

**LAPORAN KERJA PRAKTEK
PEMELIHARAAN TRAFO DISTRIBUSI
DI PT. PLN (PERSERO) ULP MEDAN JOHOR**

DISUSUN OLEH :

ALVIAN

17.812.0035



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/11/22

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)29/11/22

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN AKHIR PELAKSANAAN KERJA PRAKTEK

PEMELIHARAAN TRAFODISTRIBUSI DI PT. PLN (PERSERO) ULP MEDAN JOHOR

DISUSUN OLEH :

NAMA : ALVIAN

NPM : 17.812.0035

PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS : TEKNIK

Dosen Pembimbing Kerja Praktek

Pembimbing Lapangan

NILAI :

A

(Moranain Mungkin ST, M.Si)

(Reni Aprilliana)

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Syarifah Muthia Putri, ST, MT

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/11/22

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)29/11/22

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 Johor " yang beralamat di Jln. Karya Jaya Ujung, Kec. Namorambe, Deli Serdang, Sumatera Utara. Dimulai tanggal 24 Agustus 2020 s/d 06 Oktober 2020.

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. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, 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. Ibu Reni Apriliana 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 Johor.

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.



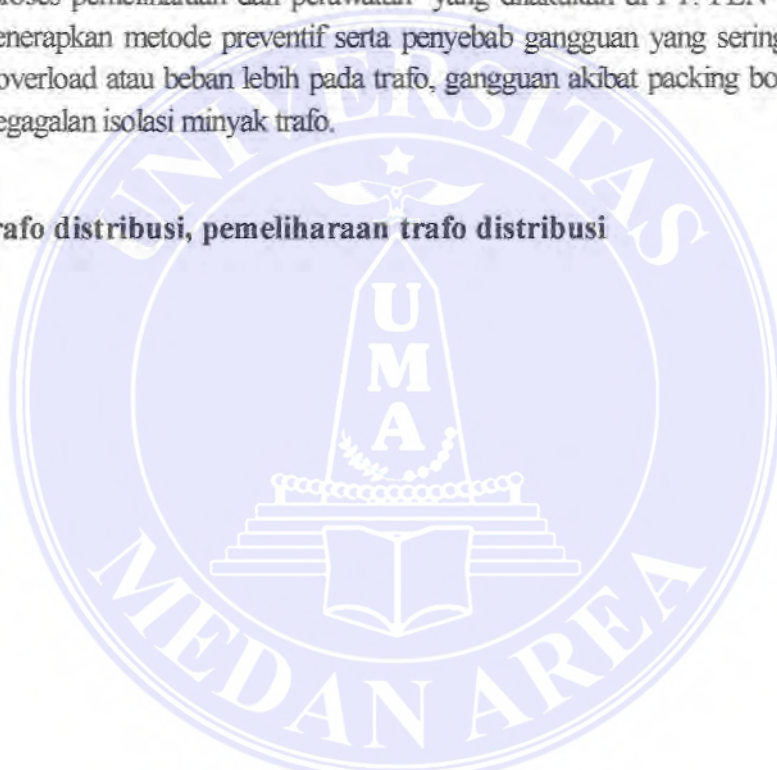
Medan, 25 Oktober 2020

ALVIAN

ABSTRAK

Transformator distribusi merupakan peralatan tenaga listrik yang mentransformasikan daya atau energi listrik dari tegangan menengah ke tegangan rendah dengan frekuensi yang sama dan merupakan peralatan listrik paling penting dalam sistem distribusi. Sebagaimana peralatan pada umumnya, trafo distribusi memerlukan pemeliharaan dan perawatan agar tidak mengalami gangguan atau kerusakan. Salah satu cara yang harus dilakukan adalah pemeriksaan dan perawatan secara berkala serta mengganti komponen peralatan yang tidak bekerja secara optimal, sebab kerugian yang dialami pelanggan apabila trafo distribusi mengalami gangguan adalah terputusnya suplai listrik yang mengakibatkan terhambatnya kegiatan sehari-hari, sedangkan yang di alami oleh pihak PLN adalah tidak terjualnya energi listrik. Adapun proses pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan di PT. PLN ULP Medan Johor adalah dengan menerapkan metode preventif serta penyebab gangguan yang sering terjadi pada trafo distribusi adalah, overload atau beban lebih pada trafo, gangguan akibat packing bocor, tegangan lebih akibat petir, dan kegagalan isolasi minyak trafo.

Kata kunci : Trafo distribusi, pemeliharaan trafo distribusi



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTA GAMBAR.....	vii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Ruang Lingkup.....	1
1.3. Metodologi.....	2
BAB II.....	3
STUDI KASUS.....	3
2.1. Sistem Tenaga Listrik.....	3
2.2. Transformator.....	4
2.3. Prinsip Dasar Transformator.....	6
2.4. Jenis Transformator.....	6
2.4.1 Transformator Berdasarkan Pasangan Kumparan.....	6
2.4.2 Transformator Daya atau Tenaga.....	7
2.4.3 Transformator Pengukuran.....	7
2.5. Transformator Distribusi.....	8
2.6. Tegangan Trafo Distribusi.....	10
2.7. Kontruksi Transformator Distribusi.....	10
2.8. Minyak Transformator.....	13
2.9. Tipe Pendingin Transformator.....	15
2.10. Gardu Distribusi.....	16
2.11. Proteksi Pada Gardu Transformator Distribusi.....	17
2.12. Pemeliharaan Trafo Distribusi.....	22
2.12. Tujuan Pemeliharaan Trafo Distribusi.....	23
2.13. Jenis – Jenis Pemeliharaan.....	24
BAB III.....	25
PENGUMPULAN DATA.....	25

3.1	Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi.....	25
3.2	Data Teknis.....	25
3.2.1	Overload atau Beban Lebih Pada Trafo Distribusi.....	26
3.2.2	Gangguan Trafo Distribusi Akibat Packing Bocor.....	27
3.2.3	Gangguan Trafo Distribusi Akibat Sambaran Petir.....	28
3.2.4	Gangguan Trafo Distribusi Akibat Kegagalan Minyak Trafo.....	28
3.3	Alat kerja dan Peralatan K-3.....	29
3.4	Tahap Persiapan Pemeliharaan Trafo Distribusi :	30
3.5	Pemadaman Sebelum Pemeliharaan Trafo Distribusi.....	30
3.6	Langkah Kerja Pemeliharaan Trafo Distribusi :	30
3.7	Pengoperasian Pasca Pemeliharaan Trafo Distribusi:.....	31
BAB IV	.....	32
ANALISIS	.....	32
4.1	Penyebab Gangguan Trafo Distribusi.....	32
4.1.1	Overload atau Beban Lebih Pada Trafo Distribusi.....	32
4.1.2	Gangguan Trafo Distribusi Akibat Packing Bocor.....	32
4.1.3	Gangguan Trafo Distribusi Akibat Sambaran Petir.....	33
4.1.4	Gangguan Trafo Distribusi Akibat Kegagalan Minyak Trafo.....	34
BAB V	.....	35
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	35
5.1	Kesimpulan.....	35
5.2	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	.....	36

DAFTA GAMBAR

Gambar 2. 1 Instalasi Sistem Tenaga Listrik.....	3
Gambar 2. 2 Kontruksi Umum Transformator.....	4
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Transformator.....	5
Gambar 2. 4 Trafo PT.....	7
Gambar 2. 5Trafo CT.....	8
Gambar 2. 6Transformator Distribusi.....	9
Gambar 2. 7 bagian-bagian trafo.....	10
Gambar 2. 8 Gardu Transformator Distribusi.....	16
Gambar 2. 9Lightning arrester.....	18
Gambar 2. 10Fuse Cute Out (FCO).....	19
Gambar 2. 11Susunan Pemasangan Fuse Cute Out (FCO).....	19
Gambar 2. 12NT Fuse.....	21
Gambar 3. 1 Grafik Jumlah Gangguan Gardu Trafo Distribusi Akibat Beban Lebih.....	27
Gambar 3. 2 Grafik Jumlah Gangguan Gardu Trafo Distribusi Akibat Packing Bocor.....	27
Gambar 3. 3 Grafik Jumlah Gangguan Gardu Trafo Distribusi Akibat Sambaran Petir.....	28
Gambar 3. 4 Grafik Jumlah Gangguan Akibat Kegagalan Minyak Trafo.....	29
Gambar 4 1 Petir yang Mengenai Gardu Trafo Distribusi.....	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik merupakan salah satu kebutuhan primer bagi seluruh lapisan masyarakat di Indonesia, mulai dari sarana publik, industri, hingga rumah tangga. Hampir di semua sektor kegiatan masyarakat membutuhkan energi listrik untuk menjalankan kegiatan sehari-hari. Kerugian yang dialami pelanggan apabila trafo distribusi mengalami gangguan adalah terputusnya suplai listrik yang mengakibatkan terhambatnya kegiatan sehari-hari, sedangkan yang dialami oleh pihak PLN adalah tidak terjualnya energi listrik sehingga hal ini menuntut pada sistem pendistribusian energi listrik yang handal dan aman mulai dari sistem pembangkitan hingga pendistribusian kepada konsumen. Jaringan distribusi merupakan komponen penting bagi penyaluran listrik karena jaringan distribusi adalah bagian yang paling dekat dengan konsumen.

Transformator distribusi merupakan komponen utama pada jaringan distribusi, transformator distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan agar tegangan yang keluar dapat sesuai dengan rating peralatan listrik konsumen pada umumnya. Sebagaimana peralatan pada umumnya, trafo distribusi memerlukan pemeliharaan dan perawatan agar tidak mengalami gangguan atau kerusakan dan harus dilakukan pemeriksaan serta perawatan secara berkala serta mengganti peralatan ataupun komponen yang tidak bekerja secara optimal.

1.2 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup kerja praktek ini adalah sebagai berikut :

1. Pemeliharaan Transformator Distribusi.

Mengetahui bagaimana metode yang digunakan terhadap pemeliharaan trafo distribusi

2. Penyebab gangguan pada trafo distribusi.

Mengetahui apa saja penyebab gangguan yang terjadi pada trafo distribusi.

1.3 Metodologi

Metode yang dilakukan dalam penyusunan laporan ini adalah sebagai berikut :

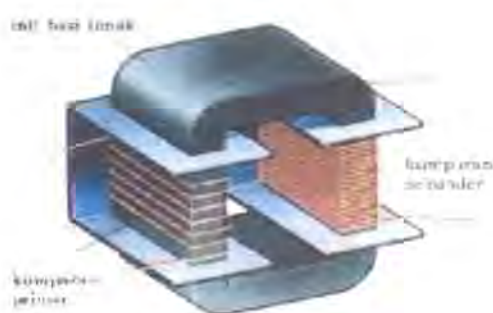
1. Data-data studi kepustakaan yang penulis dapatkan dari literatur dan sumber tertulis lainnya baik dari dalam perusahaan, buku perpustakaan, laporan atau jurnal penulisan yang pernah dibuat maupun dari media internet yang terkait dengan topik penulisan laporan kerja praktek ini.
2. Mempelajari buku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



Jaringan distribusi sekunder bermula dari sisi sekunder transformator distribusi dan berakhir hingga ke alat ukur (kWH- meter) pelanggan. Transformator distribusi merupakan suatu komponen yang penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke pelanggan, dimana transformator distribusi digunakan untuk menurunkan tegangan menengah (20kV) menjadi tegangan rendah (380/220V). Gangguan pada transformator distribusi menyebabkan terputusnya penyediaan tenaga listrik bagi para pelanggan sehingga mengganggu kegiatan dan kenyamanan pelanggan. Gangguan pada transformator distribusi tidak dikehendaki oleh siapapun, tetapi merupakan kenyataan yang tidak dapat dihindarkan, oleh karenanya usaha-usaha perlu dilakukan untuk mengurangi gangguan tersebut antara lain dengan cara pemeliharaan transformator distribusi. Pemeliharaan yang dimaksud adalah tindakan untuk mencegah terjadinya kerusakan akibat gangguan-gangguan yang ada.

2.2. Transformator

Dalam penyaluran energi listrik dibutuhkan suatu transformator untuk untuk menaikkan atau menurunkan tegangan listrik sesuai dengan rating tegangan yang dibutuhkan. Transformator berperan dalam menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya tanpa mengubah frekuensinya. 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). Bila terdapat lebih dari dua kumparan maka kumparan tersebut akan disebut sebagai kumparan tersier, kuarter, dst. Berikut ini merupakan konstruksi umum transformator :

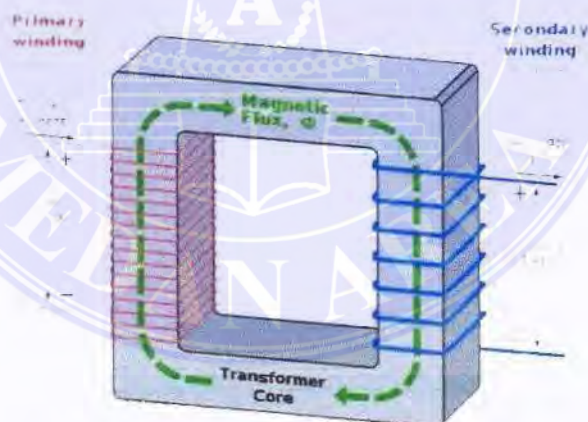


Gambar 2. 2 Kontruksi Umum Transformator

(sumber : www.academia.edu)

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 ditimbulkan 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.

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).



Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Transformator

(sumber : www.academia.edu)

Adapun alasan mengenai tegangan dan arus diubah - ubah dengan menggunakan transformator adalah sebagai berikut :

1. Digunakan untuk pengiriman tenaga listrik
2. Untuk menyesuaikan tegangan

3. Untuk mengadakan pengukuran dari besaran listrik
4. Untuk memisahkan rangkaian yang satu dengan yang lain
5. Untuk memberikan tenaga pada alat tertentu

2.3. Prinsip Dasar Transformator

Transformator merupakan suatu alat listrik statis, yang digunakan 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.

2.4. Jenis Transformator

2.4.1 Transformator Berdasarkan Pasangan Kumparan

Menurut pasangan kumparan atau lilitannya, transformator dibedakan atas:

1. Transformator satu belitan, merupakan lilitan primernya bagian dari lilitan sekunder atau sebaliknya. Transformator satu belitan ini lebih dikenal sebagai "auto Transformator atau Transformator hemat".
2. Transformator dua belitan, adalah Transformator yang mempunyai dua belitan yaitu sisi tegangan tinggi dan sisi tegangan rendah, dimana kumparan sekunder dan primer berdiri sendiri.
3. Transformator tiga belitan, adalah Transformator yang mempunyai belitan primer, sekunder dan tersier, masing masing berdiri sendiri pada tegangan yang berbeda.

2.4.2. Transformator Daya atau Tenaga

Trafo apabila ditinjau dari kegunaannya dapat dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain:

- a) Trafo penaik tegangan (*step up*)
Transformator ini biasanya digunakan di gardu induk pembangkit tenaga listrik, untuk menaikkan tegangan pembangkit menjadi tegangan transmisi atau tegangan tinggi (150/500kV).
- b) Trafo penurun tegangan (*step down*)
Transformator ini biasanya digunakan di gardu induk distribusi, untuk menurunkan tegangan dari tegangan tinggi atau tegangan transmisi menjadi tegangan menengah (11,6/20kV).

2.4.3. Transformator Pengukuran

- a) Trafo tegangan (*Potential Transformer*)
Adalah trafo yang digunakan untuk mengambil input data masukan berupa besaran tegangan dengan cara perbandingan belitan pada belitan primer atau sekunder. Trafo ini biasa digunakan untuk pengukuran tak langsung beban yang mengalir ke pelanggan kemudian membatasinya. Selain itu bisa juga besaran tegangannya diambil sebagai input data masukan peralatan pengaman jaringan.



Gambar 2. 4 Trafo P_T
(sumber : Penulis 2020)

b) Trafo arus (*Current Transformer*)

Adalah trafo yang digunakan untuk mengambil input data masukan berupa besaran arus dengan cara perbandingan belitan pada belitan primer atau sekunder. Trafo ini biasa digunakan untuk pengukuran tak langsung beban arus yang mengalir ke pelanggan kemudian membatasinya. Selain itu bisa juga besaran arusnya diambil sebagai input data masukan peralatan pengaman jaringan.



Gambar 2.5 Trafo CT

(sumber : Penulis 2020)

2.5. Transformator Distribusi

Transformator distribusi merupakan alat yang memegang peran penting dalam sistem distribusi. Transformator distribusi mengubah tegangan menengah menjadi tegangan rendah. Transformator distribusi yang umum digunakan adalah transformator step-down 20KV/400V. Tegangan fasa ke fasa sistem jaringan tegangan rendah adalah 380 V. Karena terjadi drop tegangan, maka pada tegangan rendahnya dibuat diatas 380V agar tegangan pada ujung penerima tidak lebih kecil dari 380V. Sebuah transformator distribusi perangkat statis yang dibangun dengan dua atau lebih gulungan digunakan untuk mentransfer daya listrik arus bolak-balik oleh induksi elektromagnetik dari satu rangkaian ke rangkaian yang lain pada frekuensi yang sama tetapi dengan nilai-nilai yang berbeda tegangan dan arusnya. Transformator distribusi dapat dikenali seperti ditunjukkan gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2. 6 Transformator Distribusi

(sumber : Penulis 2020)

Transformator distribusi yang terpasang pada tiang dapat dikategorikan menjadi:

1. **Conventional Transformers** merupakan transformator yang tidak memiliki peralatan proteksi terintegrasi terhadap petir, gangguan dan beban lebih sebagai bagian dari transformator. Oleh karena itu dibutuhkan fuse cutout untuk menghubungkan conventional transformers dengan jaringan distribusi primer. Lightning arrester juga perlu ditambahkan untuk transformator.
2. **Completely Self-Protecting (CSP) Transformers** merupakan transformator yang memiliki peralatan proteksi terintegrasi terhadap petir, beban lebih, dan hubung singkat. Lightning arrester terpasang langsung pada tangki transformator sebagai proteksi terhadap petir. Untuk proteksi terhadap beban lebih, digunakan fuse yang dipasang di dalam tangki. Fuse ini disebut weak link. Proteksi transformator terhadap gangguan internal menggunakan hubungan proteksi internal yang dipasang antara belitan primer dengan bushing primer.
3. **Completely Self-Protecting for secondary Banking (CSPB) Transformers** mirip dengan CSP transformers, tetapi pada transformator jenis ini terdapat sebuah circuit breaker pada sisi sekunder, circuit breaker ini akan membuka sebelum weak link melebur.

2.6. Tegangan Trafo Distribusi

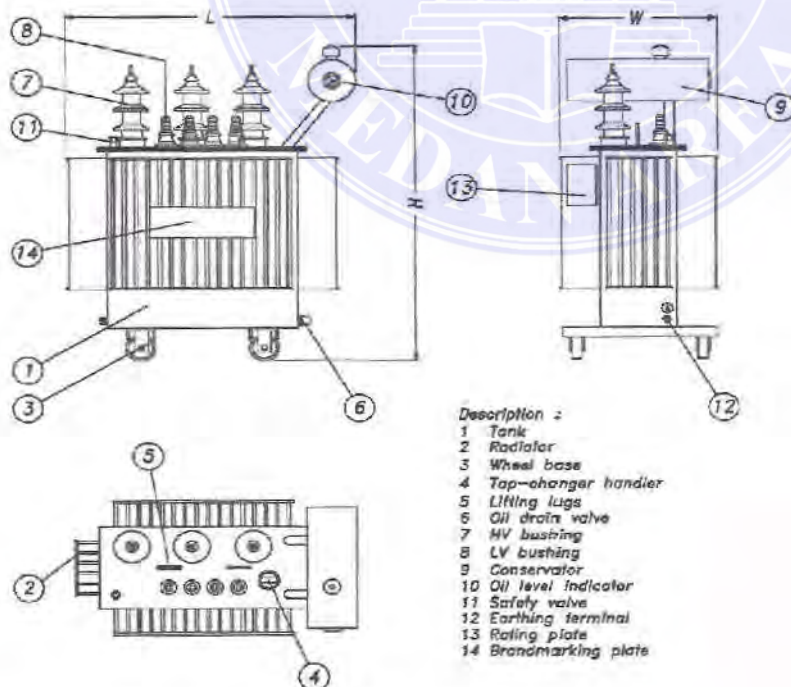
Tegangan pada trafo distribusi selalu dinaikkan sampai dengan 5%. Hal ini dimaksudkan agar dapat mengantisipasi terjadinya drop tegangan pada saluran dengan rincian sebagai berikut :

1. Maksimum 3% hilang pada saluran antara pembangkit (dalam hal ini trafo distribusi) sampai dengan sambungan rumah.
2. Maksimum 1% hilang pada saluran antara sambungan rumah sampai dengan KWh meter.
3. Maksimum 1% hilang pada saluran KWh meter ke panel pembagi dan selanjutnya ke alat listrik terjauh.

Semakin besar rugi daya dalam persen, berarti semakin besar kerugian energi yang terjadi. Hal ini dikarenakan adanya daya yang tidak tercatat oleh KWh meter.

2.7. Kontruksi Transformator Distribusi

Konstruksi transformator distribusi terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi masing-masing yang ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2. 7 bagian-bagian trafo

(sumber : www.academia.edu)

Deskripsi bagian-bagian transformator distribusi (Gambar 2.7) :

1) Tangki

Tangki (*Tank*) transformator terbuat dari pelat baja bersepuh lapisan seng, berfungsi untuk tempat minyak isolasi, sehingga harus kedap terhadap uap air. Ukuran tangki disesuaikan dengan ukuran inti dan kumparan.

2) Radiator

Radiator (sirip pendingin) berfungsi sebagai alat pendingin dari transformator. Minyak transformator yang panas mempunyai berat jenis yang rendah, sehingga berada dibagian atas kemudian masuk kebagian atas dari pipa radiator. Didalam radiator minyak didinginkan oleh udara luar atau angin. Minyak turun dari bagian atas pipa masuk bak transformer bagian bawah. Pada transformer-transformer kecil radiator diganti dengan sirip-sirip (*ribbon*) yang fungsinya memperluas permukaan dinding transformer sehingga pendinginan lebih baik dan sempurna.

3) Roda

Pada umumnya transformator memiliki bobot yang berat, sehingga menggunakan roda (*wheel base*) untuk memindahkan posisinya dengan lebih mudah dan efisien.

4) Tap Changer Handel

Tap changer adalah alat yang berfungsi untuk mengubah perbandingan lilitan transformator untuk mendapatkan tegangan operasi pada sisi sekunder sesuai yang dibutuhkan oleh tegangan jaringan (beban) atau karena tegangan sisi primer yang berubah-ubah. Untuk memenuhi hal tersebut, maka pada salah satu atau pada kedua sisi belitan transformator dibuat tap (penyadap) untuk mengubah perbandingan transformasi (rasio) transformator. Tap Changer dapat diubah dalam keadaan berbeban atau keadaan tidak berbeban. Untuk tranformator distribusi perubahan sadapan dilakukan dalam keadaan tanpa beban.

5) Lubang Pengait Baut

Lubang pengait (*Lifting Lugs*) pada transformator digunakan sebagai tempat pengkait pada saat dilakukan pengangkatan transformator distribusi ke tempat yang ditentukan saat penggantian atau pemasangan transformator.

6) Katup Keluaran Minyak

Keran keluaran minyak (*Oil Drain Valve*) biasanya digunakan pada saat dilakukan pengurasan minyak transformator atau pengambilan sampel minyak untuk keperluan pengujian kondisi minyak.

7) Bushing Primer

Bushing primer (*HV Bushing*) merupakan penghubung antara kumparan transformator primer ke jaringan SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah) 20kV. Bushing adalah sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki transformator.

8) Bushing Sekunder

Bushing Sekunder (*LV Bushing*) merupakan penghubung antara kumparan sekunder transformator ke Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR) 400/240 V. Bushing adalah sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki transformator.

9) Konservator

Apabila suatu transformator mempunyai beban yang tinggi atau kenaikan suhu udara luar, maka minyak transformator akan mengembang. Pengembangan minyak ini diterima oleh *Conservator Expansion Tank*. Udara diatas permukaan minyak didalam konservator terdesak keluar melalui silica gel dan alat pernapasan udara (*air breather*) apabila minyak transformator dingin, maka udara dari luar akan masuk melalui alat pernapasan, silica gel dan kembali ke konservator. Tinggi rendahnya minyak di dalam konservator dapat dilihat dalam gelas pendingin yang menempel pada konservator tersebut. Untuk menghindari hubungan langsung antara bagian dalam dari transformator dengan udara luar maka didalam alat pernafasan diberi minyak transformator. Hal ini juga untuk dimaksud untuk menjaga agar udara yang masuk dari luar tidak mengandung kotoran-kotoran (debu), uap air, dan lain-lain.

10) Indikator Level Minyak

Indikator Level Minyak (*Oil Level Indicator*) berfungsi sebagai penunjuk tinggi permukaan minyak yang ada pada konservator. Ada beberapa jenis penunjukan, seperti penunjukan langsung yaitu dengan cara memasang gelas penduga pada salah satu sisi konservator sehingga akan mudah mengetahui level minyak. Sedangkan jenis lain jika konservator dirancang sedemikian rupa dengan melengkapi semacam balon dari bahan elastis dan diisi dengan udara biasa dan dilengkapi dengan alat pelindung seperti pada sistem pernapasan sehingga pemuain dan penyusutan minyak-udara yang masuk kedalam balon dalam kondisi kering dan aman.

11) Lubang Pembuangan Tekanan Lebih

Lubang pembuangan tekanan lebih (*Safety Valve*) adalah bagian yang digunakan untuk melepaskan tekanan lebih yang terdapat di transformator.

12) Terminal Pembumian

Terminal Pembumian (*Earthing Terminal*) digunakan sebagai tempat menghubungkan kawat pembumian pada transformator, yang berfungsi sebagai peralatan proteksi terhadap tegangan lebih yang biasanya disebabkan oleh surja petir.

13) Papan Nama

Pelat nama (*Rating Plate*) bagian yang berfungsi sebagai informasi untuk mengetahui spesifikasi transformator distribusi.

14) Papan Merek

Pelat merek (*Brandmaking Plate*) adalah pelat yang bertuliskan merek transformator distribusi dimana transformator tersebut diproduksi.

2.8. Minyak Transformator

Di dalam sebuah transformator terdapat dua komponen yang secara aktif “membangkitkan” energi panas, yaitu besi (inti) dan tembaga (kumparan). Bila energi panas tersebut tidak disalurkan melalui suatu sistem pendinginan akan mengakibatkan baik besi maupun tembaga akan mencapai suhu yang tinggi, yang akan merusak nilai isolasinya.

Suhu pada transformator yang sedang beroperasi akan dipengaruhi oleh kualitas tegangan jaringan, losses pada transformator itu sendiri dan suhu lingkungan. Suhu operasi yang tinggi akan mengakibatkan rusaknya isolasi kertas pada transformator. Oleh karena itu pendinginan yang efektif sangat diperlukan. Minyak transformator memegang peranan penting dalam sistem isolasi transformator dan juga berfungsi sebagai pendingin untuk menghilangkan panas akibat rugi-rugi pada transformator. Isi utama dari minyak transformator adalah natfalin, paraffin, dan aromatik. Keuntungan digunakannya minyak transformator yang merupakan isolasi cair sebagai isolator dalam transformator adalah:

1. Isolasi cair memiliki kerapatan 1000 kali atau lebih dibandingkan dengan isolasi gas, sehingga memiliki kekuatan dielektris yang lebih tinggi.
2. Isolasi cair akan mengisi celah atau ruang yang akan diisolasi dan secara serentak melalui proses konversi menghilangkan panas yang timbul akibat rugi daya.
3. Isolasi cair cenderung dapat memperbaiki diri sendiri (self heating) jika terjadi pelepasan muatan (discharge).

Fungsi isolasi pada minyak transformator mengakibatkan berbagai ukuran dapat diperkecil. Perlu dikemukakan bahwa minyak transformator harus memiliki mutu yang tinggi dan senantiasa berada dalam keadaan bersih. Disebabkan energi panas yang dibangkitkan dari inti maupun kumparan, suhu minyak akan naik. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya perubahan-perubahan pada minyak transformator. Selanjutnya dapat pula terjadi bahwa hawa yang lembab sebagaimana halnya terjadi di daerah tropis, mengakibatkan masuknya air ke dalam minyak transformator.

Tabel : 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. Koloran	mgKOH/ g %	< 0,40 < 0,10	IEC 74	Lab

2.9. Tipe Pendingin Transformator

Ada beberapa tipe pendingin pada transformator yaitu:

1. ONAN (*Oil Natural Air Natural*)

ONAN adalah sistem pendingin yang menggunakan sirkulasi minyak dan sirkulasi udara secara alamiah. Sirkulasi minyak yang terjadi disebabkan oleh perbedaan berat jenis antara minyak yang dingin dengan minyak yang panas.

2. ONAF (*Oil Natural Air Force*)

ONAF adalah sistem pendingin yang menggunakan sirkulasi minyak secara alami sedangkan sirkulasi udaranya secara buatan, yaitu dengan menggunakan hembusan kipas angin yang digerakkan oleh motor listrik. Pada umumnya operasi Transformator dimulai dengan ONAN atau dengan ONAF tetapi hanya sebagian kipas angin yang berputar. Apabila suhu Transformator sudah meningkat, maka kipas angin lainnya akan berputar secara bertahap.

3. OFAF (*Oil Force Air Force*)

OFAF adalah sistem pendingin yang menggunakan sirkulasi minyak digerakkan dengan menggunakan kekuatan pompa, sedangkan sirkulasi udara menggunakan kipas angin.

Tabel : Tipe Pendingin Pada Transformator

No	Macam sistem pendingin	MEDIA			
		Didalam transformator		Diluar transformator	
		Sirkulasi alami	Sirkulasi Paksa	Sirkulasi alami	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			

Keterangan : A = *air* (udara), O = *Oil* (minyak), N = *Natural* (alamiah),

F = *Forced* (Paksaan / tekanan), W=*Water* (Air)

2.10. Gardu Distribusi

Gardu transformator distribusi memiliki lokasi yang dekat dengan konsumen. Transformator dipasang pada tiang listrik dan menyatu dengan jaringan listrik. Karena tegangan yang masih tinggi belum dapat digunakan untuk mencatu beban secara langsung, kecuali pada beban yang didisain khusus, maka digunakan transformator penurun tegangan (*step down*) yang berfungsi untuk menurunkan tegangan menengah 20kV ke tegangan rendah 400/230Volt. Gardu transformator distribusi ini terdiri dari dua sisi, yaitu sisi primer dan sisi sekunder. Sisi primer merupakan saluran yang akan mensuplai ke bagian sisi sekunder yang terlihat pada gardu distribusi. Karena trafo distribusi terletak pada bagian atas tiang, maka gardu tiang hanya dapat melayani daya listrik terbatas, mengingat berat trafo yang relatif besar, sehingga tidak mungkin menempatkan trafo berkapasitas besar di bagian atas tiang (\pm 5 meter di atas tanah).



Gambar 2. 8 Gardu Transformator Distribusi

(sumber : Penulis 2020)

Untuk gardu tiang dengan trafo satu fasa kapasitas yang ada maksimum 50 KVA, sedangkan gardu tiang dengan trafo tiga fasa kapasitas maksimum 160 KVA (200 kVA). Trafo tiga fasa untuk gardu tiang ada dua macam, yaitu trafo 1x3 fasa dan trafo 3x1 fasa. Gambar 2.8 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.

2.11. Proteksi Pada Gardu Transformator Distribusi

Sistem tenaga listrik yang handal apabila sistem tersebut dapat meyalurkan tenaga listrik dengan stabil dan berkesinambungan. Proteksi transformator dimaksudkan untuk mencegah transformator dari kerusakan akibat gangguan-gangguan yang terjadi. Dengan demikian proteksi transformator diharapkan dapat memberikan kontribusi kehandalan sistem, khususnya dalam kesinambungan penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Peralatan proteksi pada transformator distribusi pasang luar ada tiga yaitu :

1) Lightning Arrester

Lightning arrester adalah suatu alat pelindung bagi peralatan sistem tenaga listrik terhadap surja petir (*Surge*). Alat pelindung terhadap gangguan surja ini berfungsi melindungi peralatan sistem tenaga listrik dengan cara membatasi surja tegangan lebih yang datang dan mengalirkannya ke tanah. Prinsip kerja *Lightning arrester* cukup sederhana yaitu membentuk jalan yang mudah dilalui oleh petir, sehingga tidak timbul tegangan lebih tinggi pada peralatan listrik lainnya. Pada kondisi kerja yang normal, *Lightning arrester* berlaku sebagai isolasi tetapi bila timbul surja akibat adanya petir maka *Lightning arrester* akan berlaku sebagai konduktor yang berfungsi melewatkan aliran arus yang tinggi ke tanah. Setelah tegangan surja itu hilang maka *arrester* harus dengan cepat kembali berlaku sebagai isolator, sehingga pemutus tenaga (PMT) tidak sempat membuka. Pada kondisi yang normal (tidak terkena petir), arus bocor *Lightning arrester* tidak boleh melebihi 2 mA. Apabila melebihi angka tersebut, berarti kemungkinan besar *Lightning arrester* mengalami kerusakan. Bentuk fisik *Lightning arrester* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2. 9 Lightning arrester

(sumber : Penulis 2020)

Ada dua cara pemasangan *lightning arrester* pada jaringan yaitu:

1. Pemasangan *lightning arrester* sebelum FCO (fuse cut out). Pemasangan LA sebelum FCO memiliki keuntungan dan kerugian sebagai berikut:
 - a) Keuntungannya:
Pengamanan terhadap surja petir tidak dipengaruhi oleh kemungkinan FCO putus.
 - b) Kerugiannya:
Kegagalan LA memadamkan sistem penyulang dan Penghantar LA lebih panjang
2. Pemasangan Lightning arrester sesudah FCO (fuse cut out). Pemasangan LA sebelum FCO memiliki keuntungan dan kerugian sebagai berikut:
 - a) Keuntungan:
Jika LA rusak atau gagal, FCO putus tidak memadamkan sistem SUTM.
 - b) Kerugiannya:
Fuse link rentan terhadap surja petir.

2) Fuse Cute Out (FCO)

Fuse Cut Out adalah suatu peralatan proteksi arus lebih yang bekerja dengan menggunakan prinsip melebur. Fuse juga merupakan salah satu peralatan arus lebih yang hemat biaya yang sekarang ini banyak digunakan oleh industri karena peralatan ini dapat diandalkan fungsinya selama lebih dari 20 tahun tanpa pemeliharaan tertentu.

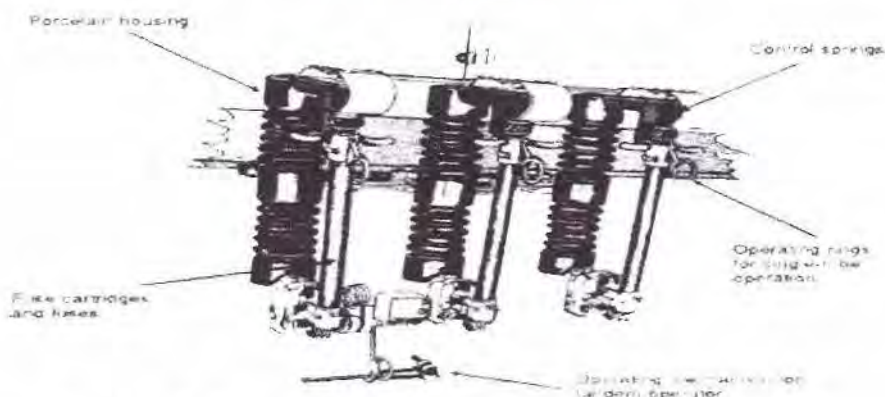
Terdapat dua tipe fuse berdasarkan kecepatan melebur elemen fuse-nya (fuse-link), yaitu tipe K (cepat) dan tipe T (lambat). Fuse yang didesain untuk digunakan pada tegangan diatas 600 V dikategorikan sebagai FCO.



Gambar 2. 10 Fuse Cute Out (FCO)

(sumber : Penulis 2020)

Pada umumnya FCO dipasang antara transformator distribusi dengan saluran distribusi primer. Pada saat terjadi gangguan, elemen *fuse* akan melebur dan memutuskan rangkaian sehingga akan melindungi transformator distribusi dari kerusakan akibat gangguan arus lebih pada saluran primer, atau sebaliknya memutuskan saluran primer dari transformator distribusi apabila terjadi gangguan pada transformator atau jaringan sisi sekunder sehingga akan mencegah terjadinya pemadaman pada seluruh jaringan primer. Adapun susunan pemasangan FCO dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Susunan Pemasangan Fuse Cute Out (FCO)

(sumber : www.academia.edu)

Fuse link pada FCO yang digunakan pada setiap transformator distribusi dapat dilihat pada Tabel Berikut.

Tabel : Rating Pengaman Fuse Cut Out (FCO)

Kapasitas Transformator (KVA)	<i>Fuse Link</i> (A)	<i>Fuse Link</i> yang tersedia di pasaran (A)
25	0,722	2
50	1,443	2
100	2,887	3
160	4,619	6
200	5,774	6
250	7,217	8
300	8,661	10
315	9,094	10
400	11,547	12

Besar arus pengenal FCO dapat diperoleh dari :

$$I_{Fuse} = \frac{\text{Daya Pengenal Transformator}}{\sqrt{3} \text{ Tegangan Primer Transformator}} \dots \dots \dots [\text{ampere}]$$

3) **NT Fuse**

NT *Fuse* digunakan Sebagai pengaman transformator terhadap arus lebih yang terpasang di sisi tegangan rendah (220 volt), untuk melindungi transformator terhadap gangguan arus lebih yang disebabkan karena hubung singkat di jaringan tegangan rendah maupun karena beban lebih. Adapun pengaman pada sisi tegangan rendah yang terpasang pada tiap transformator distribusi dapat dilihat pada Tabel Berikut.

Tabel : Rating Pengaman *NT Fuse*

Kapasitas transformator (KVA)	<i>NT Fuse</i> (A)	<i>NT Fuse</i> yang tersedia di pasaran (A)
25	37,985	35
50	75,969	63
100	151,939	125
160	243,102	200
200	303,877	250
250	379,847	300
300	455,816	400
315	478,607	400
400	607,755	630

Besar arus pengenal *NT-Fuse* dapat diperoleh dari :

$$I_{Fuse} = \frac{\text{Daya Pengenal Transformator}}{\sqrt{3} \cdot \text{Tegangan Sekunder Transformator}} \quad \text{[ampere]}$$

Secara fisik *NT Fuse* dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2. 12 *NT Fuse*

(sumber : Penulis 2020)

2.12 Pemeliharaan Trafo Distribusi

Pemeliharaan Trafo distribusi dilakukan secara terjadwal dan dalam keadaan beroperasi/ bertegangan maupun tidak. Seperti diketahui pada umumnya, sistem distribusi tenaga listrik ke pelanggan sumber tenaga listrik dipasok hanya oleh satu unit trafo, sehingga pada waktu pemeliharaan trafo dengan pemadaman berarti pemadaman pula pada pelanggan, hal tersebut tentu bagi pelanggan merupakan sesuatu yang kurang menyenangkan, baik pelanggan daya kecil maupun pelanggan daya besar untuk keperluan industri dampak pemadaman dapat mempengaruhi produksi hingga menimbulkan kerugian. Beberapa tindakan yang dimaksudkan untuk mengurangi kesan kurang baik dari dampak pemadaman antara lain :

1. Pelaksanaan pemadaman terencana dan disampaikan pemberitahuan pemadaman ke pelanggan sebelum waktu pelaksanaan pemadaman melalui berbagai media masa atau pemberitahuan langsung melalui surat.
2. Pelaksanaan pemeliharaan efektif, yaitu merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan dengan menggunakan peralatan sesuai yang dibutuhkan dan personil yang berkompeten.
3. Menggunakan unit gardu bergerak atau Genset yang bergerak yaitu mengganti pasokan listrik pada trafo yang akan dipelihara dengan peratan pengganti berupa satu unit gardu distribusi atau genset yang bisa dipindah-pindah.

Pada pemeliharaan trafo dalam keadaan tidak bertegangan, ada hal yang perlu diperhatikan saat pemadaman / melepas sirkit pada trafo, sebaik mungkin diusahakan beban trafo tidak terlalu besar, terutama trafo yang dipasang diluar atau sering disebut gardu tiang portal atau cantol, dimana alat pemutus sirkit primer hanya berupa *Fuse Cut Out*, sehingga pada saat melepas akan terjadi busur api yang sulit untuk dihindarkan. Dampak lain akibat pemutusan sirkit dalam keadaan berbeban tinggi, terhadap trafo berarti pengurangan arus induksi pada gulungan trafo dapat menimbulkan gerakan yang dapat merusak konstruksi trafo. Sedangkan pada sistem jaringan secara keseluruhan, hilangnya beban yang besar secara tiba-tiba dapat menyebabkan guncangan tegangan. Kegiatan pemeliharaan trafo distribusi dilapangan tentunya berkaitan dengan adanya tegangan listrik yang berpotensi bahaya, maka masalah keselamatan kerja bagi personil, kelayakan peralatan kerja dan keamanan peralatan listrik yang menjadi objek pekerjaan merupakan yang perlu mendapat perhatian serius.

Untuk mencapai hasil yang baik seperti yang diharapkan, maka perlu pengaturan secara baku pelaksanaan pemeliharaan berupa :

- Prosedur pemeliharaan
- Prosedur keselamatan kerja

2.12 Tujuan Pemeliharaan Trafo Distribusi

Tujuan Pemeliharaan adalah Memaksimalkan pengelolaan trafo terutama sarana penunjang trafo agar layanan terhadap konsumen dan kinerja trafo secara keseluruhan dapat terjaga dengan baik. mengurangi biaya perbaikan dan penggantian trafo akibat kerusakan pada komponen trafo distribusi. Adapun tujuan pemeliharaan peralatan listrik tegangan tinggi adalah untuk menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik dan menjamin keandalan sistem, antara lain :

1. Untuk meningkatkan keandalan, ketersediaan dan efisiensi.
2. Untuk memperpanjang umur peralatan.
3. Mengurangi resiko terjadinya kegagalan atau kerusakan peralatan.
4. Meningkatkan keamanan peralatan.
5. Mengurangi lama waktu padam akibat sering gangguan.

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.

2.13 Jenis – Jenis Pemeliharaan

Jenis – jenis pemeliharaan peralatan adalah sebagai berikut :

a. Pemeliharaan Rutin (*Preventive Maintenance*)

Disebut juga dengan pemeliharaan *preventive*, yaitu pemeliharaan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan yang lebih parah dan untuk mempertahankan unjuk kerja jaringan agar tetap beroperasi dengan keandalan dan efisiensi yang tinggi. Kegiatan pemeliharaan rutin meliputi kegiatan :

1. Pemeriksaan/inspeksi rutin
2. Pemeliharaan rutin
3. Pemeriksaan prediktif
4. Perbaikan/penggantian peralatan
5. Perubahan/penyempurnaan jaringan

b. Pemeliharaan korektif adalah pekerjaan pemeliharaan dengan maksud untuk memperbaiki kerusakan yaitu suatu usaha untuk memperbaiki kerusakan hingga kembali kepada kondisi atau kapasitas semula dan perbaikan untuk penyempurnaan. Pemeliharaan korektif ini merupakan tindak lanjut dari pemeliharaan preventif.

c. Pemeliharaan tidak direncanakan (*Unplanned Maintenance*). Pemeliharaan ini sifatnya mendadak dan tidak terencana. Ini diakibatkan karena gangguan atau kerusakan serta hal-hal lain di luar rencana kita. Sehingga perlu dilakukan pemeriksaan atau pengecekan perbaikan maupun penggantian peralatan.

BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1 Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi

Adapun metode pemeliharaan trafo distribusi di PT. PLN ULP Medan Johor menggunakan metode *preventif* yaitu pemeliharaan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan yang lebih parah dan untuk mempertahankan unjuk kerja jaringan agar tetap beroperasi dengan keandalan dan efisiensi yang tinggi.

3.2 Data Teknis

Gangguan yang terjadi pada gardu trafo distribusi berbeda-beda. Pada tabel 3.1 diberikan data berdasarkan jenis gangguan yang terjadi selama tahun, kemudian pada tabel 3.2 diberikan data berdasarkan jenis gangguan yang terjadi setiap bulannya.

Tabel 3.1 Data Gangguan Gardu Trafo Distribusi di Medan

JENIS GANGGUAN	JUMLAH
Beban Lebih (A)	141
Packing Bocor (B)	44
Sambaran Petir (C)	40
Kegagalan Minyak Trafo (D)	7
Tidak Diketahui (E)	131
TOTAL	363

Tabel 3.2 Data Gangguan Gardu Trafo Distribusi Per Bulan

BULAN	JENIS GANGGUAN					TOTAL
	A	B	C	D	E	
Januari	5	3	-	-	16	24
Februari	11	2	1	5	6	25
Maret	13	3	3	2	7	28
April	16	1	4	-	14	35
Mei	19	1	5	-	14	39
Juni	18	5	4	-	8	35
Juli	4	11	-	-	16	31
Agustus	14	6	4	-	19	43
September	7	2	3	-	7	19
Oktober	16	5	9	-	10	40
Nopember	10	4	3	-	6	23
Desember	8	1	4	-	8	21
TOTAL	141	44	40	7	131	363

Gardu trafo distribusi yang dipakai di wilayah Medan tidaklah sama. Besar kapasitas dayanya ditentukan oleh seberapa besar beban yang akan dilayani oleh gardu tersebut.

3.2.1 Overload atau Beban Lebih Pada Trafo Distribusi

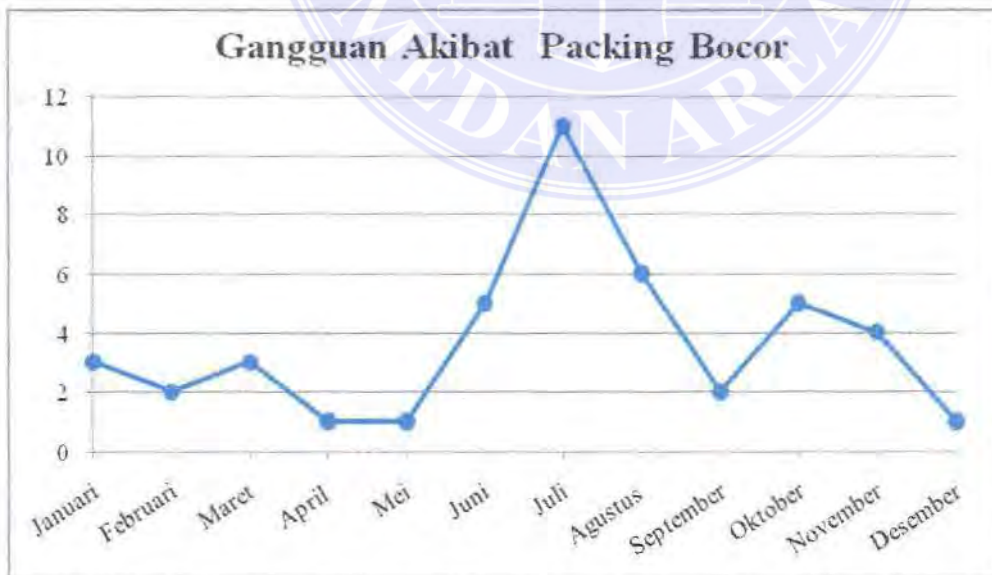
Gangguan akibat beban lebih adalah gangguan pada gardu trafo distribusi yang paling banyak terjadi. Terdapat 141 gangguan beban lebih yang terjadi dan merupakan 38,84% dari total gangguan yang terjadi. Grafik jumlah gangguan akibat beban lebih ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Grafik Jumlah Gangguan Gardu Trafo Distribusi Akibat Beban Lebih

3.2.2 Gangguan Trafo Distribusi Akibat Packing Bocor

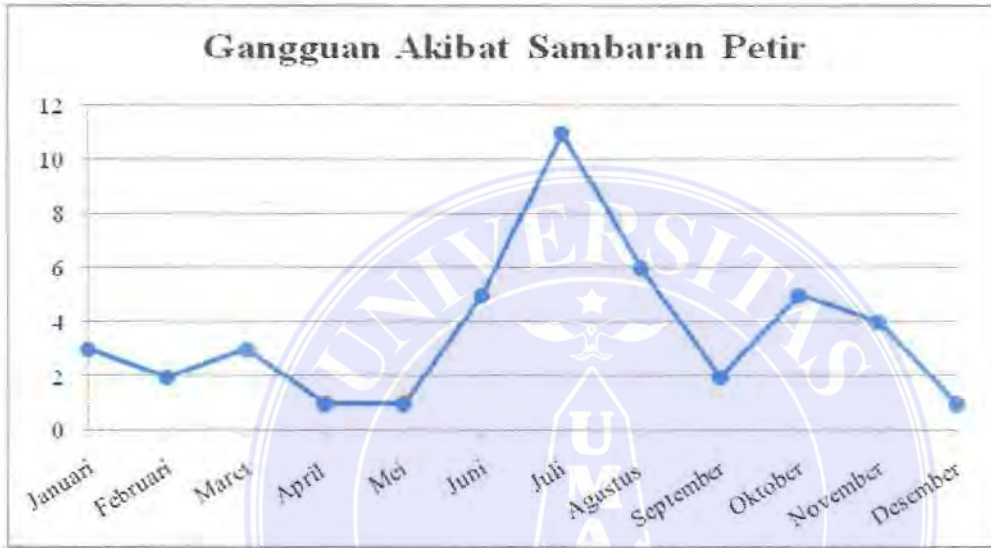
Gangguan akibat packing bocor adalah gangguan terbanyak kedua yang terjadi pada gardu trafo distribusi. Terjadi 44 gangguan packing bocor yang merupakan 12,12 % dari total gangguan. Grafik jumlah gangguan akibat packing bocor yang terjadi ditunjukkan oleh Gambar 3.2. Gangguan ini lebih banyak terjadi pada trafo yang sudah lama dipakai.



Gambar 3. 2 Grafik Jumlah Gangguan Gardu Trafo Distribusi Akibat Packing Bocor

3.2.3 Gangguan Trafo Distribusi Akibat Sambaran Petir

Gangguan gardu trafo distribusi akibat sambaran petir adalah gangguan terbanyak ketiga. Terjadi 40 gangguan akibat sambaran petir yang merupakan 11,02 % dari total gangguan. Dapat dilihat pada Gambar 3.3 bahwa gangguan ini terjadi hampir setiap bulan. Hal ini disebabkan karena curah hujan yang cukup tinggi dan cuaca buruk. Grafik jumlah gangguan akibat sambaran petir ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Grafik Jumlah Gangguan Gardu Trafo Distribusi Akibat Sambaran Petir

3.2.4 Gangguan Trafo Distribusi Akibat Kegagalan Minyak Trafo

Gangguan gardu trafo distribusi akibat kegagalan minyak trafo ini adalah gangguan yang paling jarang terjadi. Hanya terjadi 7 gangguan yang merupakan 1,92 % dari total gangguan. Gangguan akibat kegagalan minyak trafo ini lebih mungkin terjadi pada trafo yang berkapasitas besar. Kriteria dari gangguan ini adalah terjadinya *insulation breakdown* pada minyak trafo yang dapat diketahui melalui pengecekan. Grafik jumlah gangguan akibat kegagalan minyak trafo ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Grafik Jumlah Gangguan Akibat Kegagalan Minyak Trafo

3.3 Alat kerja dan Peralatan K-3

Dalam pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan trafo distribusi di PT. ULP Medan Johor diperlukan alat kerja dan peralatan keselamatan kerja K-3 sebagai berikut :

a) Alat kerja :

1. Tool keet set / kunci-kunci
2. Tang kombinasi
3. Kuas besar / kecil
4. Kain katun putih dan cairan yang mudah menguap
5. Stick 20 Kv / 12 meter

b) Alat bantu :

1. Tangga fiber glass 11 meter
2. Tambang rami panjang 20 meter

c) Perlengkapan K-3 :

1. Helm pengaman
2. Sepatu lars karet 20 kV
3. Sarung tangan karet 20 kV
4. Sepatu lars kulit
5. Sarung tangan kulit / kain

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/11/22

d) Alat Ukur :

1. Multi tester / Tang ampere
2. Alat ukur Pentanahan (Earth Tester)

3.4 Tahap Persiapan Pemeliharaan Trafo Distribusi :

1. Memeriksa kelengkapan Alat kerja dan material peralatan K-3, Membawa peralatan kelokasi pekerjaan untuk mempermudah pengambilan peralatan.
2. Memasang tangga dan mengikatkan ke salah satu tiang pada gardu portal.
3. Mengukur tegangan dan beban pemakaian dengan tang ampere sebelum dilaksanakan pekerjaan pemeliharaan.

3.5 Pemadaman Sebelum Pemeliharaan Trafo Distribusi

Sebelum pekerjaan dimulai melakukan komunikasi terlebih dahulu ke petugas piket dan menginformasikan bahwa petugas pemeliharaan siap melaksanakan pekerjaan, dan meminta ijin untuk beban gardu akan dikeluarkan (sesuai SOP komunikasi). Bila sudah diijinkan keluarkan beban dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Melepaskan beban trafo dengan cara melepas satu persatu NH fuse, bila beban tidak terlalu besar.
2. Membuka Fuse Cut Out dengan alat pelepas (Stick 20 kV)
3. Menghubungkan kabel pentanahan yang sudah dihubungkan ke elektroda pentanahan dimulai dari ke empat bushing trafo sisi tegangan rendah, lalu ke tiga bushing trafo disisi tegangan menengah.
4. Membuka kabel turun yang dihubungkan pada terminal kabel masuk dan kabel keluar, kemudian hubungkan jadi satu dan sambungkan pada kabel pentanahan.

3.6 Langkah Kerja Pemeliharaan Trafo Distribusi :

Adapun langkah kerja pemeliharaan trafo distribusi dilakukan sebagai berikut :

1. Membersihkan baut bushing trafo dan sepatu kabel pada kabel turun dengan menggunakan kain lap dan cairan pembersih yang mudah menguap, kemudian catat data trafo / name plate nya.

2. Pemeliharaan pada Papan Hubung Tegangan Rendah (PHB-TR) :
 - a. Memeriksa kesesuaian nilai NH fuse terhadap dudukannya (Ground plat).
 - b. Membersihkan kotoran pada terminal ground plat dan pisau NH Fuse dengan kuas atau kain lap dan cairan yang mudah menguap. Kemudian memeriksa kerapatan penjepit pisau NH Fuse, bila longgar stel pernya.
 - c. Memeriksa titik sambung dan mengencangkan mur atau baut, untuk mencegah los kontak yang mengakibatkan timbulnya bunga api.
3. Pemeliharaan pada pentanahan (arde gardu) :
 - a. Mengukur nilai tahanan pada pentanahan Arrester dan body Trafo
 - b. Bila hasil ukur nilai pentanahan tidak sesuai standar (1,7 ohm), maka harus ditambah lagi elektroda dan hubungkan ke elektroda yang ada sehingga mencapai nilai yang diinginkan.
 - c. Memeriksa kembali pemeliharaan yang sudah selesai dilakukan dan gardu distribusi siap dioperasikan kembali.

3.7 Pengoperasian Pasca Pemeliharaan Trafo Distribusi:

1. Memasang kembali kabel turun pada bushing trafo dan pada sakelar utama / sisi keluar masuk tegangan.
2. Melepaskan kawat pentanahan / Gounding
3. Memeriksa keadaan disekitar Trafo dan PHB-TR apakah aman untuk dioperasikan.
4. Memeriksa kelengkapan alat kerja dan peralatan K-3 .
5. Melaporkan ke petugas piket bahwa pekerjaan sudah selesai dan gardu distribusi siap dioperasikan kembali, sampai menunggu jawaban ijin pengoperasian.
6. Memasang Fuse Cut Out dengan Stick 20 kV.
7. Mengukur tegangan dan urutan fasa sisi tegangan rendah, dan yakinkan besarnya tegangan dan urutan fasa sudah benar.
8. Memasukan saklar utama, dan memperhatikan adanya kelainan-kelainan pada komponen.
9. Mengukur tegangan pada busbar dan meyakinkan bahwa tegangan fasa–netral dan fasa-fasa sesuai standar tegangan pelayanan .
10. Memasukan kembali NH-fuse dengan berurutan pada setiap jurusan.

BAB IV

ANALISIS

4.1 Penyebab Gangguan Trafo Distribusi

Adapun gangguan pada trafo distribusi yang terjadi berbeda-beda, berikut akan dibahas mengenai penyebab gangguan pada trafo distribusi dan cara yang dilakukan untuk mengatasi gangguan.

4.1.1 Overload atau Beban Lebih Pada Trafo Distribusi

Gangguan beban lebih pada trafo distribusi terjadi karena beban yang terpasang pada trafo melebihi kapasitas maksimum yang mampu dipikul oleh trafo. Dimana arus beban lebih besar dari pada arus beban penuh (*full load*) trafo distribusi tersebut. Pembebanan yang berlebihan akan mengakibatkan kenaikan suhu pada lilitan trafo, sehingga mengakibatkan kenaikan suhu juga pada minyak trafo. Beban lebih yang terjadi menyebabkan kualitas isolasi trafo semakin buruk. Dan jika terus menerus terjadi maka akan menyebabkan gagalnya isolasi trafo yang dapat mengakibatkan hubung singkat.

Cara yang dilakukan untuk mengatasi gangguan akibat beban lebih pada trafo distribusi adalah dengan mengganti trafo yang terkena gangguan dengan trafo yang memiliki kapasitas lebih besar. Atau dengan menambahkan trafo sisipan untuk membantu trafo yang lama memikul beban yang akan dilayani.

4.1.2 Gangguan Trafo Distribusi Akibat Packing Bocor

Gangguan pada trafo distribusi ini terjadi karena terdapat kebocoran pada packing trafo dan trafo ini biasanya yang sudah lama dipakai. Kebocoran pada packing trafo mengakibatkan minyak trafo merembes keluar. Jika minyak trafo yang berfungsi sebagai isolasi pada kumparan trafo semakin berkurang maka akan mengakibatkan suhu trafo meningkat dan jika suhu trafo meningkat maka akan dapat mengakibatkan gangguan pada trafo tersebut.

Cara yang dilakukan untuk mengurangi gangguan akibat packing bocor adalah mengganti packing yang sudah bocor dengan packing yang kondisinya baik dan melakukan perawatan secara berkala terhadap trafo yang sudah lama dipakai.

4.1.3 Gangguan Trafo Distribusi Akibat Sambaran Petir

Gangguan trafo distribusi akibat sambaran petir terjadi karena sambaran petir yang mengenai kawat fasa (sambaran langsung) atau mengenai daerah sekitar kawat fasa (sambaran induksi) pada jaringan distribusi, sehingga menimbulkan arus surja yang mengalir pada kawat fasa dan dapat mengakibatkan gangguan pada gardu tersebut apabila arus surja mencapai trafo distribusi. Pada kondisi baik, arrester akan mengalihkan arus surja ke tanah yang diakibatkan oleh sambaran petir.



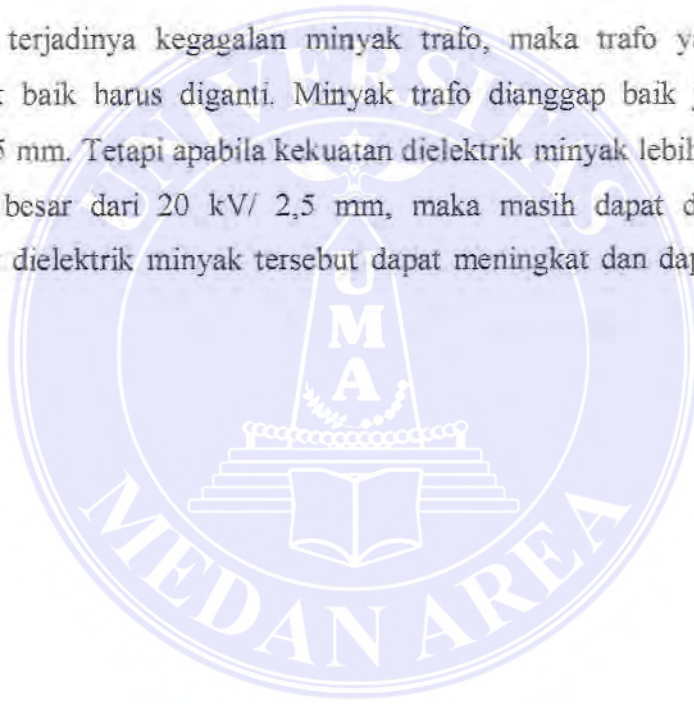
Gambar 4 1 Petir yang Mengenai Gardu Trafo Distribusi
(sumber : Penulis 2020)

Cara untuk mencegah gangguan akibat sambaran petir adalah dengan menggunakan arrester yang dapat berfungsi dengan baik dan sistem pembumian yang baik juga memiliki peranan penting bagi arrester untuk mengalihkan arus surja ke tanah. Tahanan pembumian yang baik adalah ≤ 5 ohm. Tetapi hal ini cukup sulit dikarenakan tahanan tanah di berbagai tempat nilainya berbeda-beda. Untuk mengatasi hal ini maka elektroda pembumian dapat ditanam lebih dalam di tanah dimana kandungan air dalam tanah cukup banyak sehingga tahanan pembumian dapat tetap stabil sepanjang musim.

4.1.4 Gangguan Trafo Distribusi Akibat Kegagalan Minyak Trafo

Kegagalan isolasi minyak trafo (*insulation breakdown*) terjadi akibat penurunan kualitas minyak trafo sebagai isolasi dimana kekuatan dielektriknya menurun. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal antara lain minyak trafo itu sudah lama dipakai, minyak trafo tersebut dikenakan tegangan lebih, atau terjadi pencemaran akibat munculnya zat-zat asing di dalam minyak. Zat-zat tersebut dapat berupa kotoran, partikel-partikel logam, air yang larut dalam minyak dan gas yang menyebabkan munculnya gelembung di dalam minyak. Akibat dari menurunnya kekuatan dielektrik minyak trafo adalah tembusnya minyak trafo oleh arus listrik yang berasal dari kumparan trafo sehingga apabila arus tersebut mencapai *body* trafo akan menimbulkan gangguan.

Untuk mencegah terjadinya kegagalan minyak trafo, maka trafo yang kekuatan dielektriknya sudah tidak baik harus diganti. Minyak trafo dianggap baik jika kekuatan dielektriknya $\geq 30 \text{ kV} / 2,5 \text{ mm}$. Tetapi apabila kekuatan dielektrik minyak lebih kecil dari $30 \text{ kV} / 2,5 \text{ mm}$ dan lebih besar dari $20 \text{ kV} / 2,5 \text{ mm}$, maka masih dapat direkondisikan (*purifying*) agar kekuatan dielektrik minyak tersebut dapat meningkat dan dapat digunakan kembali..



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pemeliharaan pada trafo distribusi dapat disimpulkan:

1. Adapun pemeliharaan trafo distribusi yang dilakukan di PT. PLN ULP Medan Johor menggunakan metode preventif yaitu pemeliharaan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan yang lebih parah dan untuk mempertahankan unjuk kerja jaringan agar tetap beroperasi dengan keandalan dan efisiensi yang tinggi.
2. Kegiatan pemeliharaan rutin meliputi kegiatan: pemeriksaan atau inspeksi rutin, perbaikan atau pergantian peralatan yang tidak bekerja secara optimal dan penyempurnaan jaringan.
3. Penyebab gangguan pada trafo yang sering terjadi adalah gangguan beban lebih pada trafo distribusi, gangguan kebocoran pada packing trafo, gangguan trafo distribusi akibat sambaran petir, dan Kegagalan isolasi minyak trafo.

5.2 Saran

1. Perlu adanya alat pendeteksi dini untuk mengetahui gangguan pada trafafo distribusi berbasis *Internet Of Things* (IOT), yang memungkinkan alat ini bekerja berdasarkan sensor yang mendeteksi gangguan yang terjadi pada trafo distribusi serta terkoneksi pada gadget dan memberitahukan ada informasi gangguan pada trafo distribusi, agar gangguan yang terjadi dapat segera di ketahui dan di lakukan perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1]. Zuhail.1980. *Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Gramedia, Jakarta.
- 2]. Basri, Hasan.1997. *Sistem Distribusi Daya Listrik*, penerbit istn
- 3]. Marsudi, Djiteng.2006. *Pembangkit Energi Listrik*. Erlangga, Jakarta.
- 4]. Suryatmo, F.2005. *Dasar-Dasar Teknik Listrik*. Bina Adiaksara, Jakarta.
- 5]. Marsudi, Djiteng.2005. *Operasi Sistem Tenaga listrik*. Graha Ilmu, Jakarta.
- 6]. M. Sinaga, Hans Tua.2011. *Studi analisis gangguan gardu trafo distribusi pada saluran distribusi 20 kv di pln cabang medan.skripsi.USU*.
- 7]. https://www.academia.edu/39940782/Prinsip_kerja_transformator diakses pada tanggal (20 oktober)

