

**LAPORAN KERJA PRAKTEK
PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI
DI PT. PLN (PERSERO) ULP MEDAN TIMUR**

**DISUSUN OLEH :
MUHAMMAD DENY
16.812.0013**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

**LAPORAN KERJA PRAKTEK
PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI
DI PT. PLN (PERSERO) ULP MEDAN TIMUR**

**DISUSUN OLEH :
MUHAMMAD DENY
16.812.0013**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KERJA PRAKTEK
DI PT PLN (PERSERO) ULP MEDAN TIMUR

PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI

DISUSUN OLEH :

MUHAMMAD DENY

16.812.0013

BERDASARKAN KERJA PRAKTEK DI PT. PLN (PERSERO) ULP
MEDAN TIMUR. DILAKSANAKAN PADA 22 JULI 2019 – 22
AGUSTUS 2019

LAPORAN KERJA PRAKTEK INI DISETUJUI OLEH :

Manajer ULP Medan Timur



Hasan As'ari

Supervisor Teknik



Moando N. Marpaung

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat melaksanakan Kerja Praktek (KP) serta dapat menyelesaikan laporannya dengan lancar dan tanpa adanya halangan yang berarti.

Laporan kerja praktek ini disusun berdasarkan kegiatan yang dilakukan pada saat dilapangan yakni pada "PT. PLN ULP Medan Timur" yang beralamat di jalan Jl. Durung, Sidorejo Hilir, Kec. Medan Tembung, Kota Medan, Sumatera Utara dimulai tanggal 22 Juli 2019 s/d 22 Agustus 2019.

Kerja praktek ini merupakan syarat wajib yang harus dipenuhi dalam Program Studi Teknik Elektro, selain untuk memenuhi persyaratan program studi yang penulis tempuh, kerja praktik ini juga banyak memberikan manfaat kepada penulis baik dari segi akademis maupun untuk pelajaran yang tidak didapatkan penulis pada saat berada di bangku kuliah.

Pada kesempatan kali ini juga penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyusun dan menyelesaikan laporan kerja praktik ini, terutama kepada :

1. Orang tua yang telah memberi dukungan moril/spiritual kepada penulis.
2. Bapak Dr. Faisal Amri Tanjung, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Syarifah Muthia Putri, ST, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.

4. Bapak Moranain Mungkin, ST, M.Si, selaku dosen pembimbing kerja praktek jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
5. Bapak Moando N. Marpaung selaku Supervisor Teknik.
6. Pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
7. Teman-teman kelompok kerja praktek yang telah berjuang bersama-sama menyelesaikan kerja praktek di PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur.

Penulis tidaklah sempurna, apabila nantinya terdapat kekeliruan dalam penulisan laporan kerja praktik ini penulis mengharapkan kritik dan sarannya.

Akhir kata semoga laporan kerja praktek ini dapat memberikan banyak manfaat untuk kita semua.

Medan, 28 Oktober 2019

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop followed by a smaller, more intricate flourish.

Muhammad Deny

ABSTRAK

Transformator distribusi merupakan salah satu komponen utama pada suatu sistem distribusi tenaga listrik. Tanpa adanya transformator distribusi, konsumen tidak dapat menggunakan energi listrik secara langsung mengingat tegangan operasi dalam sistem distribusi yaitu 20 KV atau di sebut jaringan tegangan menengah. Gangguan yang terjadi pada transformator distribusi akan mengakibatkan pemadaman dan terhambatnya penyaluran tenaga listrik terhadap konsumen sehingga pelayanan akan kebutuhan pelayanan akan kebutuhan tenaga listrik akan terganggu. Untuk itu diperlukan pemeliharaan transformator distribusi secara rutin dan terjadwal yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan secara tiba-tiba, serta mempertahankan kerja peralatan yang optimum sesuai umur teknisnya, dan aman bagi manusia dan lingkungan, serta andal dalam sistem penyaluran tenaga listrik.

Kata kunci : Trafo distribusi, pemeliharaan trafo distribusi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN 1	i
LEMBAR PENGESAHAN 2	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Umum	1
1.2. Latar Belakang	1
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metode Penelitian	4
1.6. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek	5
BAB 2 PROFIL INSTANSI.....	6
2.1. Sejarah Ringkas	6
2.2. Visi PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur	8
2.3. Misi PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur.....	8
2.4. Moto PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur	8
2.5. Struktur Organisasi PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur	9
2.7. Produk.....	14
BAB 3 LANDASAN TEORI	15
3.1. Pengertian Sistem Distribusi Tenaga Listrik	15
3.2. Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik	16
3.3. Jaringan Sistem Distribusi Sekunder	18
3.4. Gardu Distribusi.....	19
3.4.1. Gardu Beton	21
3.4.2. Gardu Metal Clad (Gardu Besi)	24
3.4.3. Gardu Tipe Tiang Portal.....	24
3.4.4. Gardu Tiang Tipe Cantol.....	26
3.4.5. Gardu Mobil	28

3.5. Transformator	31
3.6. Prinsip Kerja Tranformator	32
3.7. Komponen Transformator	33
BAB 4 PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PT. PLN (PERSERO) ULP MEDAN TIMUR.....	36
4.1. Umum (Pemeliharaan).....	36
4.1.1. Pengertian dan Tujuan Pemeliharaan.....	36
4.1.2. Jenis – Jenis Pemeliharaan	38
4.1.3. Penyebab Gangguan Trafo	39
4.2. SOP Pemeliharaan Trafo Distribusi pasangan luar (Portal/Cantol)...	42
4.2.1. Persiapan	42
4.2.2. Pelaksanakan Pekerjaan	43
4.2.3. Pemeriksaan Pekerjaan Pemeliharaan	44
4.3. SOP Pemeliharaan Trafo Distribusi pasangan dalam (Beton)	44
4.3.1. Persiapan	45
4.3.2. Pelaksanaan Pekerjaan	45
4.3.3. Pemeriksaan Pekerjaan Pemeliharaan	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
Lampiran 1. Dokumentasi penulis.....	50
Lampiran 2. Copy Surat Lamaran ke Perusahaan/Instansi	54
Lampiran 3. Copy Balasan Surat Lamaran dari Perusahaan/Instansi.....	55
Lampiran 4. Copy Lembar Penilaian.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Organisasi PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur ...	10
Gambar 3.1.	Sistem Penyaluran Tenaga Listrik	16
Gambar 3.2.	Pembagian Tegangan Sistem Tenaga Listrik	18
Gambar 3.3.	Komponen Sistem Distribusi	19
Gambar 3.4.	Contoh Gambar Monogram Gardu Distribusi	21
Gambar 3.5.	Bagan Satu garis Gardu Beton	22
Gambar 3.6.	Bangunan Gardu Beton	22
Gambar 3.7.	Gardu Besi	24
Gambar 3.8.	Gardu Tiang Tipe Portal dan Midel Panel	25
Gambar 3.9.	Bagan Satu Garis Gardu Tiang Tipe Portal	26
Gambar 3.10.	Bagan Satu Garis Gardu Tiang Tipe Cantol	27
Gambar 3.11.	Gardu Tiang Tiga Fasa Tipe Cantol	28
Gambar 3.12.	Gardu Mobil	30
Gambar 3.13.	Pemutus Beban 20kV tipe “Fuse Cut Out”	30
Gambar 4.1.	Gangguan Akibat Isolator Flash Over	41

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Harga Efektif (RMS)	23
Tabel 3.2. Keterangan Minyak Transformator	35

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Umum

Transformator atau lebih dikenal dengan nama “ transformer” atau “trafo” adalah suatu peralatan listrik yang mengubah daya listrik AC pada satu level tegangan ke satu level tegangan lain berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik tanpa mengubah frekuensinya. Dengan demikian fungsi transformator sangat dibutuhkan dalam sebuah sistem distribusi.

Transformator distribusi merupakan suatu peralatan yang sangat penting dalam pendistribusian tenaga listrik, dalam hal ini transformator tidak terlepas dari gangguan. Adanya gangguan yang terjadi pada transformator hal ini dapat mengakibatkan terhambatnya proses penyaluran energi listrik kepada pelanggan/konsumen. Oleh karena itu perlu diadakannya pemeliharaan dan perawatan secara berkala pada transformator distribusi guna menjaga stabilitas sistem yang handal.

1.2. Latar Belakang

Sistem tenaga listrik membutuhkan keseimbangan yang handal dalam penyaluran energi listrik, beban listrik setiap saat terus bervariasi seperti misalnya beban penerangan, peralatan listrik, atau motor-motor listrik. Perubahan sebuah beban mungkin relative kecil dibandingkan sistem tenaga listrik secara keseluruhan tetapi setiap kali beban bertambah atau berkurang harus diikuti dengan perubahan daya penggerak awal generator. Jika daya mekanik pada poros penggerak awal

UNIVERSITAS MEDAN AREA

tidak dengan segera menyesuaikan dengan besarnya beban listrik maka frekuensi dan tegangan akan bergeser dari posisi normal. Keadaan yang lebih buruk dapat terjadi apabila terdapat pada sistem saluran transmisi/sistem distribusinya, dan hilangnya pembangkitan atau beban yang besar. Adanya peralatan kontrol seperti governor pada turbin dan regulator tegangan diharapkan dapat mengembalikan tegangan dan frekuensi ke posisi normal atau masih dalam batas-batas yang diperbolehkan. Namun pada umumnya terjadi osilasi di sekitar posisi akhir. Pada sebagian besar kasus osilasi ini akan teredam dan sistem akan kembali stabil. Apabila terjadi ketidakstabilan hal ini dapat mengakibatkan terganggunya kontinuitas pelayanan energi listrik pada sebagian atau bahkan keseluruhan konsumen.

Oleh karena itu, dengan setiap terhentinya aliran tenaga listrik baik yang disengaja maupun tidak disengaja akan menimbulkan keluhan bagi konsumen listrik dan ini jelas merugikan konsumen ataupun pihak perusahaan listrik itu sendiri. Dilain pihak, semua trafo distribusi memerlukan pemeliharaan dan perawatan baik secara berkala maupun secara tiba-tiba akibat berbagai gangguan dan kerusakan. Penyebab gangguan dan kerusakan pada trafo antara lain, tegangan lebih akibat trafo (*over voltage*), *overload* dan beban tidak seimbang, *loss contat* pada terminal *bushing*, isolator pecah dan kegagalan isolasi minyak trafo, gangguan-gangguan ini menyebabkan kerusakan pada trafo distribusi dan terhentinya penyaluran energi listrik kepada konsumen.

Agar trafo distribusi tidak mengalami gangguan atau kerusakan, harus diadakan pemeliharaan dan perawatan secara berkala pada trafo distribusi dengan cara pemeriksaan secara berkala dan mengganti peralatan ataupun komponen.

Pemeliharaan trafo distribusi yang berupa monitoring dilakukan setiap minggu dan bulan, sedangkan pemeliharaan trafo berupa pemeriksaan, pengukuran dan pengujian akan di lakukan setiap tahun.

1.3. Tujuan

Yang menjadi tujuan dalam penulisan laporan kerja praktek ini adalah untuk lebih mengerti tentang Sistem Distribusi, dan pemeliharaan transformator distribusi. Secara mendalam tujuan yang akan dicapai dalam pembahasan ini adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai sarana mahasiswa berlatih mengimplementasikan dan menerapkan teori yang telah mereka peroleh dari bangku perkuliahan.
- b. Melatih mahasiswa untuk disiplin dan bertanggung jawab atas tugasnya.
- c. Sebagai media pembelajaran mahasiswa.
- d. Mengembangkan wawasan dan pengalaman mahasiswa dalam melakukan pekerjaan sesuai dengan keahlian yang dimiliki.
- e. Agar mahasiswa memperoleh keterampilan dan pengalaman kerja praktis sehingga secara langsung dapat memecahkan permasalahan dalam bidang kelistrikan.
- f. Meningkatkan hubungan kerja sama yang baik antara perguruan tinggi, perusahaan, pemerintah, dan instansi yang terkait.

1.4. Batasan Masalah

Terkait dalam pelaksanaan Kerja Praktek (KP) ini, permasalahan tentang “Pemeliharaan Transformator Distribusi” dirasakan terlalu luas. Untuk

menghindari terlalu luasnya masalah yang dibahas maka perlu dibatasi sesuai dengan kemampuan penulis, antara lain adalah sebagai berikut :

a. Pengertian Sistem Distribusi

Yang akan di teliti ialah pengertian sistem distribusi dan apa hubungannya terhadap jaringan distribusi.

b. Pemeliharaan Transformator Distribusi

Pemeliharaan transformator distribusi yang akan diteliti ialah mengenai pemeliharaan trafo dan komponen-komponen lain yang terdapat pada transformator distribusi.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan penulis dalam penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut :

- a. Data-data studi kepustakaan yang penulis dapatkan dari literatur dan sumber tertulis lainnya baik dari dalam perusahaan, buku perpustakaan, laporan atau jurnal penulisan yang pernah dibuat maupun dari media internet yang terkait dengan topic penulisan laporan kerja praktek ini.
- b. Mempelajari buku SOP Pemeliharaan Transformator Distribusi yang dimiliki pihak PLN yang dapat memberikan kontribusi bagi masalah yang dapat menunjang pendapat penulis dalam penelitian ini.
- c. Pengamatan dan wawancara langsung dengan petugas dan staf Distribusi PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur.

1.6. Waktu dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek

Adapun waktu dan tempat pelaksanaan kerja praktek adalah sebagai berikut:

- Waktu : 22 Juli 2019 s/d 22 Agustus 2019
- Hari dan Jam Kerja : Senin s/d Jum'at (08.00 – 16.30)
- Tempat : PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur

BAB 2

PROFIL INSTANSI

2.1. Sejarah Ringkas

Sejarah kelistrikan di Sumatera Utara bukanlah lagi baru. Listrik mulai terdapat di Wilayah Indonesia pada tahun 1883 di daerah Batavia (Jakarta), makan 30 tahun kemudian (1923) listrik mulai ada di medan. Sentralnya dibangun di tanah pertapakan kantor cabang PLN Cabang Medan yang sekarang di Jl. Listrik No. 12 Medan, dibangun oleh NV NIGEM/OGEM perusahaan swasta di belanda, kemudian menyusul pembangunan kelistrikan di Tanjung Pura dan Pangkalan Branda (1924), Tebing Tinggi (1927), Sibolga (NV ANIWM) Berastagi dan Tarutung (1929), Tanjung Balai tahun 1931 (milik Gameenta Kotapraja), Labuhan Bilik (1936) dan Tanjung tiram (1937).

Masa penjajahan Jepang, Jepang hanya mengambil alih pengelolaan Perusahaan Listrik milik swasta Belanda tanpa mengadakan penambahan mesin dan perluasan jaringan. Daerah kerjanya dibagi menjadi Perusahaan Listrik Sumatera Utara, Perusahaan Listrik Jawa dan seterusnya sesuai struktur organisasi pemerintahan tentara Jepang waktu itu.

Setelah Proklamasi Kemerdekaan Republik Indonesia pada 17 Agustus 1945, dikumandangkanlah Kesatuan Aksi Karyawan Perusahaan Listrik diseluruh penjuru tanah air untuk mengambil alih Perusahaan Listrik bekas milik swasta Belanda dari tangan Jepang. Perusahaan Listrik yang sudah diambil alih itu diserahkan kepada Pemerintah RI dalam hal ini Departemen Pekerjaan Umum.

Untuk mengenang peristiwa ambil alih itu, maka dengan penetapan Pemerintah No. 1 SD/45 ditetapkan tanggal 27 Oktober sebagai hari Listrik.

Sejarah memang membuktikan kemudian bahwa dalam suasana yang makin memburuk dalam hubungan Indonesia-Belanda, tanggal 3 Oktober 1953 keluar Surat Keputusan Presiden No. 163 yang membuat ketentuan Nasionalisasi Perusahaan Listrik milik swasta Belanda sebagai bagian dari perwujudan pasal 33 ayat (2) 1945.

Setelah aksi ambil alih itu, sejak tahun 1955 di Medan berdiri Perusahaan Listrik Negara Distribusi Cabang Sumatera Utara (Sumatera Timur dan Tapanuli) yang mula-mula dikepalai R. Sukarno (merangkap Kepala di Aceh), tahun 1959 dikepalai oleh Ahmad Syaifullah. Setelah BPU PLN berdiri dengan SK Menteri PUT No. 16/1/20 tanggal Mei 1961, maka organisasi kelistrikan dirubah. Sumatera Utara, Aceh, Sumatera Barat dan Riau menjadi PLN Eksploitasi I.

Tahun 1965, BPU PLN dibubarkan dengan Peraturan Menteri PUT No. 9/PRT/64 dan dengan Peraturan Menteri No. 1/PRT/65 ditetapkan pembagian daerah kerja PLN menjadi 15 Kesatuan Daerah Eksploitasi I. Sumatera Utara tetap menjadi Eksploitasi I, maka dengan Keputusan Direksi PLN No. Kpts 009/DIRPLN/66 TANGGAL 14 April 1966, PLN Eksploitasi I dibagi menjadi 4 cabang dan 1 sektor, yaitu Cabang Medan, Binjai, Sibolga, P Siantar (berkedudukan di Tebing Tinggi). PP No. 18 tahun 1972 mempertegas kedudukan PLN sebagai perusahaan umum Listrik Negara dalam hak, wewenang dan tanggung jawab membangkitkan, menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik ke seluruh Wilayah Negara RI.

Dalam SK Menteri tersebut PLN Eksploitasi I Sumatera Utara diubah menjadi PLN Eksploitasi II Sumatera Utara. Kemudian menyusul Peraturan Menteri PUTL No. 013/PRT/75 yang merubah PLN Eksploitasi menjadi PLN Wilayah. PLN Eksploitasi II menjadi PLN Wilayah II Sumatera Utara sesuai Keputusan Menteri Pertambangan dan energi No. 4564.K/702/M.PE/1993, tanggal 17 Desember 1993 telah dibentuk Tim Pengalihan Bentuk Perusahaan Umum Listrik Negara menjadi PT PLN (Persero) Listrik Negara.

2.2. Visi PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur

Diakui sebagai perusahaan kelas dunia yang bertumbuh-kembang, unggul dan terpercaya dengan bertumpu pada potensi insani.

2.3. Misi PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur

1. Menjalani bisnis kelistrikan dan bidang lain yang terkait, berorientasi pada kepuasan pelanggan, anggota perusahaan dan pemegang saham.
2. Menjadikan energi listrik sebagai media untuk meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat.
3. Mengupayakan agar tenaga listrik menjadi pendorong kegiatan ekonomi.
4. Menjalankan kegiatan usaha yang berwawasan lingkungan.

2.4. Moto PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur

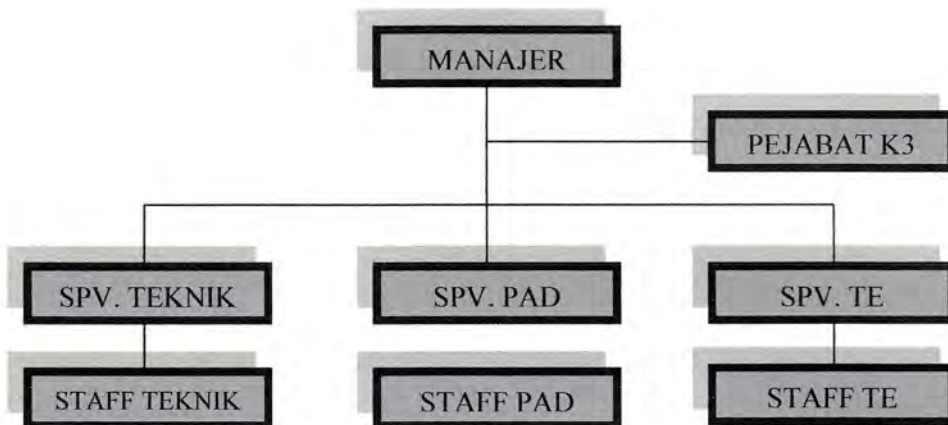
Listrik untuk kehidupan yang lebih baik (*Elektricity for a Better life*).

2.5. Struktur Organisasi PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur

Setiap perusahaan baik perusahaan pemerintah maupun swasta mempunyai struktur organisasi, karena perusahaan juga merupakan organisasi. Organisasi adalah suatu sistem dari aktivitas kerjasama yang terorganisasi, yang dilaksanakan oleh sejumlah orang untuk mencapai tujuan bersama. Dalam struktur organisasi ditetapkan tugas-tugas wewenang dan tanggung jawab setiap orang dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan serta bagaimana hubungan satu dengan yang lain.

Pengaturan ini dihubungkan dengan pencapaian instansi yang telah diterapkan sebelumnya. Wadah tersebut disusun dalam suatu struktur organisasi dalam instansi. Melalui struktur organisasi yang baik, pengaturan pelaksanaan dapat diterapkan, sehingga efisiensi dan efektivitas kerja dapat di wujudkan melalui kerja sama dengan koordinasi yang baik sehingga tujuan perusahaan dapat tercapai.

Dalam menjalankan tugas-tugasnya, PT. PLN memiliki struktur organisasi yang tertata menurut fungsi dan golongannya. Tujuan adanya struktur organisasi adalah untuk pencapaian kerja/pendelegasian dalam organisasi yang berdasarkan pada pola hubungan kerja serta lalu lintas wewenang dan tanggung jawab. Pada gambar 2.1 memperlihatkan struktur organisasi PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur.



Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur
(Sumber : PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur)

2.6. Uraian Tugas di PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur

Adapaun uraian tugas di PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur adalah sebagai berikut :

a) Manajer ULP

Tugas dan tanggung jawab utama untuk setiap jabatan Manajer Rayon PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur adalah sebagai berikut:

1. Memonitoring pencapaian target kinerja termasuk pencapaian penjualan tenaga listrik.
2. Mengevaluasi pencapaian kinerja unitnya secara berkala.
3. Memonitoring pelaksanaan program kerja peningkatan mutu dan keandalan sistem distribusi serta pengoperasian dan pemeliharaan jaringan distribusi.
4. Mengkoordinir pelaksanaan program kerja penurunan susut distribusi.

5. Memonitoring pelaksanaan Keselamatan Ketenagalistrikan dan keamanan Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
6. Memonitoring pelaksanaan pelayanan Penyambungan Baru (PB)/Perubahan Daya (PD) dan administrasi pelanggan, pelaksanaan pembacaan meter, pengelolaan rekening dan pengelolaan piutang pelanggan.
7. Mengkoordinasikan komunikasi dan hubungan dengan pelanggan.
8. Memonitoring pelaksanaan administrasi Sumber Daya Manusia (pegawai dan outsourcing).
9. Mengkoordinasikan penerimaan dana receipt, penerimaan dan pengeluaran dana imprest untuk operasional.

b) Pejabat K3

Tugas dan tanggung jawab utama untuk jabatan setiap Pejabat K3 PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur adalah membina keamanan lingkungan kerja, pengendalian keselamatan kerja dan menerapkan pemakaian APD pada saat pengerjaan.

c) SPV. Teknik

Bertanggung jawab dalam merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan jaringan distribusi untuk meningkatkan keandalan, keamanan, mutu dan efisiensi jaringan distribusi. Rincian tugas pokok sebagai berikut:

1. Merencanakan penyusunan Program Rencana Kerja (PRK)
2. Melaksanakan dan mengevaluasi kegiatan pemeliharaan jaringan distribusi sesuai SOP dan anggaran yang ditetapkan.

3. Merencanakan kebutuhan material operasi dan pemeliharaan untuk meningkatkan keandalan dan keamanan jaringan distribusi termasuk PRK.
4. Melaksanakan koordinasi dengan rayon dan bagian terkait dalam pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan jaringan distribusi.
5. Menyiapkan peralatan kerja untuk operasi dan pemeliharaan jaringan distribusi.
6. Mengawasi dan memonitor ketersediaan dan penggunaan material.

d) SPV. PAD

Bertanggung jawab atas terlaksananya kegiatan fungsi pelayanan pelanggan, administrasi pelanggan, dan pengelolaan pendapatan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dan pengamanan pendapatan. Rincian tugas pokok sebagai berikut :

1. Melaksanakan dan mensupervisi fungsi pelayanan pelanggan sesuai proses bisnis.
2. Melaksanakan kunjungan pelanggan potensial (TM/TT)
3. Menyiapkan rencana tingkat mutu pelayanan secara periodik dan menindak lanjuti pencapaian TMP.
4. Melaksanakan kegiatan riset pasar dan menyusun data potensi pasar (*Captive Power*)
5. Mengolah peta Segmentasi Pelanggan.
6. Memastikan proses PB/PD dan SPJBTL pelanggan potensial sesuai kewenangannya.

7. Memonitor penerbitan SIP/SPJBTL.
8. Memonitor mutasi data induk langganan dan memelihara arsip induk langganan.
9. Memonitor laporan penagihan lain-lain (multi guna, P2TL, BP)
10. Memonitor dan mensupervisi pengendalian piutang pelanggan.
11. Memonitor proses pemutusan sementara, bongkar rampung, piutang ragu-ragu dan usulan penghapusan piutang.
12. Memonitor proses pemutusan sementara, bongkar rampung, piutang ragu-ragu dan usulan penghapusan piutang.

e) SPV. TE

Bertanggung jawab atas kegiatan pemeliharaan meter transaksi untuk akurasi pengukuran pemakaian energi listrik. Rincian tugas pokok sebagai berikut:

1. Memonitor program pemeliharaan meter transaksi yang disebabkan oleh meter rusak, buram, macet dan tua.
2. Memonitor pelaksanaan pemasangan dan pemeliharaan AMR.
3. Merencanakan kebutuhan Kwh meter untuk pemeliharaan.
4. Memonitor pelaksanaan hasil penerapan metrology secara berkala.
5. Menyiapkan dan pendukung RKAP untuk kebutuhan pemeliharaan meter transaksi.
6. Memonitor pekerjaan pemeliharaan dan tera ulang APP serta Meter Elektronik (ME) dan sistem AMR yang dikerjakan pihak ketiga.

7. Melaksanakan pengujian alat ukur, pembatas dan kelengkapannya untuk material baru atau bekas andal.

2.7. Produk

Perusahaan Listrik Negara (PLN) ditetapkan sebagai Perusahaan Umum Listrik Negara dengan tugas menyediakan tenaga listrik bagi kepentingan umum. "*Listrik Pintar*" Inilah inovasi terkini dari layanan PLN yang lebih menjanjikan Kemudahan, Kebebasan dan Kenyamanan bagi pelanggannya : *Listrik Pintar – Solusi isi ulang dari PLN !* Dengan listrik pintar, setiap pelanggan bisa mengendalikan sendiri penggunaan listriknya sesuai kebutuhan dan kemampuannya. PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur memiliki prestasi atau program yang berhasil dicapai adalah penurunan tunggakan.

BAB 3

LANDASAN TEORI

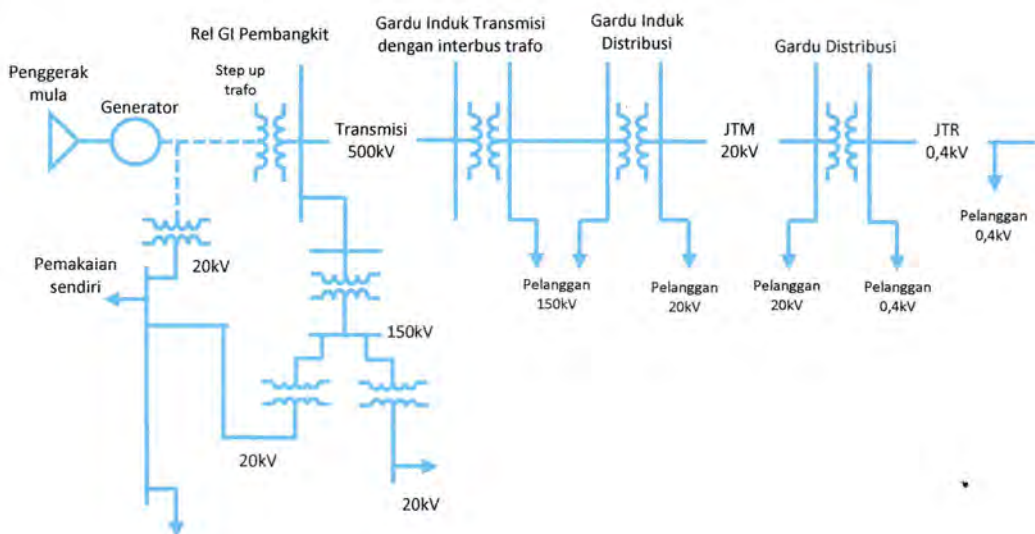
3.1. Pengertian Sistem Distribusi Tenaga Listrik

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

- a) Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (konsumen).
- b) Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan.

karena catu daya pada pusat beban dilayani langsung melalui jaringan distribusi. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik besar dengan tegangan dari 11 kV sampai 24 kV dinaikkan tegangannya oleh gardu induk dengan transformator penaik tegangan menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV atau 500 kV kemudian disalurkan melalui saluran transmisi. Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2 \cdot R$). Dengan daya yang sama bila nilai tegangannya diperbesar, maka arus yang mengalir semakin kecil sehingga kerugian daya juga akan kecil pula. Dari saluran transmisi, tegangan diturunkan lagi menjadi 20 kV dengan transformator penurun tegangan pada gardu induk distribusi, kemudian dengan sistem tegangan tersebut

penyaluran tenaga listrik dilakukan oleh saluran distribusi primer. Dari saluran distribusi primer inilah gardu-gardu distribusi mengambil tegangan untuk diturunkan tegangannya dengan trafo distribusi menjadi sistem tegangan rendah, yaitu 220/380 Volt . Selanjutnya disalurkan oleh saluran distribusi sekunder ke konsumen-konsumen. Gambar 3.1 memperlihatkan *line diagram* sistem penyaluran tenaga listrik.



Gambar 3.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik
(Sumber : Penulis, 2019)

3.2. Pengelompokan Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Untuk kemudahan dan penyederhanaan, lalu diadakan pembagian serta pembatasan-pembatasan seperti pada Gambar 3.2 :

Daerah I : Bagian pembangkitan (Generation).

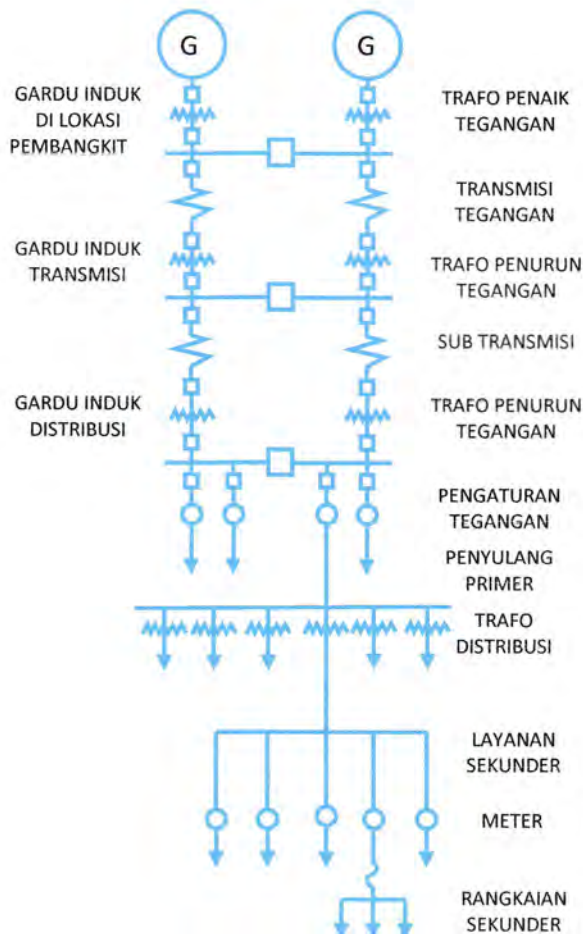
Daerah II : Bagian penyaluran (Transmission) , bertegangan tinggi (HV,UHV,EHV).

Daerah III : Bagian Distribusi Primer, bertegangan menengah (6 atau 20 kV).

Daerah IV : (Di dalam bangunan pada beban/konsumen), Instalasi, bertegangan rendah.

Berdasarkan pembatasan-pembatasan tersebut, maka diketahui bahwa porsi materi Sistem Distribusi adalah Daerah III dan IV, yang pada dasarnya dapat diklasifikasikan menurut beberapa cara, bergantung dari segi apa klasifikasi itu dibuat. Dengan demikian ruang lingkup Jaringan Distribusi adalah:

- a) SUTM, terdiri dari : Tiang dan peralatan kelengkapannya, konduktor dan peralatan per-lengkapannya, serta peralatan pengaman dan pemutus.
- b) SKTM, terdiri dari : Kabel tanah, indoor dan outdoor termination, batu bata, pasir dan lain-lain.
- c) Gardu trafo, terdiri dari : Transformator, tiang, pondasi tiang, rangka tempat trafo, LV panel, pipa-pipa pelindung, Arrester, kabel-kabel, transformer band, peralatan grounding, dan lain-lain.
- d) SUTR dan SKTR terdiri dari: sama dengan perlengkapan/ material pada SUTM dan SKTM. Yang membedakan hanya dimensinya.



Gambar 3.2 Pembagian Tegangan Sistem Tenaga Listrik
(Sumber : Penulis, 2019)

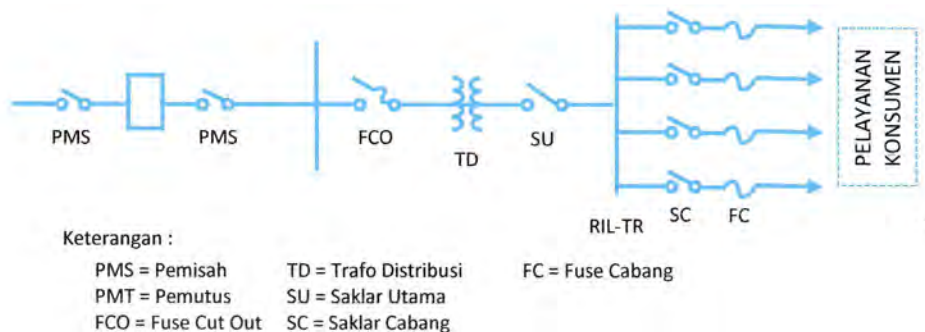
3.3. Jaringan Sistem Distribusi Sekunder

Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Sistem ini biasanya disebut sistem tegangan rendah yang langsung akan

dihubungkan kepada konsumen/pemakai tenaga listrik dengan melalui peralatan-peralatan sebagai berikut :

- a) Papan pembagi pada trafo distribusi
- b) Hantaran tegangan rendah (saluran distribusi sekunder).
- c) Saluran Layanan Pelanggan (SLP) (ke konsumen/pemakai)
- d) Alat Pembatas dan pengukur daya (kWH. meter) serta fuse atau pengaman pada pelanggan.

Komponen saluran distribusi sekunder seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3 Komponen Sistem Distribusi
(Sumber : Penulis, 2019)

3.4. Gardu Distribusi

Gardu listrik pada dasarnya adalah rangkaian dari suatu perlengkapan hubung bagi ;

- a) PHB tegangan menengah;
- b) PHB tegangan rendah.

Masing-masing dilengkapi gawai-gawai kendali dengan komponen proteksinya. Jenis-jenis gardu listrik atau gardu distribusi didesain berdasarkan maksud dan tujuan penggunaannya sesuai dengan peraturan Pemda setempat, yaitu:

1. Gardu Distribusi konstruksi beton (Gardu Beton).
2. Gardu Distribusi konstruksi metal clad (Gardu besi).
3. Gardu Distribusi tipe tiang portal, dan Distribusi tipe tiang cantol (Gardu Tiang).
4. Gardu Distribusi mobil tipe kios, dan Gardu Distribusi mobil tipe trailer (Gardu Mobil).

Komponen-komponen gardu :

- a) PHB sisi tegangan rendah.
- b) PHB pemisah saklar daya).
- c) PHB pengaman transformator).
- d) PHB sisi tegangan rendah.
- e) Pengaman tegangan rendah.
- f) Sistem pembumian.
- g) alat-alat indikator.

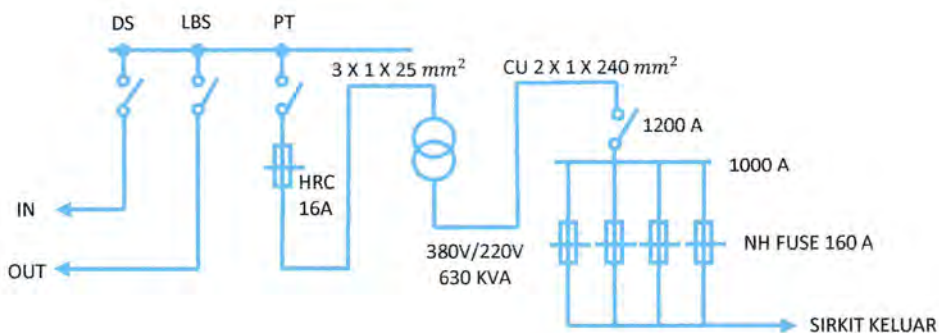
Instalasi perlengkapan hubung bagi tegangan rendah berupa PHB TR atau rak TR terdiri atas 3 bagian, yaitu :

1. Sirkuit masuk + sakelar;
2. Rel pembagi;
3. Sirkuit keluar + pengaman lebur maksimum 8 sirkuit.

Spesifikasi mengikuti kapasitas transformator distribusi yang dipakai.

Instalasi kabel daya dan kabel kontrol, yaitu KHA kabel daya antara kubikel ke

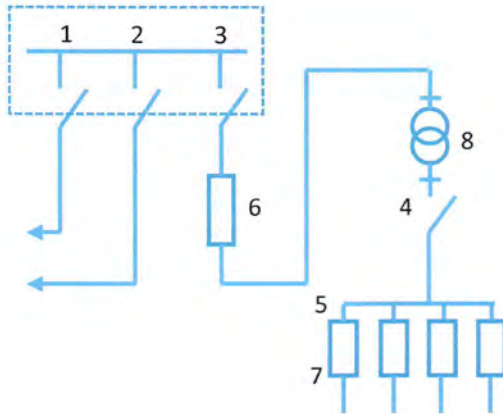
transformator minimal 125 % arus beban nominal transformator. Pada beban konstruksi memakai kubikel TM single core Cu : 3 x 1 x 25 mm² atau 3x1x35mm². Antara transformator dengan Rak TR memakai kabel daya dengan KHA 125 % arus nominal. Pada beberapa instalasi memakai kabel inti tunggal masing-masing kabel perfasa, Cu 2 x 3 x 1 x 240 mm² + 1 x 240 mm².



Gambar 3.4 Contoh Gambar Monogram Gardu Distribusi
(Sumber : Penulis, 2019)

3.4.1. Gardu Beton

Yaitu gardu distribusi yang bangunan pelindungnya terbuat dari beton (campuran pasir, batu dan semen). Gardu beton termasuk gardu jenis pasangan dalam, karena pada umumnya semua peralatan penghubung/pemutus, pemisah dan trafo distribusi terletak di dalam bangunan beton. Dalam pembangunannya semua peralatan tersebut di disain dan diinstalasi di lokasi sesuai dengan ukuran bangunan gardu. Gambar 3.5 memperlihatkan sebuah line diagram gardu beton.



Keterangan :

1. Kabel masuk-pemisah atau saklar beban (load break)
2. Kabel keluar-saklar beban (load break)
3. Pengaman transformator-saklar beban+pengaman lebur
4. Saklar beban sisi TR
5. Rak TR dengan 4 sirkit
6. Pengaman lebur TM (HRC-Fuse)
7. Pengaman lebur TR (NH-Fuse)
8. Transformer

Gambar 3.5 Bagan Satu garis Gardu Beton
(Sumber : Penulis, 2019)

Gardu distribusi konstruksi beton dapat kita lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.6 Bangunan Gardu Beton
(Sumber : Penulis, 2019)

Ketentuan teknis komponen gardu beton, komponen tegangan menengah (contoh rujukan PHB tegangan menengah), yaitu :

1. Tegangan perencanaan 25 kV.
2. Power frekuensi withstand voltage 50 kV untuk 1 menit.

3. Impulse withstand voltage 125 kV.
4. Arus nominal 400A.
5. Arus nominal transformator 50A.
6. Arus hubung singkat dalam 1 detik 12,5 kA.
7. Short circuit making current 31,5 kA.

Komponen tegangan rendah (contoh rujukan PHB tegangan rendah), yaitu :

1. Tegangan perencanaan 414 Volt(fasa-fasa).
2. Power frekuensi withstand 3 kV untuk 1 menit test fasa-fasa.
3. Impulse withstand voltage 20 kV.
4. Arus perencanaan rel/busbar 800 A, 1.200 A, 1.800 A.
5. Arus perencanaan sirkit keluar 400A.
6. Test ketahanan tegangan rendah.

Tabel 3.1 Harga Efektif (RMS)

Harga Efektif (RMS)		
Rel	(Waktu 0,5 detik)	Peak
800 A	16 kA	32 kA
1200 A	25 kA	52 kA
1800 A	32 kA	72 kA

(Sumber : Teknik Distribusi Tenaga Listrik, 2008)

3.4.2. Gardu Metal Clad (Gardu Besi)

Yaitu gardu distribusi yang bangunan pelindungnya terbuat dari besi. Gardu besi termasuk gardu jenis pasangan dalam, karena pada umumnya semua peralatan penghubung/pemutus, pemisah dan trafo distribusi terletak di dalam bangunan besi. Semua peralatan tersebut sudah di instalasi di dalam bangunan besi, sehingga dalam pembangunannya pelaksana pekerjaan tinggal menyiapkan pondasinya saja.



Gambar 3.7 Gardu Besi
(Sumber : Penulis, 2019)

3.4.3. Gardu Tipe Tiang Portal

Gardu Tiang portal, yaitu gardu distribusi yang bangunan pelindungnya/penyangganya terbuat dari tiang. Dalam hal ini trafo distribusi terletak dibagian atas tiang. Karena trafo distribusi terletak pada bagian atas tiang, maka gardu tiang hanya dapat melayani daya listrik terbatas, mengingat berat trafo yang relatif tinggi, sehingga tidak mungkin menempatkan trafo berkapasitas besar di bagian atas tiang (± 5 meter di atas tanah). Untuk gardu tiang dengan trafo satu fasa kapasitas yang ada maksimum 50 KVA, sedang gardu tiang dengan trafo tiga

fasa kapasitas maksimum 160 KVA (200 kVA). Trafo tiga fasa untuk gradu tiang ada dua macam, yaitu trafo 1x3 fasa dan trafo 3x1 fasa. Gambar 3.8 memperlihatkan sebuah gardu distribusi tiang tipe portal lengkap dengan perlengkapan proteksinya dan panel distribusi tegangan rendah yang terletak di bagian bawah tiang (tengah). Gardu portal adalah gardu listrik tipe terbuka (outdoor) yang memakai konstruksi tiang/menara kedudukan transformator minimal 3 meter diatas platform. Umumnya memakai tiang beton ukuran 2x500 daN. Gambar 3.8 memperlihatkan sebuah Gardu Tiang Tipe Portal dan Midel Panel.



Gambar 3.8 Gardu Tiang Tipe Portal dan Midel Panel
(Sumber : Penulis, 2019)

Perlengkapan peralatan terdiri atas :

1. Fuse cut out.
2. Arrester lighting.
3. Transformer type 250, 315, 400 WA.

4. Satu lemari PHB tegangan rendah maksimal 4 jurusan.
5. Isolator tumpu atau gantung.
6. Sistem pentanahan.



Gambar 3.9 Bagan Satu Garis Gardu Tiang Tipe Portal
(Sumber : Penulis, 2019)

3.4.4. Gardu Tiang Tipe Cantol

Gardu cantol adalah type gardu listrik dengan transformator yang dicantolkan pada tiang listrik besarnya kekuatan tiang minimal 500 daN. Instalasi gardu dapat berupa :

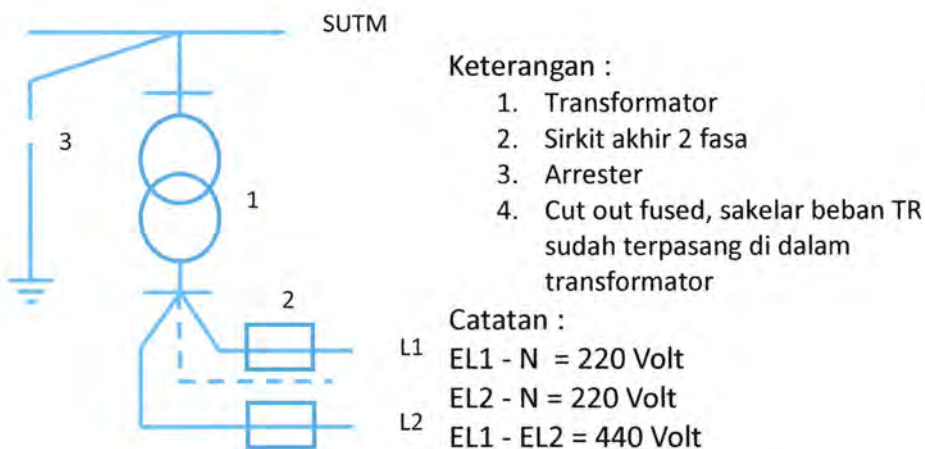
- a) 1 Cut out fused.
- b) 1 lighting arrester.
- c) 1 panel PHB tegangan rendah dengan 2 jurusan atau transformator completely self protected (CSP - Transformator).

Sambungan Gardu Tiang Tipe Cantol ialah :

1. Gardu cantol 1 fasa dengan transformator CSP (completely self protected) untuk pelayanan satu fasa.

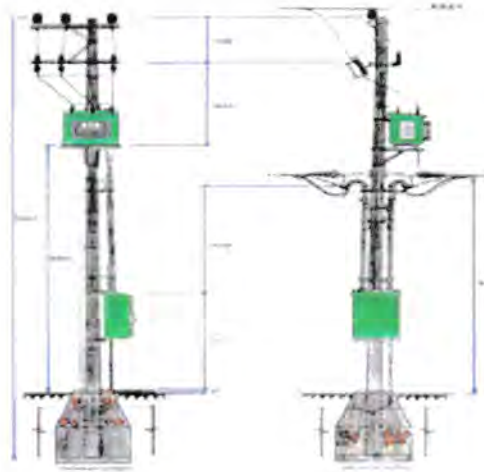
2. Untuk pelayanan sistem 3 fasa memakai 3 buah trafo 1 fasa dengan titik netral di gabungkan dari tiap-tiap transformator menjadi satu.
3. Instalasi dalam PHB terbagi atas 6 bagian utama.
4. Instalasi switch gear tegangan menengah.
5. Instalasi switch gear tegangan rendah.
6. Instalasi transformator.
7. Instalasi kabel tenaga dan kabel kontrol.
8. Instalasi pembumian.
9. Bangunan fisik gardu.

Pada gambar 3.10 memperlihatkan diagram satu garis gardu tipe tiang cantol.



Gambar 3.10 Bagan Satu Garis Gardu Tiang Tipe Cantol
 (Sumber : Suhadi, 2008)

Pada gambar 3.11 memperlihatkan konstruksi gardu tiang tiga fasa tipe cantol.



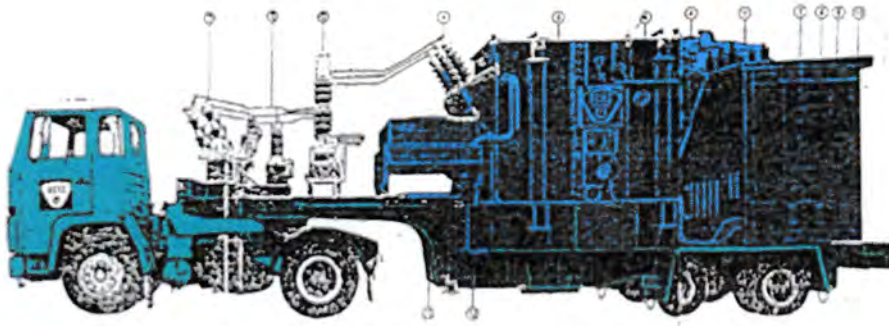
Gambar 3.11 Gardu Tiang Tiga Fasa Tipe Cantol
(Sumber : Penulis, 2019)

3.4.5. Gardu Mobil

Yaitu gardu distribusi yang bangunan pelindungnya berupa sebuah mobil (diletakkan diatas mobil), sehingga bisa dipindah-pindah sesuai dengan tempat yang membutuhkan. Oleh karenanya gardu mobil ini pada umumnya untuk pemakaian sementara (darurat), yaitu untuk mengatasi kebutuhan daya yang sifatnya temporer. Secara umum ada dua jenis gardu mobil, yaitu pertama gardu mobil jenis pasangan dalam (mobil boks) dimana semua peralatan gardu berada di dalam bangunan besi yang mirip dengan gardu besi. Kedua, gardu mobil jenis pasangan luar, yaitu gardu yang berada diatas mobil trailer, sehingga bentuk pisiknya lebih panjang dan semua peralatan penghubung/pemutus, pemisah dan trafo distribusi tampak dari luar. Gambar 3.12 memperlihatkan sebuah gardu distribusi berupa gardu mobil pasangan luar berada diatas trailer. Gardu distribusi

jenis trailer ini umumnya berkapasitas lebih besar daripada yang jenis mobil. Hal ini bisa dilihat dari konstruksi peralatan penghubung yang digunakan.

Pada setiap gardu distribusi umumnya terdiri dari empat ruang (bagian) yaitu, bagian penyambungan/pemutusan sisi tegangan tinggi, bagian pengukuran sisi tegangan tinggi, bagian trafo distribusi dan bagian panel sisi tegangan rendah. Pada gardu beton dan gardu metal bagian-bagian tersebut tersekat satu dengan lainnya, sedang pada gardu tiang panel distribusi tegangan rendah diletakkan pada bagian bawah tiang. Pada gardu distribusi, sistem pengaman yang digunakan umumnya berupa arrester untuk mengantisipasi tegangan lebih (*over voltage*), kawat tanah (*ground wire*) untuk melindungi saluran fasa dari sambaran petir dan sistem pentanahan untuk menetralkan muatan lebih, serta sekering pada sisi tegangan tinggi (*fuse cut out*) untuk memutus rangkaian jika terjadi arus lebih (beban lebih). Secara visual "Fuse Cut Out" ini dari bawah (jauh) tampak sedang on atau off. Arrester dipasang di bagian luar gardu distribusi, yaitu pada SUTM tempat penyambungan ke gardu distribusi. "Fuse cut out" dipasang dekat arrester atau bias juga dipasang di dalam gardu, jika jarak antara titik penyambungan dan gardu distribusi relatif jauh dan saluran cabang menuju gardu distribusi menggunakan kabel tanah. Untuk gardu tiang dan gardu mobil "Fuse Cut Out" di pasang pada bagian atas tiang terdekat (titik jumper).



Gambar 3.12 Gardu Mobil
(Sumber : Suhadi, 2008)

Gambar 3.13 memperlihatkan visual pemutus beban 20 kV tipe “fuse cute out”



Gambar 3.13 Pemutus Beban 20kV tipe “Fuse Cut Out”
(Sumber : Penulis, 2019)

3.5. Transformator

Transformator atau lebih dikenal dengan nama “transformer” atau “trafo” sejatinya adalah suatu peralatan listrik yang mengubah daya listrik AC pada satu level tegangan yang satu ke level tegangan lain berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik tanpa merubah frekuensinya. Transformator biasa digunakan untuk mentransformasikan tegangan (menaikkan atau menurunkan tegangan AC). Selain itu, transformator juga dapat digunakan untuk sampling tegangan, sampling arus, dan juga mentransformasi impedansi. Transformator terdiri dari dua atau lebih kumparan yang membungkus inti besi feromagnetik. Kumparan-kumparan tersebut biasanya satu sama lain tidak dihubungkan secara langsung. Kumparan yang satu dihubungkan dengan sumber listrik AC (kumparan primer) dan kumparan yang lain mensuplai listrik ke beban (kumparan sekunder).

Transformator bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik. Ketika Kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan perubahan medan magnet. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi. Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluksi yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan, sehingga fluks magnet yang timbulkan akan mengalir ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul ggl induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (mutual inductance). Bila pada rangkaian sekunder ditutup (rangkaiian beban) maka akan mengalir arus pada kumparan sekunder. Jika efisiensi sempurna (100%), semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder.

Bagian utama transformator adalah dua buah kumparan yang keduanya dililitkan pada sebuah inti besi lunak. Kedua kumparan tersebut memiliki jumlah lilitan yang berbeda. Kumparan yang dihubungkan dengan sumber tegangan AC disebut kumparan primer, sedangkan kumparan yang lain disebut kumparan sekunder.

Jika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan AC (dialiri arus listrik AC), besi lunak akan menjadi elektromagnet. Karena arus yang mengalir tersebut adalah arus AC, garis-garis gaya elektromagnet selalu berubah-ubah. Oleh karena itu, garis-garis gaya yang dilingkupi oleh kumparan sekunder juga berubah-ubah. Perubahan garis gaya itu menimbulkan GGL induksi pada kumparan sekunder. Hal itu menyebabkan pada kumparan sekunder mengalir arus AC (arus induksi).

3.6. Prinsip Kerja Transformator

Transformator merupakan suatu alat listrik statis, yang dipergunakan untuk memindahkan daya dari satu rangkaian ke rangkaian lain, dengan mengubah tegangan, tanpa mengubah frekuensi. Dalam bentuknya yang paling sederhana transformator terdiri atas dua kumparan dan satu induktansi mutual. Kumparan primer adalah yang menerima daya, dan kumparan sekunder tersambung pada beban. Kedua kumparan dibelit pada suatu inti yang terdiri atas material magnetik berlaminasi.

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik

ini menginduksikan GGL dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder.

3.7. Komponen Transformator

Komponen transformator terdiri dari dua bagian, yaitu peralatan utama dan peralatan bantu. Peralatan utama transformator terdiri dari :

a) Kumparan transformator

Kumparan trafo terdiri dari beberapa lilitan kawat tembaga yang dilapisi dengan bahan isolasi (karton, pertinax, dll) untuk mengisolasi baik terhadap inti besi maupun kumparan lain. Untuk trafo dengan daya besar lilitan dimasukkan dalam minyak trafo sebagai media pendingin. Banyaknya lilitan akan menentukan besar tegangan dan arus yang ada pada sisi sekunder. Kadang kala transformator memiliki kumparan tertier. Kumparan tertier diperlukan untuk memperoleh tegangan tertier atau untuk kebutuhan lain. Untuk kedua keperluan tersebut, kumparan tertier selalu dihubungkan delta. Kumparan tertier sering juga untuk dipergunakan penyambungan peralatan bantu seperti kondensator synchrone, kapasitor shunt dan reactor shunt.

b) Inti besi transformator

Dibuat dari lempengan-lempengan feromagnetik tipis yang berguna untuk mempermudah jalan fluksi yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Inti besi ini juga diberi isolasi untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh arus eddy "Eddy Current".

c) Minyak transformator

Minyak transformator berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Minyak traformator mempunyai sifat media pemindah panas (disirkulasi) dan mempunyai daya tegangan tembus tinggi. Pada power transformator, terutama yang berkapasitas besar, kumparan-kumparan dan inti besi transformator direndam dalam minyak-trafo. Syarat suatu cairan bisa dijadikan sebagai minyak trafo adalah sebagai berikut:

1. Ketahanan isolasi harus tinggi ($>10\text{kV/mm}$).
2. Berat jenis harus kecil, sehingga partikel-partikel inert di dalam minyak dapat mengendap dengan cepat.
3. Viskositas yang rendah agar lebih mudah bersirkulasi dan kemampuan pendinginan menjadi lebih baik.
4. Titik nyala yang tinggi, tidak mudah menguap yang dapat membahayakan.
5. Tidak merusak bahan isolasi padat.
6. Sifat kimia yang stabil.

Tabel 3.2 Keterangan Minyak Transformator

No	Sifat Minyak Isolasi	Satuan	Klas I/ Klas II	Metode Uji	Tempat Uji
1	Kejernihan	-	Jernih	IEC 296	Di tempat
	Masa Jenis (20°C)	g/cm ³	<0.895	IEC 296	Lab
3	Viskositas (20°C)	cSt	<40 <25	IEC 296	Lab
	Kinematik - (15°C)	cSt	<800		
	Kinematik - (30°C)	cSt	<1800		
4	Titik Nyala	°C	>140 >100	IEC 296A	Lab
5	Titik Tuang	°C	<30 < 40	IEC 296A	Lab
6	Angka Kenetralan	mgKOH/g	<0.03	IEC 296	Lab
7	Korosi Belerang	-	Tidak Korosif	IEC 296	Ditempat/ Lab
8	Tegangan Tembus	kV/2,5mm	> 30 > 50	IEC 156& IEC 296	Ditempat/ Lab
9	Faktor Kebocoran Dielektrik	-	< 0,05	IEC 250 IEC 474 & IEC 74	Lab
10	Ketahanan Oksidasi a. Angka Kenetralan b. Kotoran	mgKOH/ g %	< 0,40 < 0,10	IEC 74	Lab

Sumber: Crostech Oil Tes Report

(Sumber : Suhadi, 2008)

d) Bushing

Sebuah konduktor (porselin) yang menghubungkan kumparan transformator dengan jaringan luar. Bushing diselubungi dengan suatu isolator dan berfungsi sebagai konduktor tersebut dengan tangki transformator. Selain itu juga bushing juga berfungsi sebagai pengaman hubung singkat antara kawat yang bertegangan dengan tangki trafo.

e) Tangki dan konservator

Pada umumnya bagian-bagian dari trafo yang terendam minyak trafo ditempatkan di dalam tangki baja. Tangki trafo-trafo distribusi umumnya dilengkapi dengan sirip-sirip pendingin (*cooling fin*) yang berfungsi memperluas permukaan dinding tangki, sehingga penyaluran panas minyak pada saat konveksi menjadi semakin baik dan efektif untuk menampung pemuaiannya minyak trafo, tangki dilengkapi dengan konservator.

BAB 4

PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI

DI PT. PLN (PERSERO) ULP MEDAN TIMUR

4.1. Umum (Pemeliharaan)

Trafoformator distribusi adalah merupakan komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Kerusakan pada transformator distribusi menyebabkan kontinuitas pelayanan terhadap konsumen akan terganggu. Di Indonesia kebutuhan energi listrik pada umumnya di supply oleh PT. PLN (Persero) kecuali untuk daerah-daerah jauh dari jaringan PLN. Untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen banyak digunakan Transformator Distribusi. Dari data-data yang diperoleh pada PT. PLN (persero) ULP Medan Timur banyak dijumpai rating Transformator Distribusi yang tidak sesuai dengan kebutuhan beban, tegangan pada ujung konsumen turun dan pemeliharaan tidak teratur, sehingga sering terjadi pemadaman-pemadaman yang menimbulkan kerugian baik pada PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur maupun pada masyarakat. Untuk mengatasi masalah di atas dapat dibuat suatu program peningkatan kegiatan pemeliharaan yang terencana, dan terjadwal.

4.1.1. Pengertian dan Tujuan Pemeliharaan

Pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah serangkaian tindakan atau proses kegiatan untuk mempertahankan kondisi dan meyakinkan bahwa

peralatan dapat berfungsi sebagaimana mestinya sehingga dapat dicegah terjadinya gangguan yang menyebabkan kerusakan. Tujuan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik dan menjamin keandalan sistem, antara lain :

1. Untuk meningkatkan reliability, availability dan efficiency.
2. Untuk memperpanjang umur peralatan.
3. Mengurangi resiko terjadinya kegagalan atau kerusakan peralatan.
4. Meningkatkan Safety peralatan.
5. Mengurangi lama waktu padam akibat sering gangguan.

Faktor yang paling dominan dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah pada sistem isolasi. Isolasi disini meliputi isolasi keras (padat) dan isolasi minyak (cair). Suatu peralatan akan sangat mahal bila isolasinya sangat bagus, dari demikian isolasi merupakan bagian yang terpenting dan sangat menentukan umur dari peralatan. Untuk itu kita harus memperhatikan / memelihara sistem isolasi sebaik mungkin, baik terhadap isolasinya maupun penyebab kerusakan isolasi. Dalam pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi kita membedakan antara pemeriksaan / *monitoring* (melihat, mencatat, meraba serta mendengar) dalam keadaan operasi dan memelihara (kalibrasi / pengujian, koreksi / *resetting* serta memperbaiki / membersihkan) dalam keadaan padam. Pemeriksaan atau *monitoring* dapat dilaksanakan oleh operator atau petugas patrol setiap hari dengan sistem *check list* atau catatan saja. Sedangkan pemeliharaan harus dilaksanakan oleh regu pemeliharaan.

4.1.2. Jenis – Jenis Pemeliharaan

Jenis-jenis pemeliharaan peralatan adalah sebagai berikut :

- a. Predictive Maintenance (Conditional Maintenance) adalah pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memprediksi kondisi suatu peralatan listrik, apakah dan kapan kemungkinannya peralatan listrik tersebut menuju kegagalan. Dengan memprediksi kondisi tersebut dapat diketahui gejala kerusakan secara dini. Cara yang biasa dipakai adalah memonitor kondisi secara online baik pada saat peralatan beroperasi atau tidak beroperasi. Untuk ini diperlukan peralatan dan personil khusus untuk analisa. Pemeliharaan ini disebut juga pemeliharaan berdasarkan kondisi (*Condition Base Maintenance*).
- b. Preventive Maintenance (Time Base Maintenance) adalah kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan secara tiba-tiba dan untuk mempertahankan unjuk kerja peralatan yang optimum sesuai umur teknisnya. Kegiatan ini dilaksanakan secara berkala dengan berpedoman kepada : Instruction Manual dari pabrik, standar-standar yang ada (IEC,CIGRE, dll) dan pengalaman operasi di lapangan. Pemeliharaan ini disebut juga dengan pemeliharaan berdasarkan waktu (*Time Base Maintenance*).
- c. Corrective Maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan dengan berencana pada waktu-waktu tertentu ketika peralatan listrik mengalami kelainan atau unjuk kerja rendah pada saat menjalankan fungsinya dengan tujuan untuk mengembalikan pada kondisi semula disertai perbaikan dan penyempurnaan instalasi. Pemeliharaan ini disebut juga

Curative Maintenance, yang bisa berupa *Trouble Shooting* atau penggantian part/bagian yang rusak atau kurang berfungsi yang dilaksanakan dengan terencana.

- d. Breakdown Maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan mendadak yang waktunya tidak tertentu dan sifatnya darurat. Pelaksanaan pemeliharaan peralatan dapat dibagi 2 macam :
- Pemeliharaan yang berupa monitoring dan dilakukan oleh petugas operator atau petugas patroli bagi Gardu Induk yang tidak dijaga (GITO – Gardu Induk Tanpa Operator).
 - Pemeliharaan yang berupa pembersihan dan pengukuran yang dilakukan oleh petugas pemeliharaan.

4.1.3. Penyebab Gangguan Trafo

Penyebab gangguan pada trafo adalah sebagai berikut :

- a. Tegangan lebih akibat petir

Gangguan ini terjadi akibat sambaran petir yang mengenai kawat phasa, sehingga menimbulkan gelombang berjalan yang merambat melalui kawat phasa tersebut dan menimbulkan gangguan pada trafo. Hal ini dapat terjadi karena arrester yang terpasang tidak berfungsi dengan baik, akibat kerusakan peralatan/pentanahan yang tidak ada. Pada kondisi normal, arrester akan mengalirkan arus bertegangan lebih yang muncul akibat sambaran petir ke tanah. Tetapi apabila terjadi kerusakan pada arrester, arus petir tersebut tidak akan dialirkan ke tanah oleh arrester sehingga mengalir ke trafo. Jika tegangan lebih tersebut lebih besar dari kemampuan isolasi

trafo, maka tegangan lebih tersebut akan merusak lilitan trafo dan mengakibatkan hubungan singkat antar lilitan.

b. Overload dan beban tidak seimbang

Overload terjadi karena beban yang terpasang pada trafo melebihi kapasitas maksimum yang dapat dipikul trafo dimana arus beban melebihi arus beban penuh (*full load*) dari trafo. *Overload* akan menyebabkan trafo menjadi panas dan kawat tidak sanggup lagi menahan beban, sehingga timbul panas yang menyebabkan naiknya suhu lilitan tersebut. Kenaikan ini menyebabkan rusaknya isolasi lilitan pada kumparan trafo.

c. Loss contact pada terminal bushing

Gangguan ini terjadi pada bushing trafo yang disebabkan terdapat kelonggaran pada hubungan kawat phasa (kabel schoen) dengan terminal bushing. Hal ini mengakibatkan tidak stabilnya aliran listrik yang diterima oleh trafo distribusi dan dapat juga menimbulkan panas yang dapat menyebabkan kerusakan belitan trafo.

d. Isolator bocor/bushing pecah

Gangguan akibat isolator bocor/bushing pecah dapat disebabkan oleh :

- Flash Over

Flash Over dapat terjadi apabila muncul tegangan lebih pada jaringan distribusi seperti pada saat terjadi sambaran petir/surja hubung. Bila besar surja tegangan yang timbul menyamai atau melebihi ketahanan impuls isolator, maka kemungkinan akan terjadi flash over pada bushing. Pada system 20 KV, ketahanan impuls isolator adalah 160 kV. Flash over menyebabkan loncatan busur api antara konduktor

dengan bodi trafo sehingga mengakibatkan hubungan singkat fasa ke tanah.



**Gambar 4.1 Gangguan Akibat Isolator Flash Over
(Sumber : Penulis, 2019)**

- Bushing Kotor

Kotoran pada permukaan bushing dapat menyebabkan terbentuknya lapisan penghantar di permukaan bushing. Kotoran ini dapat mengakibatkan jalannya arus melalui permukaan bushing sehingga mencapai body trafo. Umumnya kotoran ini tidak menjadi penghantar sampai endapan kotoran tersebut basah karena hujan/embun.

e. Kegagalan isolasi minyak trafo/packing bocor

Kegagalan isolasi minyak trafo dapat terjadi akibat penurunan kualitas minyak trafo sehingga kekuatan dielektrisnya menurun. Hal ini disebabkan oleh :

- Packing bocor, sehingga air masuk dan volume minyak trafo berkurang.
- Karena umur minyak trafo sudah tua.

4.2. SOP Pemeliharaan Trafo Distribusi pasangan luar (Portal/Cantol)

Adapun SOP pekerjaan Pemeliharaan Transformator Distribusi Pasangan Luar (Portal/Cantol) di PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur adalah sebagai berikut :

4.2.1. Persiapan

- a. Sesuai perintah kerja Asman Pemeliharaan Transformator Distribusi, segera petugas menyiapkan sarana angkutan, peralatan kerja dan peralatan K3.
- b. Melakukan kordinasi dengan Piket Distribusi sehubungan pekerjaan yang direncanakan, sebelum berangkat ke lokasi kerja, dan menginformasikan bahwa regu Har akan melaksanakan pekerjaan Pemeliharaan Transformator Distribusi.

- c. Setelah sampai ke lokasi kerja segera melakukan persiapan dengan menata peralatan kerja, alat ukur dan material serta memakai peralatan K3.
- d. Menginformasikan ke Piket Distribusi bahwa regu Pemeliharaan telah siap untuk melaksanakan pekerjaan Pemeliharaan Transformator Distribusi.

4.2.2. Pelaksanakan Pekerjaan

- a. Membuka PHB TR/LV Panel.
- b. Mengukur tegangan Fasa-Fasa dan Fasa-Netral.
- c. Mengukur beban masing-masing fasa pada masing-masing jurusan.
- d. Melepaskan beban pada masing-masing beban jurusan kemudian saklar utama dan catat jam pelepasan saklar utama.
- e. Laporkan pada piket untuk pelepasan Fuse Cut Out dan catat jam pelepasan beban.
- f. Pasang pembumian pada masing-masing kabel jurusan.
- g. Ukur tahanan kumparan Fasa-Fasa dan Fasa-Netral.
- h. Bersihkan Bushing TR dan TM dengan sekapenk atau alkohol.
- i. Bersihkan Mur/Baut pada Bushing TM/TR sampai Bersih.
- j. Perbaiki atau pengantian sepatu kabel TM/TR apabila sudah rusak/keropos.
- k. Tambah minyak trafo bila level minyaknya kurang.
- l. Pengambilan minyak Transformator sebagai sampel.
- m. Pengetesan minyak Transformator sesuai dengan IEC 156.

- n. Pengecatan bodi Transmator (sebelum di cet permukaan transformator dibersihkan dari kotoran).

4.2.3. Pemeriksaan Pekerjaan Pemeliharaan

- a. Pemeriksaan kondisi fisik bodi transformator dan komponen lainnya, pastikan bahwa kondisi tersebut layak beroperasi.
- b. Periksa kondisi bushing TM/TR, yakinkan bahwa peralatan tersebut layak beroperasi.
- c. Pemberian tegangan pada transformator.
- d. Laporkan pada piket untuk memasukkan Fuse Cut Out.
- e. Memasukkan Fuse Cut Out tanpa beban.
- f. Ukur besar tegangan antara Fasa-Fasa dan Fasa-Netral.
- g. Lakukan pengecekan NT/NH Fuse untuk disesuaikan dengan kapasitas transformator.
- h. Masukkan NT/NH Fuse jurusan secara bertahap.
- i. Lepaskan rambu-rambu K3 yang sudah tidak dipergunakan.
- j. Laporkan pada piket distribusi bahwa pekerjaan pemeliharaan Transformator Distribusi telah selesai dilaksanakan dalam kondisi aman.

4.3. SOP Pemeliharaan Trafo Distribusi pasangan dalam (Beton)

Adapun SOP pekerjaan Pemeliharaan Transformator Distribusi Pasangan Luar (Portal/Cantol) di PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur adalah sebagai berikut :

4.3.1. Persiapan

- a. Sesuai perintah kerja Asman Pemeliharaan Transformator Distribusi, segera petugas menyiapkan sarana angkutan, peralatan kerja dan peralatan K3.
- b. Melakukan kordinasi dengan Piket Distribusi sehubungan pekerjaan yang direncanakan, sebelum berangkat ke lokasi kerja, dan menginformasikan bahwa regu Har akan melaksanakan pekerjaan Pemeliharaan Transformator Distribusi.
- c. Setelah sampai ke lokasi kerja segera melakukan persiapan dengan menata peralatan kerja, alat ukur dan material serta memakai peralatan K3.
- d. Menginformasikan ke Piket Distribusi bahwa regu Pemeliharaan telah siap untuk melaksanakan pekerjaan Pemeliharaan Transformator Distribusi.

4.3.2. Pelaksanaan Pekerjaan

- a. Laporkan pada piket untuk pelepasan PMT kubikel dan catat jam pelepasan beban.
- b. Lepaskan PMS dan atur ke posisi ground/pembumian.
- c. Membuka pintu kubikel.
- d. Mengganti/merawat terminating kabel dan membersihkan kontak sepatu kabel.
- e. Membersihkan kontak-kontak terminal pada kubikel.

- f. Memeriksa kerja mekanis peralatan kontak kubikel, bila perlu perbaiki.
- g. Menguji tahanan isolasi alat kontak kubikel bila perlu perbaiki.
- h. Menguji tahanan kontak kubikel, bila nilainya dibawah 200 Mohm, perbaiki bila perlu ganti dengan kubikel baru.
- i. Menguji keserempakan kubikel bila lebih dari 50 ms, perbaiki dan bila perlu ganti dengan kubikel baru.
- j. Merawat kontak dan peralatan mekanis pemisah tanah pada kubikel.
- k. Menguji tahanan pentanahan kubikel, rak rel TM, rak kabel dan pintu gardu bila nilainya melebihi 2 ohm perbaiki.
- l. Membersihkan/memperbaiki terminal-terminal transformator distribusi TM/TR dan Fuse.
- m. Memeriksa kekencangan baut-baut pengikat pada bushing transformator.
- n. Merawat pemutus beban TR, rel TR, kabel-kabel jurusan dan terminalnya.
- o. Merawat pemutus beban TR dan Fuse Base.
- p. Menguji tegangan tembus (*breakdown*) minyak transformator distribusi, bila kurang dari 80 kV/cm ganti.

4.3.3. Pemeriksaan Pekerjaan Pemeliharaan

- a. Pemeriksaan kondisi fisik bodi transformator dan komponen lainnya, pastikan bahwa kondisi tersebut layak beroperasi.
- b. Periksa kondisi bushing TM/TR, yakinkan bahwa peralatan tersebut layak beroperasi.

- c. Pemberian tegangan pada transformator.
- d. Lapor pada piket untuk memasukkan Fuse Cut Out.
- e. Memasukkan Fuse Cut Out tanpa beban.
- f. Ukur besar tegangan antara Fasa-Fasa dan Fasa-Netral.
- g. Lakukan pengecekan NT/NH Fuse untuk disesuaikan dengan kapasitas transformator.
- h. Masukkan NT/NH Fuse jurusan secara bertahap.
- i. Lepaskan rambu-rambu K3 yang sudah tidak dipergunakan.
- j. Lapor pada piket distribusi bahwa pekerjaan pemeliharaan Transformator Distribusi telah selesai dilaksanakan dalam kondisi aman.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Kebanyakan pemeliharaan transformator distribusi yang dilakukan dilapangan berupa pengencangan konektor longgar dan kotor.
- b. Pemeliharaan Transformator Distribusi di PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur dilaksanakan berdasarkan hasil inpeksi, kemudian perintah kerja dari ASMAN Jaringan, lalu dikerjakan oleh petugas lapangan.

5.2. Saran

- a. Perlunya pemeliharaan transformator distribusi secara berkala (*preventive*) sehingga kerusakan dapat dihindari.
- b. Pada pengerjaan pemeliharaan transformator distribusi sebaiknya pekerja yang melaksanakan perawatan memperhatikan SOP dan keselamatan kerja dengan menggnuakan peralatan berisolasi.

DAFTAR PUSTAKA

2003. Panduan Pemeliharaan Trafo Tenaga. Bandung:PT.PLN (persero) P3B

Suhadi dkk, Teknik Distribusi Tenaga Listrik, Badan Penerbit Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008

Dyan Bayu Wahyudiyanto. 2009. Pemeliharaan Trafo Distribusi dan Program Management Pendataan kVa Trafo.

PT. PLN (Persero) ULP Medan Timur, Profil Perusahaan

PT. PLN (Persero) P3B, 2003, Panduan Pemeliharaan Trafo Tenaga, Bandung

Lampiran 3. Copy Balasan Surat Lamaran dari Perusahaan/Instansi



PT PLN (PERSERO)
UNIT INDUK WILAYAH SUMATERA UTARA
UNIT PELAKSANA PELAYANAN PELANGGAN MEDAN UTARA

Jl. K.L. Yos Sudarso No. 115 Medan 20115
 Telepon : (061) 6615428

Facsimile : (061) 6625611

Website : www.pln.co.id

Nomor : 0020 /STH.00.01MDU/2019
 Lampiran : -
 Sifat : Biasa
 Perihal : Ijin Praktek Kerja Lapangan

19 Juni 2019

Kepada :

Yth. Dekan
 Universitas Medan Area Fakultas
 Teknik
 Jl. Kolam No 1 Medan Estate
 Medan

Membalas surat dari Universitas Medan Area Fakultas Teknik, No. 09/FT.2/01.14/VI/2019, tanggal 14 Juni 2019 perihal Permohonan Ijin Praktek Kerja Lapangan (PKL) atas nama :

No	NAMA	NPM	PROGRAM STUDI
1	Valentino	168120043	Teknik Elektro
2	Zulfitra	168120031	Teknik Elektro
3	Muhammad Deny	168120013	Teknik Elektro
4	Indra Setiawan	168120006	Teknik Elektro
5	Muhammad Arief	168120001	Teknik Elektro

Dengan ini kami beritahukan bahwa :

1. PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Sumatera Utara UP3 Medan Utara dapat menerima mahasiswa untuk melaksanakan Praktek Kerja di PT PLN (Persero) UP3 Medan Utara mulai tanggal 22 Juli 2019 s.d 22 Agustus 2019.
2. Apabila dalam pelaksanaan Praktek Kerja tersebut dibutuhkan angka atau pun data keuangan yang menyangkut Rahasia Perusahaan tidak akan dilayani.
3. Selama Praktek Kerja tersebut mahasiswa harus tunduk dan taat serta mematuhi segala peraturan yang berlaku di PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Sumatera Utara UP3 Medan Utara dan yang bersangkutan wajib menggunakan pakaian kemeja putih dan celana (tidak dibenarkan memakai celana kerut) dan kacamata gelap.
4. Untuk urusan administrasi dapat menghubungi bagian Umum Administrasi Umum PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Sumatera Utara di PT Medan Utara.

Demikian kami sampaikan untuk dimaklumi



"Narkoba NO ! Prestasi YES !"