penyimpanan alat – alat serta komponen tegangan tinggi.

2.4. Peralatan Gardu Induk Tanjung Morawa dan Fungsinya

Gardu induk Tanjung Morawa dilengkapi dengan fasilitas dan peralatan yang disesuaikan dengan kebutuhannya yakni :

2.4.1. Transformator Daya

Transformator daya merupakan peralatan listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi 150 KV ke tegangan menengah 20 KV atau sebaliknya (mentransformasikan tegangan). Sesuai dengan kebutuhan pada gardu induk masing – masing dan 3 transformator daya tersebut ditanahkan pada titik netralnya sesuai dengan kebutuhan untuk sistem proteksinya.

Pada gardu induk Tanjung Morawa terdapat 3 buah transformator daya yang digunakan penyaluran daya dari tegangan 150 KV ke tegangan distribusi 20 KV dengan rating 60 dan 30 MVA. Berikut bentuk dari data data dari transformator daya pada GI Tanjung Morawa. Di bawah ini :

✚ Transformator daya 1 (TD-1)



Gambar 2.1. Transformator Daya 1 (TD-1) di GI Tanjung Morawa

Data – data pada transformator daya (TD-1) Pada gardu induk Tanjung morawa :

Merk	: PASTI
Serial Number	: 93P0035
Year of manufactured	: 1995
Standard	: IEC 76
Rated Power	: 60 MVA
Cooling	: ONAN/ONAF 70/100%
Freequency	: 50 Hz
Phasess	: 3
Insulation level	: LI 650 AC 275-LI – AC 38/ LI 125 AC 50/ LI – AC 38
Connection symbol	: Yyn0+d
Max Atitude	: 1000m
Tap Changer	: MR – MS III 300 - 72,5 + MAS
Contact no.	: 016. PJ93 / PI / 444 / 1994 / M
Temp. Rise Below 100 m altitude	: Top Oil Average wind 58 k
Vacuum withstand capabiliy	: Tank 100% Conservator 100 % Radiator 100%
Type Oil	: Shell Diala B
Mass	: Total 103.00 + : Oil 23.60 + : Untanking 59,65 +

✦ Transformator daya 2 (TD-2)



Gambar 2.2. Transformator Daya 2 (TD-2) di GI Tanjung Morawa

Data – data pada transformator daya 2 (TD-2) pada GI Tanjung Morawa :

Merk	: PAUWELS
Serial Number	: 3011100089
Year of manufactured	: 2011
Standard	: IEC 60076
Rated Power	: 36 / 60 MVA
Cooling	: ONAN / ONAF – 60 / 1000%
Freequency	: 50 Hz
Phasess	: 3
Insulation level	: LI 650 AC 274- LI 95 AC 38 / LI / LI 125 AC 50 / LI 125 AC 50
Connection symbol	: Ynyn0(d)
Max Atitude	: 100m
Tap Changer	: MR VV III 400 Y – 76 KV + ED ED 100
Temp. Rise Below 100 m altitude	: Top Oil 50 ⁰ C Average Wind 55 ⁰ C
Vacuum withstand capabiliy	: Tank 100 % Conservator 100% Radiator 100%
Type Oil	: NYNAS NITRO LIBRA
Mass	: Total 116200 kg Oil 20700 kg Untanking 75600 kg

✦ Transformator daya 3 (TD-3)



Gambar 2.3. Transformator Daya 3 (TD-3) di GI tanjung Morawa

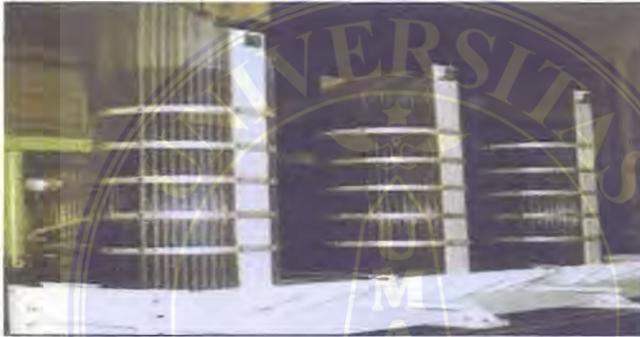
Data – data pada transformator daya 3 (TD-3) pada GI Tanjung Morawa :

Merk	: UNINDO
Serial Number	: P060LEC824
Type	: STEP DOWN- POWER TRANSFORMER
Year of manufactured	: 2017
Standard	: IEC 60076
Rated Power	: 36 / 60 MVA
Cooling	: ONAN - ONAF
Freequency	: 50 Hz
Phasess	: 3
Insulation level	: HV : AC 275- LI 650 HVN : AC 38 – LI 95 LV : AC 50 – LV 125 LVN : AC 50 – LI 125 TV : AC 28
Temp. Rise Top Oil / Winding / Hot Spot	: 50 k / 55k / 68 k
Average Ambient / Altitude	: 30 °C
Tap Changer	: Fan
Approximate weights	: Untanking 67000 kg Tanking 18000 kg Oil 20000 kg Total 105000 kg

Transformator terdiri dari :

- ✦ Bagian Utama
 - Inti Besi

Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluksi yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Bagian dari inti besi terbuat dari lempengan – lempengan besi yang tipis dan berisolasi, tujuannya untuk mengurangi panas (rugi – rugi inti besi) yang ditimbulkan oleh arus edy. Bentuk inti besi laminasi yang diikat dengan *fiber glass* dapat dilihat pada gambar 2.4 :



Gambar 2.4. Inti besi dan laminasi yang diikat dengan *fiber glass*

- Kumparan Transformator

Beberapa lilitan kawat berisolasi membentuk suatu kumparan. Kumparan tersebut didisolasi baik terhadap inti besi maupun terhadap kumparan lain, dengan isolasi padat seperti karton, pertinax dan lain- lain. Jika pada kumparan primer dihubungkan pada tegangan atau arus bolak balik maka pada kumparan akan timbul fluksi yang menginduksikan tegangan. Bentuk kumparan transformator daya dapat dilihat pada gambar 2.5.



UNIVERSITAS MEDAN AREA 5. Kumparan Transformator daya

- Minyak Transformator

Minyak transformator berfungsi untuk meredam kumparan di inti Transformator daya terutama yang berkapasitas besar. Karena minyak trafo berfungsi sebagai minyak pendingin yang bersifat disirkulasi atau pemindah panas sedangkan sebagai isolasi adalah untuk mengisolasi daya tembus tegangan tinggi.

- Bushing

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



Gambar 2.6. Bentuk Bushing

- Tangki Konservator

Akibat perubahan suhu pada minyak transformator maka minyak akan memuai, untuk menampung hasil pemuaian tersebut maka transformator dilengkapi dengan konservator yang terdiri dari gelas penduga yang dapat menentukan level dari gelas penduga yang dapat menentukan level dari minyak (level maksimum dan minimum). Bentuk bushing dan Tangki Konservator dapat dilihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7. Bentuk Tangki Konservator Pda Trafo Daya

- Pendingin

Pada inti besi dan kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi tembaga. Bila panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, akan merusak isolasi didalam trafo, maka untuk mengurangi kenaikan suhu yang berlebihan tersebut trafo perlu dilengkapi dengan sistem pendingin untuk menyalurkan panas keluar trafo. Media yang digunakan pada sistem pendingin dapat berupa udara/gas, minyak dan air. Sedangkan pengalirannya dapat dengan cara alamiah / natural dan tekanan / paksaan.



Gambar 2.8 Pendingin Trafo type ONAF

Pada cara alamiah / natural, pengaliran media sebagai akibat adanya perbedaan suhu media untuk mempercepat perpindahan panas yang lebih luas antara media minyak – udara/gas, dengan cara melengkapi trafo dengan sirip – sirip (radiaktor). Bila diinginkan penyaluran panas yang lebih cepat lagi, cara alamiah tersebut dapat dilengkapi dengan peralatan untuk mempercepat sirkulasi media pendingin dengan pompa – pompa sirkulasi minyak, udara dan air, dan cara ini disebut pendingin paksa (forced). Berikut adalah sistem pendingin transformator berdasarkan media dan cara pengalirannya diperlihatkan pada

Tabel 2.1 di bawah ini

No	Macam sistem pendingin *)	Media			
		Di Dalam Trafo		Di Luar Trafo	
		Sirkulasi Alamiah	Sirkulasi Paksa	Sirkulasi Alamiah	Sirkulasi Paksa
1	AN	-	-	Udara	-
2	AF	-	-	-	Udara
3	ONAN	Minyak	-	Udara	-
4	ONAF	Minyak	-	-	Udara
5	OFAN	-	Minyak	Udara	-
6	OFAF	-	Minyak	-	Udara
7	OFWF	-	Minyak	-	Air
8	ONAN / ONAF	Kombinasi 3 dan 4			
9	ONAN / OFAN	Kombinasi 3 dan 5			
10	ONAN / OFAF	Kombinasi 3 dan 6			
11	ONAN / OFWF	Kombinasi 3 dan 7			

- Tap Changer

Tap Changer adalah perubahan perbandingan transformator untuk mendapatkan tegangan operasi sekunder sesuai yang diinginkan dari tegangan jaringan / primer yang berubah ubah.



Gambar 2.9 On Load Tap Changer (OLTC)

- Alat Penapasan Trafo

Bila suhu minyak tinggi, minyak akan memuai dan mendesak udara di atas permukaan minyak keluar dari dalam tangki, sebaliknya bila suhu minyak turun, minyak menyusut maka udara luar akan masuk kedalam tangki. Kedua proses di atas disebut penapasan transformator. Permukaan minyak transformator akan selalu bersinggungan dengan udara luar yang menurunkan nilai tegangan tembus pada minyak transformator, maka untuk mencegah hal tersebut, pada ujung pipa penghubung udara luar dilengkapi tabung berisi kristal zat hygroscopic.



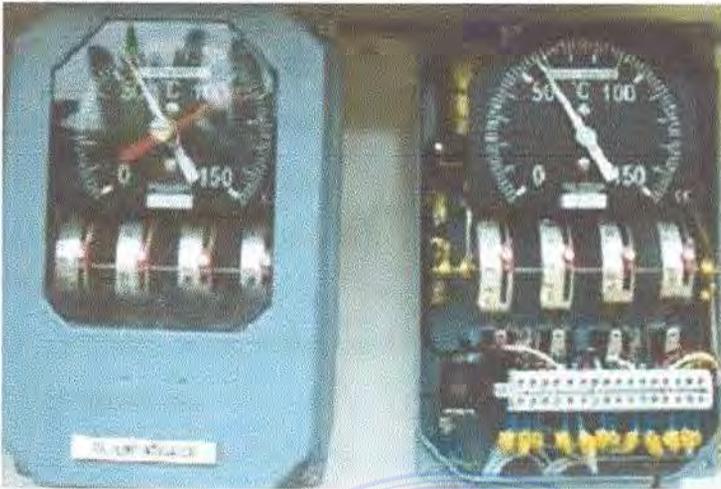
Gambar 2.10 Alat Penapasan Trafo

- Indikator

Untuk mengawasi selama trafo beroperasi, maka perlu adanya indikator pada trafo sebagai berikut:

- Indikator suhu minyak
- Indikator permukaan minyak
- Indikator system pendingin

Indikator kedudukan tap. Thermometer adalah alat pengukur tingkat panas dari trafo baik panasnya kumparan primer dan sekunder juga minyak. Thermometer ini bekerja atas dasar air raksa (mercuri/Hg) yang tersambung dengan tabung pemuai dan tersambung dengan jarum indikator derajat panas.



Keterangan :

1. Trafo arus
2. Sensor suhu
3. Heater
4. Thermometer Winding
5. Thermometer oil

Gambar 2.11 Indikator Suhu Minyak Trafo

2.4.2. Lighting Aresster (LA)

Lighting Aresster (LA) merupakan alat proteksi bagi peralatan sistem tenaga listrik terhadap arus yang disebabkan oleh sambaran petir atau surja hubung (*switching surge*). Alat ini bersifat sebagai *by pass* di sekitar isolasi yang membentuk jalan dan mudah dilalui arus kilat ke system pentanahan sehingga tidak menimbulkan tegangan lebih yang tinggi dan tidak merusak isolasi peralatan listrik. *By pass* itu sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu aliran arus system frekuensi 50 hz.

Bagian – bagian dari *Lighting Aresster* diantaranya adalah:

1. Elektroda

Elektroda – elektroda ini adalah terminal dari aresster yang dihubungkan dengan bagian atas dan bawah elektroda dihubungkan dengan tanah.

2. Sela percikan (*spark – gap*)

Apabila terjadi tegangan lebih boleh sambaran petir atau surja hubung pada aresster yang terpasang, maka pada sela percikan (*spark – gap*) akan terjadi loncatan busur api. pada dasarnya tipe aresster busur api yang terjadi tersebut di tiup keluar oleh tekanan gas yang ditimbulkan oleh tabung fiber yang terbakar.

3. Tahanan Katup (*valve resistor*)

Tahanan yang digunakan dalam aresster ini adalah suatu jenis material yang sifat tahanannya dapat berubah bila mendapatkan perubahan tegangan bentuk *lighting aresster*.



Gambar 2.12. *Lighting Aresster* GI Tanjung Morawa

• Prinsip Kerja Lighting Aresster

Prinsip kerja *lighting aresster* (LA) adalah dengan cara memotong tegangan lebih yang sampai pada terminal pelindung aresster untuk melindungi peralatan. Misalkan suatu petir merambat menuju transformator, jika petir tiba pada terminal pelindung LA, maka tegangan LA naik mengikuti kenaikan tegangan surja. Pada saat tegangan LA mencapai tegangan perciknyanya (V_a), LA terpercik sehingga terjadi hubung singkat fasa ke tanah. Akibatnya tegangan di terminal pelindung LA menjadi nol dan arus surja mengalir ke tanah. Sedangkan sisa pemotongan tegangan lebih tersebut akan diteruskan ke transformator.

2.4.3. Transformator Tegangan (*potential transformer / PT*)

Transformator tegangan adalah transformator satu fasa step down yang mentransformasi tegangan sistem ke suatu tegangan rendah yang layak untuk keperluan indikator, alat ukur, rele dan alat sinkronisasi. Hal ini dilakukan atas pertimbangan harga dan bahaya yang dapat ditimbulkan tegangan tinggi bagi operator. Tegangan perlengkapan seperti indikator, meter dan rele dirancang sesuai dengan tegangan sekunder transformator tegangan.

Klasifikasi transformator tegangan terbagi berdasarkan type konstruksinya dan letak pemasangannya.

- Type konstruksi trafo tegangan

1. Trafo Tegangan Induktif (*inductive voltage transformer*)

Transformator adalah alat listrik berfungsi menyalurkan daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya sesuai induksi magnet (Listrik Statis).Terdiri dari lilitan primer dan lilitan sekunder dan tegangan pada lilitan primer akan menginduksikannya ke lilitan sekunder.

2. Trafo Tegangan Kapasitif (*Capacitor Voltage Transformer*)

Terdiri dari rangkaian kondensator yang berfungsi sebagai pembagi tegangan pada sisi tegangan tinggi dari trafo pada tegangan menengah yang menginduksikan tegangan ke lilitan sekunder

- Bagain – bagian trafo tegangan

Bagian – bagian utama dari trafo tegangan umumnya adalah:

1. Kumparan(lilitan)
2. Isolasi
3. Porselen
4. Terminal

- Hubungan Rangkaian Primer dan Sekunder Trafo Tegangan

Umumnya rangkaian dari trafo tegangan terdiri dari 2 hubungan yaitu

1. Hubungan transformator tegangan biasa

Hubungan ini terdiri dari sebuah lilitan primer dan sebuah lilitan sekunder umumnya tegangan sekundernya adalah $100/\sqrt{3}V$ atau $110/\sqrt{3}V$.

2. Hubungan fasa ke tanah

Hubungan ini digunakan untuk jaringan tegangan menengah dan tegangan tinggi dengan menghubungkan ke tanah sehingga tegangan sekundernya adalah tegangan fasa ke tanah.



Gambar 2.13. Transformator Tegangan (Voltage Transformer) pada GI Tanjung morawa

2.4.4. Transformer Arus (*Current Transformer/CT*)

Transformasi arus (CT) digunakan untuk pengukuran arus yang besarnya ratusan amper dan arus kecil yang mengalir pada jaringan tegangan tinggi. Prinsip kerja dari transformer arus adalah arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan selanjutnya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik. Bila pada salah satu kumparan pada transformator di beri arus bolak balik maka jumlah garis gaya magnet berubah ubah akibatnya pada kumparan primer terjadi induksi. Kumparan sekunder menerima garis gaya magnet dari kumparan primer terjadi yang jumlahnya juga berubah ubah. Maka pada kumparan sekunder juga timbul induksi dan akibatnya antara dua ujung kumparan terdapat beda tegangan.

- Bagian – Bagian Utama Trafo Arus (CT)
 1. Kumparan
Berfungsi untuk mentransformasikan besaran-besaran ukur listrik dari sisi yang tinggi ke sisi yang rendah.
 2. Isolasi
Umumnya terdiri dari zat cair (minyak) yang berfungsi untuk mengisolasi bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan atau mengisolasi bagian bertegangan yang berlainan fasanya.
 3. Porselen
Berfungsi sebagai isolasi antara bagian bagian yang bertegaan dengan badan atau antara bagian bertegangan dengan bagian bertegangan yang berlainan fasanya.
 4. Dehydrating breather
Adalah suatu peralatan trafo yang berfungsi untuk menyerap udara lembab yang timbul dalam ruang trafo, sehingga akan mencegah rusaknya minyak (isolasi) trafo.
 5. Terminal
Adalah tempat penghubung dari sisi primer atau sekunder ke bagian bagian peralatan listrik yang membutuhkan.

2.4.5. Pemutus Tenaga (PMT)/ CircuitBreaker (CB)

Pemutus tenaga (PMT) adalah sklas yang dapat digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan arus / daya listrik sesuai dengan ratingnya. Pada waktu mememutuskan / menghubungkan arus ataupun daya listrik akan trjadi busur api pada waktu pemutusan dapat dilakukan oleh beberapa macam diantaranya;

- Minyak
- Udara
- Gas

Sebuah PMT harus mempunyai syarat – syarat sebagai berikut :

1. Rating tegangan PMT harus lebih besar dari pada tegangan sistem yang diamankan.
2. Dapat memutuskan arus hubung singkat dengan kecepatan tinggi agar arus hubung singkat tidak smapai merusak peralatan sistem.
3. Mampui memutuskan da menutup jaringan dalam keadaan berbeda maupun terhubung singkat tanpa menimbulkan kerusakan pada pemutus daya itu sendiri
4. Harus tahan terhadap busur api .
5. Mempunyai jaminan kerja dan pelayan yang dapat dipercaya Mampu menyalurkan arus maksimum sistem secara continuie.

Menurut tegangan kerja, PMT dapat dibedakan atas :

1. PMT tegangan rendah.
 - Untuk tegangan arus bolak – balik hingga mencapai 1500 V.
 - Untuk tegangan arus searah lebih kecil dari 3000 V
2. PMT tegangan menengah
Melayani tegangan diatas 1500 V untuk pelayanan da;am ruangan (indoor service), yang bertegangan 1,5- 30 KV dan rating Interruptingnya.
3. PMT tegangan tinggi.

UNIVERSITAS MEDAN AREA untuk tegangan diatas 30 KV.

✦ Jenis – jenis PMT Berdasarkan peredam Busur Api

- PMT dengan Media Minyak

- ✦ PMT dengan menggunakan minyak (Bulk Oil Circuit Breaker)

Pada PMT ini minyak berfungsi sebagai bisolasi antara bagian - bagian yang bertegangan dengan beban dan juga berfungsi sebagai peredam Loncatan bunga api. Bentuk PMT menggunakan banyak minyak dapat Dilihat pada gambar dibawah ini



PMT dengan Banyak Menggunakan Minyak (Plain Break Bulk Oil Circuit Breaker)	PMT Banyak Menggunakan Minyak Dengan Pengaturan Busur Api (Bulk Oil Circuit Breaker With Arc Control Device)
--	--

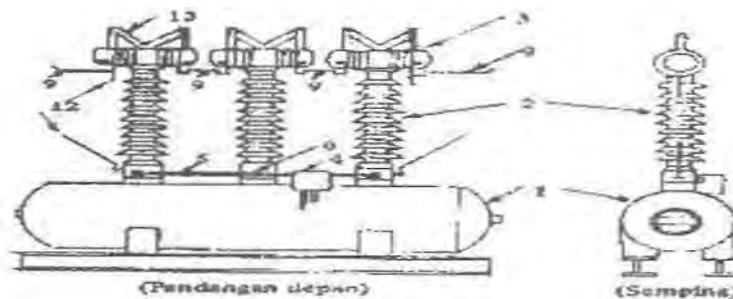
Gambar 2.14. PMT dengan menggunakan minyak

Prinsip kerja PMT dengan menggunakan minyak untuk membuka dan menutup dari PMT jenis ini dengan menggerakkan batang penggerak turun untuk membuka kontak – kontak dan naik untk menutup kontak – kontak, batang penggerak digerakkan oleh mekanisme penggerak, hal ini dapat dilakukan sistem mekanik, elektris, pneumatic, hidrolis.

- PMT dengan media udara

PMT dengan media udara dibagi atas macam diantaranya adalah :

- ✦ PMT Udara Hembus, uadar tegangan tinggi di hembuskan kebusur api melalui nozzle pada kontak ionisasi media diantara kontak dipadamkan oleh udara. Setelah pemadaman busur api dengan uadar tekanan tigggi, uadar ini juga berfungsi mencegah restriking voltage, kontak PMT ditempatkan didalam isolator dan juga katup hembusan udara.

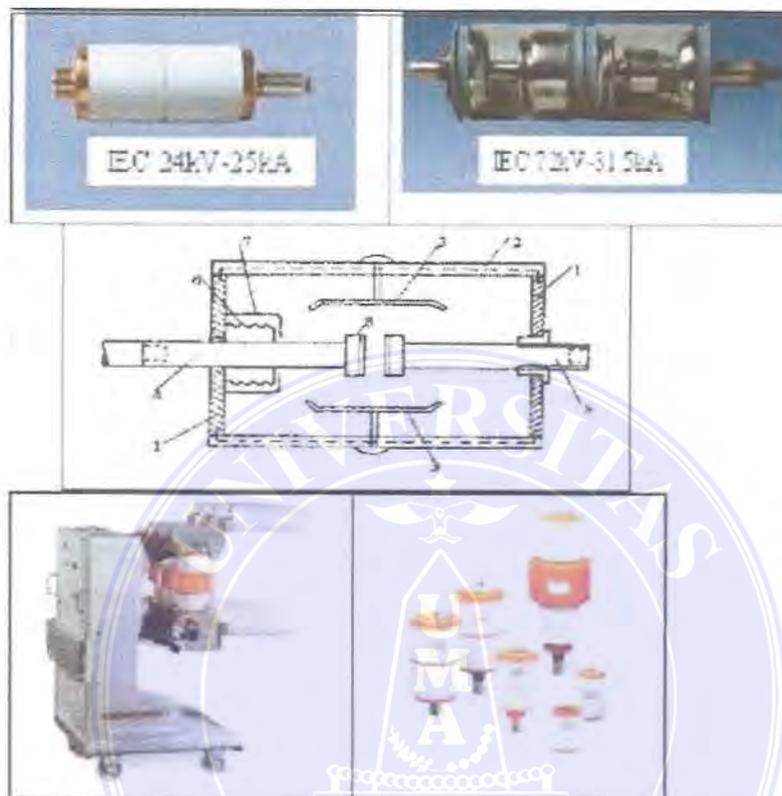


Gambar 2.15.PMT dengan media udara hembus

Prinsip kerja PMT dengan media udara hembus pada keadaan plemlutu tenga masuk, arus mengalir dari terminal pemutus pembantu yang selanjutnya terus melewati kontak tetap pemutus pembantu , kontak bergerak, kotak jari – jari pemutus, penyangga pemutus pembantu, kontak tetap pemutus utama, kontak bergerak pemutus utama, penyangga pemutus utama yang kemudian menuju kontak gerak, kotak tetap pemutus pada sisi berikutnya terus ke penyangga pemutus pembantu, kontak jari – jari pemutus pembantu dan terus keterminal pemutus pembantu. Seperti pada PMT lainnya proses penutupan dan pelepasan PMT adalah dengan cara membuka kontak – konta dari kontak – kontak tetap dengan adanya perubahan tekanan udara didalam ruangan pemutus.

❖ PMT dengan hampa udara (Vacum Circuit Breaker)

PMT jenis hampa udara (vacum circuit breaker) belum banyak digunakan. Kontak – kontak pemutus dari PMT terdiri dari kontak tetap dan kontak bergerak yang ditempatkan didalam ruang hampa udara.ruangan hampa udara ini mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi dan media pemadam busur api yang baik. Bentuk dari PMT hampa udara dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16. PMT dengan menggunakan media hampa udara

Prinsip kerja dari PMT hampa udara adalah cara pemutusan busur listrik dilakukan dengan cara memperpanjang busur listrik yang terjadi hingga padam dengan sendirinya. Kontruksi PMT vakum menghindari adanya celah udara sehingga pergeseran bagian yang bergerak dengan bagian yang tetap (statis) yang dapat menimbulkan celah udara dapat dihindari dan sebagai penggantinya digunakan logam fleksibel berbentuk logam.

Pada celah diantara kedua kontak timbul arus berbentuk lingkaran. Kemudian dibangkitkan suatu medan magnet radial. Bersamaan dengan arus yang mengalir melalui busur listrik berputar pada ring kontak dan tertarik keluar sampai akhirnya padam.

- PMT Dengan Media Gas

Media gas yang digunakan pada tipe PMT ini adalah SF₆ (Sulphur Hexafluorida) dimana sifat – sifat dari jenis gas ini adalah tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun dan tidak mudah terbakar. Pada temperatur diatas 150⁰C gas SF₆ mempunyai sifat tidak merusak tenaga pada tegangan tinggi. Sebagai isolasi litrik, gas SF₆ mempunyai kekuatan dielektrik yang tinggi (2,35 kali udara) dan kekuatan dielektrik ini bertambah seiring dengan bertambahnya tekanan. Selain sifat itu sifat dari gas SF₆ adalah mampu mengendalikan kekuatan dielektrik dengan kecepatan, setelah arus hubungan api listrik melalui titi nol.

Pada PMT tipe tekanan tunggal, PMT diisi gas SF₆ dengan tekanan kira-kira 5 Kg/cm². Selama pemisahan kontak – kontak, gas SF₆ ditekan kedalam suatu tabung silinder yang menempel pada kontak – kontak yang bergerak. Pada waktu pemutusan gas SF₆ ditekan melalui nozzle dan tiupan ini akan mematikan busur api.

Fungsi PMT dengan media gas SF₆

- Pemadam loncatan bunga api
- Isolasi antara bagian bagian yang bertegangan dan bagian bertegangan dengan badan.



Gambar 2.17. Pemutus Tenaga (PMT) pada Gardu Induk Tanjung Morawa Yang menggunakan media pemadam busur api gas SF₆

2.4.6. Saklar Pemisah (PMS)

Pemisah (PMS) adalah alat yang dipergunakan untuk menyatakan secara visual bahwa suatu peralatan listrik sudah bebas dari tegangan kerja. Oleh karena itu pemisah tidak diperbolehkan dimasukkan ataupun dilepaskan dalam keadaan berbeban. Untuk tujuan tertentu pemisah penghantar atau kabel dilengkapi dengan pemisah tanah.

✚ Macam – macam pemisah

1. Pemisah tanah

Befungsi untuk mengamankan peralatan dari sisa tegangan yang timbul sesudah SUTT diputuskan atau induksi tegangan dari penghantar atau kabel lain.

2. Pemisah peralatan

Berfungsi untuk mengisolasi peralatan listrik dari peralatan lain yang bertegangan. Pemisah ini harus dimasukkan atau dibuka dalam keadaan tanpa beban.

✚ Penempatan pemisah

Sesuai dengan penempatannya didaerah mana pemisah tersebut di pasang.

PMS dapat dibagi menjadi :

1. Pemisah penghantar / line

Pemisah yang dipasang disisi penghantar

2. Pemisah Rel / Bus

Pemisah yang terpasang disisi rel

3. Pemisah Kopel

Pemisah yang terpasang untuk mengkopel Bus I dengan Bus II

4. Pemisah Bay Capacitor

Pemisah yang terpasang pada Bay Capacitor, untuk menghantarkan atau memutus tegangan Suplay dari Bay Capacitor menuju Bus

5. Pemisah Tanah

Pemisah yang terpasang pada penghantar / line / kabel untuk menghubungkan ke tanah.

- Gerakan lengan – lengan Pemisah

Sistem gerakan lengan – lengan pemisah terbagi menjadi beberapa bagian :

1. Pemisah engsel

Dimana gerakannya seperti engsel, bentuk pemisah engsel dapat dilihat pada gambar 2.18



Gambar 2.18. Pemisah Engsel

2. Pemisah putar

Dimana terdapat dua buah kontak diam dan dua buah kontak gerak yang dapat berputar pada sumbunya. Bentuk pemisah putar dapat dilihat pada gambar 2.19



Gambar 2.19. Pemisah putar

3. Pemisah siku

Pemisah ini tidak mempunyai kontak diam, hanyatedapat dua buah kontak gerak yang gerakannya mempunyai sudut 90° . bentuk pemisah siku dapat dilihat pada gambar 2.20

Dua kontak gerak



Gambar 2.20. Pemisah siku

4. Pemisah luncur

Dimana gerakan kontaknya adalah keatas dan kebawah . bentuk pemisah luncur dapat dilihat pada gamabr 2.21



Kontaktor berfungsi sebagai PMS

Tabung PMT

Gambar 2,21, Pemisah luncur 20 KV draw – out

Untuk keperluan pemeliharaan , PMT ini dapat dikeluarkan dari kubikel/sel 20 KV dengan cara menarik keluar secara manual(draw-out).Selesai pemeliharaan , PMT dapat dimasukkan kembali (draw-in) dan pada posisi tertentu kontaktor (berfungsi PMS) akan berhubungan langsung dengan Busbar 20 KV . Namun harus dipastikan terlebih dulu sebelumnya bahwa PMT posisi **Off**.

5. Pemisah pantograph

Mempunyai kontak yang terletak pada rel dan kontak gerak yang terletak pada ujung lengan – lengan pantograph. Bentuk pemisah pantograph dapat dilihat pada gambar 2.22



Gambar 2.22. pemisah pantograp

- Tenaga penggerak

Tenaga penggerak pemisah dapat dibagi atas penggunaanya :

- **Secara Manual**

Pengoperasian PMS ini (mengeluarkan / memasukkan) secara manual dengan memutar / menggerakkan lengan yang sudah terpasang permanen.

Mekanik penggerak secara manual



PMS 150 KV posisi masuk

2.4.7. Power Line Carrier

Power Line Carrier adalah suatu saluran telekomunikasi yang biasanya dipergunakan PLN dimana saluran udara tegangan tinggi adalah sebagai sarana pembawa dari suatu carrier frekwensi tinggi, dengan kata lain bahwa carrier frekwensi tinggi ditumpangkan pada penghantar yang bertegangan tinggi seolah – olah penghantar tersebut berfungsi sebagai antenna disamping tugasnya yang pokok untuk mentransfer daya / tenaga listrik dari suatu tempat ketempat lain.

Untuk mentransmisikan signal Power Line Carrier pembawa dari SUTT, maka diperlukan sistem pengkopelan, dimana ada yang membawa tugas memblok / meredam frekwensi pembawa ; Untuk keperluan ini dipergunakan teori – teori tentang rangkaian osolasi yang terdiri dari rangkaian resonansi seri dan resonansi paralel.Selain keuntungan dari Power Line Carrier terdapat juga kerugian diantaranya:

1. Frekwensi spectrum terbatas
2. Terpengaruh oleh noise dari power line.

Oleh karena itu adanya kerugian diatas maka Power Line Carrier memerlukan beberapa peralatan yang menunjang kinerja agar dapat beroperasi dengan baik, adapun peralatan tersebut adalah:

1. *Wave Trap*
2. *Coupling Capacitor*

2.4.8.Line Trap (Wape Trap)

Wape trap disebut juga dengan Line trap atau Blocking coil . Wape trap dipasang secara seri dengan saluran transmisi .

Adapun fungsi utamanya adalah untuk memblok untuk sedemikian rupa frekuensi tinggi baik yang dipancarkan oleh PLC terminal maupun frekuensi yang datang dari stasiun lawannya,agar tidak mengalir ke peralatan gardu induk atau pembangkit transformator , alat- alat pengukur ke panel kontrol yang dihubungkan ke tanah . bentuk wape trap dapat dilihat pada gambar 2.23.



Gambar 2.23. Wave trap atau Line trap

2.4.9. Busbar (Rel Daya)

Energi listrik yang dihasilkan generator ke suatu rel daya yang di namakan busbar, dari sisi daya tersebut didistribusikan dan disalurkan ke setiap beban melalui rel pembagi dengan kata lain busbar merupakan tempat penghubung dari pembangkit ke saluran transmisi atau beban. Jenis dan rel daya yang digunakan Gardu Induk Tamora adalah *single busbar* sistem dan *double busbar* sistem.

Beberapa tipe busbar dalam sistem tenaga listrik adalah:

1. Single busbar system (sistem busbar tunggal)

Pada sistem ini semua transformator, generator dan feeder yang ada dalam pembangkit dihubungkan pada busbar rel daya tunggal adalah sistem rel daya tunggal adalah sistem rel daya yang paling sederhana, karena menggunakan satu rel saja.

Keuntungan rel daya tunggal adalah :

- Bentuk sederhana, harga murah
- Kebutuhan peralatan dan ruang sederhana

Kelemahan rel daya tunggal adalah:

- Pada saat pemeliharaan dan perbaikan pemutus daya akan terjadi pemutus daya bersangkutan.
- Ketika terjadi gangguan (hubung singkat) pada rel daya atau saklar pemisah maka akan terjadi pemutusan total.

2. Double Busbar Sistem (Sistem Rel Daya Ganda)

Rel daya ganda terdiri dari dua rel, tetapi yang terpakai terdiri dari suatu rel daya saja, yaitu rel daya pertama sebagai rel utama dan rel daya kedua sebagai cadangan, dimana masing-masing saluran masuk dan salurankeluar dihubungkan pada kedua rel melalui pemutus saklar pemisah. Sistem rel daya ganda mempunyai susunan peralatan hubung sedemikian rupa sehingga diperoleh beberapa variasi operasi saklar dalam rangka pengalihan daya listrik. Pada operasi normal hanya satu rel saja yang digunakan atau kedua rel beroperasi pada saat yang terpisah. Di Gardu Induk Tanjung Morawa menggunakan sistem rel daya

UNIVERSITAS MEDAN AREA beberapa keuntungan.

Keuntungan rel daya ganda:

- Pada saat pemeliharaan, perbaikan atau perluasan salah satu rel tidak terjadi pemutusan pelayanan.
- Mempunyai beberapa variable operasi.
- Pemulihan pelayanan makin cepat bila terjadi gangguan pada rel daya.

Kerugian rel daya ganda:

- Adanya kemungkinan salah operasi.
- Kebutuhan peralatan dan ruang yang banyak.
- Membutuhkan biaya yang lebih banyak.

3. Rel daya ring

Instalasi rel daya ring mempunyai rel yang ujung – ujungnya bersambung , sehingga membentuk ring dan kedua rangkaian dihubungkan dengan pemutus daya bagian.

Keuntungan rel daya ring:

- Membutuhkan ruang yang lebih kecil dari rel daya ganda.
- Memiliki keandalan yang lebih tinggi dari rel daya ganda.
- Memiliki factor keamanan dan fleksibilitas yang lebih baik dari rel daya tunggal.

Bentuk busbar (rel daya) Gardu Induk Tanjung Morawa dapat di lihat pada gambar 2.24.



Gambar 2.24. Busbar (Rel Daya) Gardu Induk Tanjung Morawa

2.4.10. Isolator

Isolator saluran udara merupakan isolasi yang memisahkan konduktor daya dari bumi. Isolator dipasang atau di gantung pada bim (travess cross arm) struktur pendukung sedangkan konduktor daya dipasang pada jepit isolator. Isolator pada umumnya dibuat dari porselen, glass dan plastic. Pada umumnya berfungsi sebagai isolasi tegangan titik antara kawat penghantar dengan tiang.

Pada isolator gantung umumnya dilengkapi dengan:

- Tanduk busbar
Berfungsi untuk melindungi isolator dari tegangan surja.
- Cincin perisai (Grading ring)
Fungsi dari pada cincin perisai yaitu meratakan(mendistribusikan)

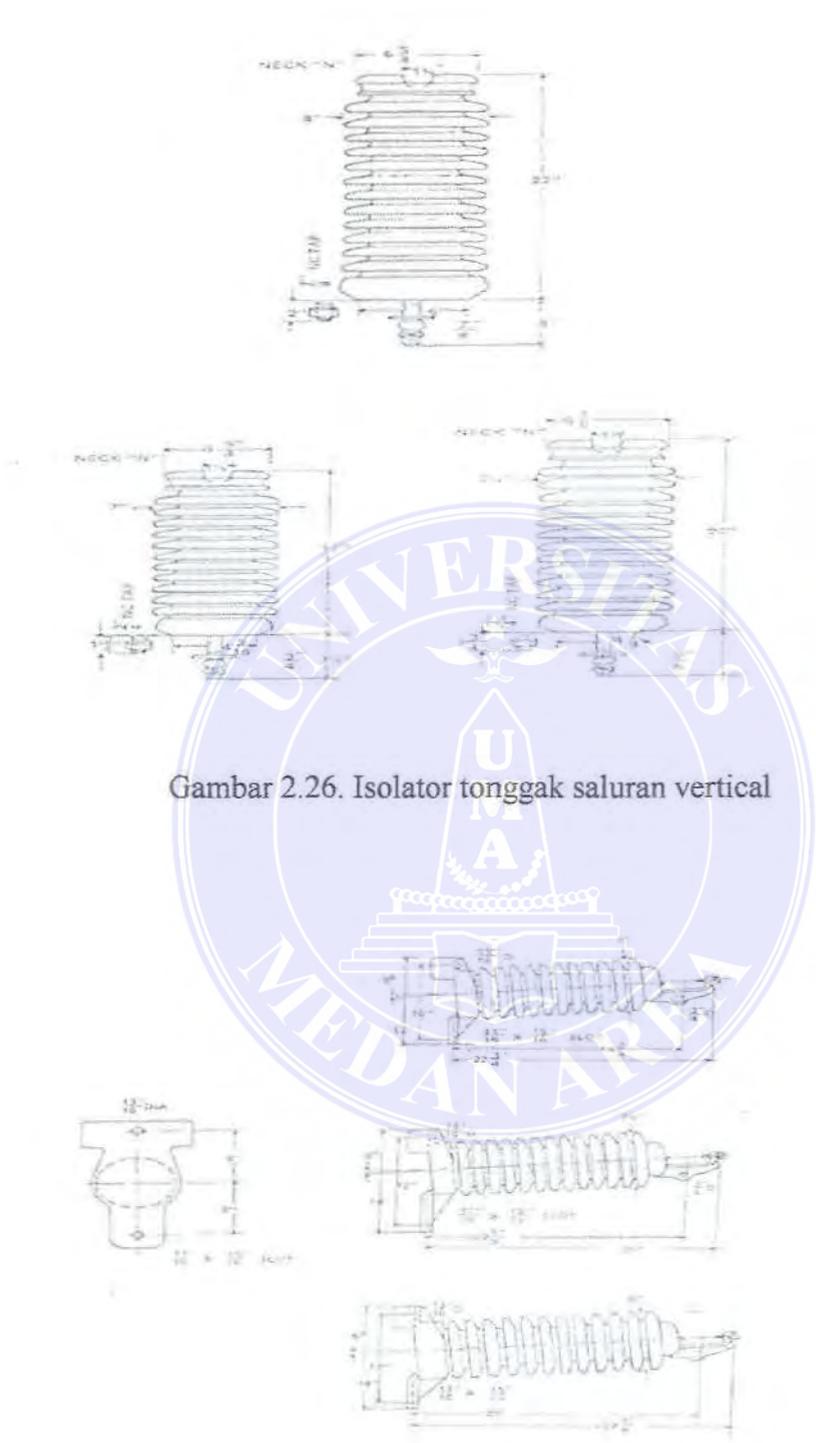
Macam – macam isolator yang dipergunakan pada Saluran Udara tegangan Tinggi (SUTT) adalah sebagai berikut:

- Isolator piring
Dipergunakan untuk isolator penegang dan isolator gantung, dimana jumlah piringan isolator disesuaikan dengan sistem pada saluran udara tegangan tinggi (SUTT) tersebut. Bentuk isolator piring dapat di lihat pada gambar 2.25.



Gambar 2.25. Isolator Piring type Ball dan Socke

- Isolator tonggak saluran vertical
Bentuk isolator tonggak saluran vertical dapat di lihat pada gambar 2.26.



Gambar 2.26. Isolator tonggak saluran vertical

Gambar 2.27. Isolator Tonggak Saluran Horizontal

2.4.11. Baterai

Penggunaan baterai pada gardu induk adalah untuk sistem control dan proteksi. Baterai adalah suatu alat yang menghasilkan energi listrik dengan proses kimia, dimana berupa susunan dari sel atau hanya satu sel saja. Tiap sel terdiri dari elektroda positif dan elektroda negative serta zat elektrolit.

Sumber arus searah digunakan untuk sistem kontrol dan proteksi untuk menjamin kontinuitas dalam keadaan normal dan keadaan gangguan. Bataeraio yang digunakan di gardu induk adalah :

- Baterai timah hitam
- Baterai alkalin

ada dua macam sumber tenaga untuk kontrol didalam gardu induk yaitu sumber arus searah dan sumber arus bolak – balik. Sumber tenaga yang untuk kontrol selalu harus mempunyai keandalan stabilitas yang tinggi. Karena persyaratan ilmiah dipakai baterai sebagai sumber arus searah. Kapasitas baterai ditentukan dengan memperhitungkan semua faktor yang menyangkut penurunnya selama dipakai, perubahannya oleh perubahan suhu dan jatu tegangan, keperluan kapasitas yang diperlukan dengan memperkirakan beban terputus – putus (continious intermittent load) yang harus dilayani selama terputusnya pelayanan normal, serta lamanya pemutusan pelayanan (biasanya 1-3 jam)..

Dalam kondisi normal, batteray berfungsi sebagai back up dari rectifier (batteray charger) untuk supply tegangan dc pada perlatan di Gardu Induk. Bila terjadi gangguan pada rectifier kehilangan tegangan supply AC, maka batteray berperan sebagai pensupply tegangan DC sesuai dengan waktu dari persentase Kapasitas Batteray, artinya batteray mempunyai kapasitas 200 Ah dan mempunyai persentase kemampuan kapasitas 100% maka dalam kondisi battteray tidak charging, mamapu memberikan supply DC selama 5 (lima) jam dengan besaran arus beban 40 Ampere.

2.4.12. Panel Kontrol

panel kontrol terdiri dari panel instrument dan panel operasi, pada panel instrument terpasang alat – alat ukur indicator. Pada panel operasi terpasang saklar operasi dari PMT dan PMS serta lampu – lampu indicator posisi saklar dan diagram sel.

Jenis – jenis panel :

1. Panel Utama

Terdiri dari panel instrument dan panel operasi. Pada panel instrument terpasang alat – alat ukur indicator gangguan, dari ini alat – alat tersebut dapat diawasi dalam keadaan beroperasi.

Pada panel operasi terpasang saklar operasi dari pemutus tenaga, pemisah serta lampu indikator posisi saklar dan diagram rail. Diagram rail (mimic bus), saklar dan lampu indikator diatur letak dan hubungannya sesuai dengan rangkaian yang sesungguhnya sehingga keadaannya dapat dilihat dengan mudah. Bentuk panel utama / panel operasi dapat dilihat pada gambar 2.28.



Gambar 2.28. Panel kontrol penghantar 150 kv dan Panel kontrol Bay Couple Bus 150 kv

2. Panel Rele

Panel – panel ini terpasang rele – rele untuk proteksi, indicator gardu induk transformator dan lain – lain.

2.4.13.Sistem Pentanahan Titik Netral

Pentanahan titik netral suatu sistem dapat melalui kumparanpetersen.

Tahanan atau langsung yang berfungsi untuk menyalurkan arus gangguan phas ketanah yang berfungsi untuk menyalurkan arus gangguan phasa ketanah pada sistem. Arus yang melalui pentanahan merupakan besaran ukur untuk alat proteksi. Pada trafo sisi primernya yang ditanahkan dan sisi sekundernya juga ditanahkan maka gangguan fhas ke tanah disisi primer selalu dirasakan dan begitu juga sebaliknya. Sistem yang digunakan di Gardu Induk Namorambe adalah sistem pentanahan titik netral.



BAB III

PENGOPERASIAN GARDU INDUK

3.1 Pengoperasian Gardu Induk

3.1.1. Umum

Gardu Induk sebagai suatu terpasangnya peralatan listrik yang ada hakekatnya dirangkai sedemikian rupa dengan sistem jaringan tegangan tinggi maupun sistem tegangan menengah. Berdasarkan hal tersebut maka operasional peralatan gardu induk terjadi pada beberapa kondisi yang berpengaruh pada beberapa sistem. Dengan melihat kepentingan peralatan terhadap tingkat keandalan sistem disatu pihak, dan melihat kepentingan peralatan terhadap sesuatu yang terjadi pada peralatan sendiri, maka pengendalian terhadap operasional peralatan harus dipertimbangkan kepada kedua kepentingan.

Pertama, pengendalian operasional peralatan terhadap batas – batas pengusahanya disisi gardu induk. Pengendalian operasional disisi sistem, menjadi wewenang pihak penanggung jawab operasi sistem. Pengendalian operasional peralatan yang berkaitan dengan batas – batas p[enguasaan yang di izinkan pada peralatan menjadi penanggung jawab instalasi gardu induk.

3.1.2. Wewenang Dan Tanggung Jawab Unit Gardu Induk Dalam Sistem

Unit Gardu Induk merupakan suatu tempat sistem tegangan tinggi ditransformasikan besar daya dan tegangan sistem untuk memberikan supply kepada konsumen. Tanggung jawab dan wewenang gardu induk dalam sistem penyaluran daya listrik adalah meliputi :

1. Menjamin keandalan supply daya yang kontiniu kepada pihak konsumen menurut prosedur pengoperasian gardu induk yang bersangkutan.
2. Mengatur sistem aliran daya dengan menjaga kapasitas kemampuan gardu induk dari daya yang masuk dengan daya yang dikirim ke gardu induk lainnya atau kepada konsumen.
3. Menjaga keseimbangan / kestabilan sistem supplay daya pada area atau

UNIVERSITAS MEDAN AREA gardu induk melalui pengaturan piket sistem.

3.1.3. Prosedur Pengoperasian Gardu Induk

❖ Macam Kondisi Pengoperasian Gardu Induk

• Kondisi Normal

1. Gardu induk melayani beban konsumen pada kondisi mampu dan kondisi sistem dijaga masih batas yang diinginkan/ratingnya.
2. Setiap pelaksana operasi menurut prosedur harus sesuai koordinasi piket.
3. Segala prosedur operasi harus sesuai dengan prosedur SOP (Standart Operating Procedure) dan berkordinasi dengan piket.

• Kondisi Tidak Normal

1. Kondisi tidak normal adalah suatu kondisi salah satu atau lebih peralatan beroperasi dikeluarkan dari jaringan karena gangguan atau kerusakan pemeliharaan sehingga gardu induk beroperasi kurang dari normalnya.
2. Keluar (outage) adalah pemutusan peralatan dari operasi jaringan sisitem.
3. Keluar paksa adalah pemutusan peralatan oleh bekerjanya rele proteksi pada peralatan ,sebagai adanya gangguan dari peralatan.
4. Keluar dari yang direncanakan adalah pembukaan peralatan keperluan pemeliharaan atau lain hal yang bersifat direncanakan.

• Kondisi Gangguan

Kondisi gangguan adalah suatu kondisi dimana salah satu atau lebih peralatan beroperasi tidak sesuai dengan fungsi atau kemampuan karena terjadinya sesuatu pada peralatan yang menyebabkan gagal bekerja. Gangguan dalam operasi sistem tenaga listrik adalah kejadian yang menyebabkan relay menjatuhkan pemutusan tenaga sehingga aliran daya putus.

- **Prosedur Pengoperasian Gardu Induk**

Dalam pengoperasian gardu induk diperlukan suatu prosedur, yaitu suatu ketentuan atau pedoman dan petunjuk tentang tata cara pengaturan, pelaksanaan dan pengendalian operasi suatu peralatan, agar dapat berfungsi dengan benar, baik dalam kondisi normal, maupun dalam kondisi titik normal dan kondisi gangguan. Prosedur pengoperasian peralatan gardu induk ini, meliputi:

- Prosedur teknis pengoperasian setiap peralatan
- Prosedur kewenangan dan tanggung jawab pengoperasian peralatan.

Yang biasa disebut sebagai Standing Operation Prosedur dan disusun bersama oleh pihak-pihak yang terkait dalam pengoperasian dengan tujuan untuk menyatukan kesamaan bahasa dan pengertian, sesama pihak, sehingga pengoperasian peralatan dapat berjalan dengan baik.

Prosedur teknis pengoperasian peralatan adalah suatu tata cara mengoperasikan suatu peralatan agar dapat berfungsi dengan benar sesuai dengan ketentuan operasi peralatan pada umumnya dan sesuai dengan yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat khususnya.

1. Pemasukan Tegangan dari SUTT ke bus.

- Keluarkan PMS ke tanah.
- Masukkan PMS bus.
- Masukkan PMS penghantar.
- Masukkan PMT penghantar.
- Bila ada kelainan segera melapor kepada Dispatcher UPB.

2. Pemberian Tegangan dari Bus ke SUTT.

- Keluarkan PMS tanah.
- Masukkan PMS Bus.
- Masukkan PMS Penghantar.
- Masukkan PMT Penghantar.

- Pengaturan Tegangan Dalam Gardu induk.

Suatu mutu listrik yang baik adalah apabila tegangan listrik itu masih dalam batas yang diijinkannya tegangan listrik yang tersedia tidak terlalu tinggi dan juga tidak terlalu rendah. Jadi mutu listrik yang baik salah satunya adalah tegangan yang tersedia dapat stabil dalam batas-batas yang diijinkan.

3.1.4. Penyebab Gangguan Dan Jenis Gangguan

Sistem tenaga listrik merupakan suatu sistem yang melibatkan banyak komponen dan sangat kompleks. Oleh karena itu, ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya gangguan pada sistem tenaga listrik, antara lain sebagai berikut:

1. Faktor Manusia

Faktor ini terutama menyangkut kesalahan atau kelalaian dalam memberikan perlakuan pada sistem dan dapat mengurangi atau merusak daripada sistem itu sendiri.

2. Faktor Internal

Faktor ini menyangkut gangguan-gangguan yang berasal dari sistem itu sendiri. Misalnya usia pakai (ketentuan), keausan, dan sebagainya. Hal ini dapat mengurangi sensitivitas rele pengaman juga mengurangi daya isolasi peralatan sistem lainnya.

3. Faktor Eksternal

Faktor ini merupakan gangguan-gangguan yang berasal dari lingkungan disekitar sistem. Misalnya cuaca, gempa bumi, banjir, dan sambaran petir. Disamping itu ada kemungkinan gangguan dari binatang misalnya gigitan tikus, burung, kelelawar, ular dan sebagainya. Jenis gangguan pada sistem tenaga listrik dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Beban lebih

Beban lebih merupakan gangguan yang terjadi akibat konsumsi energi listrik melebihi energi listrik yang dihasilkan pembangkit. Akibat dari beban lebih menyebabkan arus listrik yang dapat merusak isolasi peralatan listrik.

2. Hubung Singkat

Hubung singkat adalah suatu kondisi dimana terjadinya hubungan penghantar bertegangan atau penghantar yang tidak bertegangan secara langsung melalui media (resistor/beban) yang tidak semestinya sehingga terjadinya aliran arus yang tidak normal (sangat besar). Arus hubung singkat yang terjadi sebagai akibat loncatan bunga api /busur api yang akan mengakibatkan tegangan sangat turun. Hubungan singkat dapat berupa gangguan permanant(tetap) atau temporer (sesaat).

3. Tegangan Lebih.

Tegangan lebih merupakan suatu gangguan akibat tegangan pada sistem tenaga listrik lebih besar dari yang seharusnya. Gangguan tegangan lebih dapat terjadi karena:

- Petir yang tidak cukup baik disalurkan ke tanah disebabkan kurang baiknya sistem pentanahan menara transmisi. Maka dapat terjadi loncatan muatan dari menara ke penghantar fasa merusak peralatan listrik.
- Surja hubung yang dapat terjadi pada waktu membuka dan menutup kontak-kontak pemutus peralatan listrik. Tegangan transient yang terjadi dapat merusak peralatan listrik bila melebihi kekuatan isolasinya.
- Pelepasan beban yang besar pada suatu sistem tenaga listrik akan dapat menyebabkan tegangan lebih bila pengatur tegangan otomatisnya kurang baik bekerjanya.

4. Gangguan Stabilitas

Gangguan dapat terjadi bila ada perubahan beban besar yang mendadak sehingga terjadi ayunan rotor sebagian generator dari sistem tersebut.

3.1.5. Usaha-Usaha Mengurangi Terjadinya Gangguan

- Beberapa cara yang dapat dilakukan dilakukan dalam usaha mencegah /memperkecil terjadinya gangguan pada suatu sistem tenaga listrik yaitu:
 - 1 Mengadakan isolasi yang baik untuk semua peralatan sistem.
 - 2 Memakai kawat tanah dan selalu memelihara agar tahanan tanah kaki menara sekecil mungkin.
 - 3 Pemeliharaan secara berkala terhadap peralatan pital pada gardu induk agar bekerja secara optimal.
 - 4 Melaksanakan pemasangan yang baik mengikuti peraturan-peraturan yang berlaku.
 - 5 Menghindari kesalahan tindakan operasional dan melaksanakan pemeliharaan rutin sesuai jadwal.
- Beberapa cara yang dapat dilakukan dalam usaha membatasi akibat gangguan terhadap suatu sistem yaitu:
 1. Membatasi akibat gangguan beban lebih dengan UFR.
 2. Membatasi arus hubung singkat, yaitu dengan menghindari konsentrasi pembangkitan atau pemasangan tahanan atau reaktansi pada sistem pentanahannya. Memakai peralatan listrik yang mampu/tahan terhadap arus hubung singkat yang terjadi.
 3. Memisahkan bagian sistem yang terganggu secepatnya dengan memakai pengaman lebur atau relay pengaman dan pemutus beban berkapasitas pemutusan yang memadai.
 4. Merencanakan agar bila ada bagian sistem yang terganggu, hal ini tidak mengganggu penyaluran tenaga listrik ke konsumen, misalnya dengan memakai saluran ganda atau saluran yang berbentuk ring, memakai penutup balik (auto recloser), memakai generator cadangan putar atau pembangkit siap pakai.
 5. Mempertahankan stabilitas sistem dengan memakai pengatur tegangan otomatis yang cepat dan memakai generator-generator yang mempunyai karakteristik kestabilan memadai.

6. Membuat data/pengamatan gangguan yang efektif misalnya dengan menggunakan alat pencatat gangguan, agar dapat mengambil langkah-langkah pencegahan lebih lanjut.

3.2. Pemeliharaan Gardu Induk

3.2.1. Pengertian dan jenis Pemeliharaan

Pemeliharaan adalah pekerjaan-pekerjaan yang harus dilaksanakan sebagai usaha untuk mengembalikan atau mempertahankan dan mendayagunakan setiap peralatan dengan tujuan agar peralatan dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya, adapun pekerjaan-pekerjaan tersebut adalah:

1. Pemeriksaan pada bagian-bagian peralatan untuk mengetahui kemungkinan adanya ketidaknormalan pada peralatan.
2. Pembersihan peralatan terhadap sesuatu yang dapat mengurangi keandalan peralatan.
3. Pengujian peralatan untuk mengetahui sejauh mana fungsi dan batas kemampuan peralatan dapat diterima.

Jenis-jenis pemeliharaan peralatan gardu induk

1. Pemeliharaan menurut sifatnya terdiri dari:
 - Pemeliharaan rutin, yaitu pemeliharaan yang dilakukan secara periodik dan terencana sesuai dengan rekomendasi buku dan petunjuk operasi.
 - Pemeliharaan kolektif, yaitu pemeliharaan yang dilakukan secara tidak periodik, yang dilakukan atas adanya kejadian yang dapat mengurangi keandalan-keandalan peralatan dimana bertujuan untuk mencegah gejala tersebut agar tidak menjadi gangguan yang lebih berat.
 - Pemeliharaan mendesak, yaitu pemeliharaan yang bersifat mendesak dan tidak terencana, yang dilakukan atas dasar adanya gangguan kerusakan pada peralatan sehingga perlu diatasi segera mungkin agar dapat beroperasi.

BAB IV KEGIATAN KERJA PRAKTEK

4.1.Lembar Kegiatan

4.1.1. Foto pengoperasian gardu induk



petugas melakukan pemeriksaan rutin di gardu induk PLN pusat pengatur beban



petugas melakukan pengecekan peralatan komponen gardu induk guna memperlancar pengoperasian gardu induk



petugas melakukan pemasangan peralatan peralatan di gardu induk 150 kv



petugas melakukan pemeliharaan gardu induk guna memperlancar prngoperasian
gardu induk 150 kv



petugas melakukan pengecekan gardu induk Petugas PLN area pelaksanaan pemeliharaan (APP) Gardu Induk melakukan inpeksi haarian berupa thermovisi atau pengukuran suhu panas pada peralatan kelistrikan yang ada Gas Insulated System (GIS).



petugas melakukan pemeliharaan rutin gardu induk 150 kv



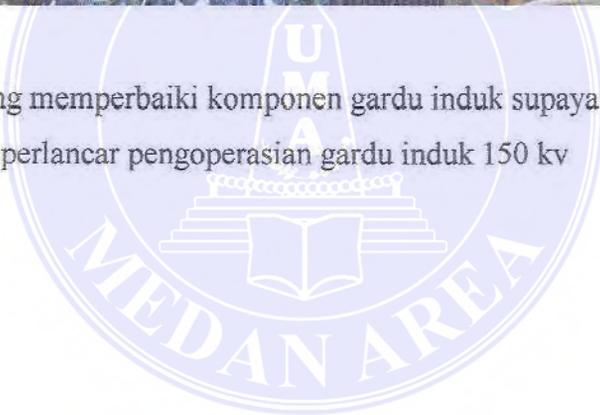
petugas melakukan pemeliharaan gardu induk guna memperlancar pengoperasian gardu induk 150 kv



petugas sedang memasang trafo di gardu induk



petugas sedang memperbaiki komponen gardu induk supaya dapat memperlancar pengoperasian gardu induk 150 kv



BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Gardu induk merupakan sub sistem dari sistem penyaluran (transmisi) tenaga listrik atau merupakan satu kesatuan dari sistem penyaluran (transmisi). Penyaluran (transmisi) merupakan sub sisitem dari sistem tenaga listrik.
2. Untuk keandalan dan keselamatan dalam pengoperasian Gardu Induk, maka didalam instalasi Gardu Induk dilengkapi dengan peralatan keamanan (proteksi) yang handal dan efektif, sehingga gangguan yang terjadi dapat diisolasi atau dipisahkan dari bagian jaringan listrik yang tidak terganggu.
3. Pada Gardu Induk Tanjung Morawa standar pengoperasiannya sudah mengikuti Standar Operasi Prosedur (SOP) yang mana sistem ini berlaku untuk kelancaran dalam pengoperasian .Standar Operasi Prosedur(SOP) ini merupakan pedoman dan petunjuk bagi operator gardu induk untuk melaksanakan manuver dalam mengatasi gangguan listrik pada instalasi yang sedang beroperasi di gardu induk.
4. Gangguan pada gardu induk dapat diakibatkan oleh beberapa hal yaitu gangguan alam gangguan teknis,kesalahan operasi dan penyebab lainnya.

5.2.Saran

1. Pemeliharaan secara berkala pada seluruh peralatan gardu induk gunakepentingan kerja optimal daripada gardu induk itu sendiri.
2. Sistem proteksi pada gardu induk selalu di cek apakah masih berfungsi dengan baik atau sudah menurun kehandalannya , guna menjaga kehandalan sistem.
3. Pengecekan sistem pembumian secara berkala merupakan langkah yang sangat penting untuk menjaga keamanan dan keselamatan di gardu induk.

DAFTAR PUSTAKA

Hasan Bachtiar 2006 *Pemutus Tenaga Listrik Bandung* Pustaka Ramadhan.

PLN. Pengetahuan Dasar Peralatan Gardu Induk, Agustus 1989.

Ir.Syarifuddin Siregar."Pembangkit energi listrik"

<http://arrester.wordpress.com/2011/06/03/klaasifikasi-tenaga-circuit-breaker>.

PT.PLN (PERSERO).2014 *Buku Pedoman Proteksi dan Kontrol Trafo*.jakarta :PT.PLN (persero).

PT.PLN (PERSERO).2014 *Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Arus (CT)*. jakarta:PT.PLN (persero).

PT.PLN (PERSERO).2014 *Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tegangan(CVT)*.jakarta:PT.PLN (persero).

PT.PLN (PERSERO).2014 *Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus tenaga (PMT)*.jakarta:PT.PLN (persero).

PT.PLN (PERSERO).2014 *Buku Pedoman Pemeliharaan Pemisah (PMS)*.jakarta:PT.PLN (persero).

PT.PLN (PERSERO).2014 *Buku Pedoman Lighting Arrester (LA)*.jakarta:PT.PLN (persero).