

**LAPORAN KERJA PRAKTEK
PEMELIHARAAN TRANSFORMATOR DISTRIBUS
DI PT. RAZZA PRIMA TRAF0**

**DISUSUN OLEH :
HERIANTO TAMBUN
17.812.0044**



**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. RAZZA PRIMA TRAFODISTRIBUSI”

Disusun Oleh :

Nama : Herianto Tambun
NPM : 17.812.0044
Program Studi : Teknik Elektro

Dosen Pembimbing Kerja Praktek

(Dr. Ir. Dina Maizana, M. T)

NIDN. 01-1209-6601

Dosen Pembimbing Lapangan

(Zulfikar Batubara)



Ketua Program Studi Teknik Elektro

(Syarifan Muthia Putri, S.T. M.T)

NIDN. 01-0408-9002

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang senantiasa melimpahkan kasih dan rahmat-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. RAZZA PRIMA TRAF0" yang beralamat di jalan Jl. Williem Iskandar No 54/54A Kota Medan Sumatera Utara dimulai tanggal 03 Agustus s/d 03 september 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 moral/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. Ibu Dr. Dina Maizana, MT, selaku dosen pembimbing kerja praktek jurusan Teknik Elektro Universitas Medan Area.
5. Bapak Zulham selaku Direktur PT. RAZZA PRIMA TRAF0.

6. Bapak Zulfikar Batubara selaku kepala bengkel di PT. RAZZA PRIMA TRAF0 sekaligus pembimbing lapangan.
7. Pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
8. Teman-teman kelompok kerja praktek yang telah berjuang bersama-sama menyelesaikan kerja praktek di PT. RAZZA PRIMA TRAF0.

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.



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 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, dan pemeliharaan ini juga dilakukan agar mengurangi biaya perbaikan transformator apabila terjadi kerusakan pada trafo.

Kata kunci : Trafo distribusi, pemeliharaan trafo distribusi



DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| KATA PENGANTAR..... | ii |
| ABSTRAK | iv |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR GAMBAR..... | vii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar belakang | 1 |
| 1.2. Ruang lingkup | 2 |
| 1.3. Metodologi | 2 |
| BAB II | 3 |
| STUDI KASUS | 3 |
| 2.1. TRAFODISTRIBUSI | 3 |
| 2.2. Bagian – bagian dari transformator..... | 4 |
| 2.3. Fungsi dari Transformator | 4 |
| 2.4. Jenis-jenis Transformator | 5 |
| 2.5. Bentuk dan symbol Transformator | 7 |
| 2.6. Prinsip kerja Transformator | 8 |
| BAB III..... | 10 |
| PENGUMPULAN DATA | 10 |
| 3.1. KONTRUKSI DAN KOMPONEN TRAFODISTRIBUSI 20 KV..... | 10 |
| 3.1.1. Inti Besi (Kern)..... | 10 |
| 3.1.2. Kumparan (Belitan)..... | 11 |
| 3.1.3. Minyak Transformator..... | 11 |
| 3.1.4. Tangki Transformator | 12 |
| 3.1.5. Konservator Transformator | 13 |
| 3.1.6. Bushing..... | 13 |
| 3.1.7. Sistem Pendingin Pada Transformator..... | 14 |
| 3.1.8. Tap Changer..... | 15 |
| 3.1.9. Alat Indikator | 16 |
| BAB IV..... | 19 |

| | |
|--|-----------|
| ANALISIS..... | 19 |
| 4.1. PERKIRAAN UMUR PADA TRANSFORMATOR..... | 19 |
| 4.2. GANGGUAN UMUM PADA TRANSFORMATOR | 20 |
| 4.2.1. Tegangan lebih akibat Sambaran petir..... | 20 |
| 4.2.2. Gangguan kegagalan minyak transformator | 20 |
| 4.2.3. Gangguan hubung singkat | 21 |
| 4.2.4. Gangguan Beban Lebih | 21 |
| 4.2.5. Gangguan percikan bunga api..... | 21 |
| 4.2.6. Gangguan isolator bocor (rusak)..... | 22 |
| 4.3. KERUSAKAN UMUM PADA TRANSFORMATOR | 22 |
| 4.3.1. Terbakar Nya Belitan Pada Transformator | 22 |
| 4.3.2. Minyak Transformator Tidak Berfungsi..... | 23 |
| 4.4. PEMELIHARAAN TRAFODISTRIBUSI | 24 |
| 4.4.1. Pengertian dan Tujuan Pemeliharaan | 24 |
| 4.4.2. Jenis – Jenis Pemeliharaan..... | 25 |
| 4.4.3. Teknik Pemeliharaan Transformator | 26 |
| 4.4.4. Jadwal Pemeliharaan Transformator | 32 |
| BAB V | 33 |
| PENUTUP..... | 33 |
| A. Kesimpulan | 33 |
| B. Saran | 33 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 34 |
| Lampiran : | 35 |
| Lembar kegiatan..... | 35 |
| Lembar penilaian lapangan | 36 |
| Data Perusahaan..... | 37 |
| 1. Sejarah singkat PT. Razza Prima Trafo..... | 37 |
| 2. Logo PT. Razza Prima Trafo | 37 |
| 3. Visi dan Misi PT. Razza Prima Trafo | 38 |
| 4. Fasilitas Utama yang dimiliki PT. Razza Prima Traf | 38 |
| 5. Struktur Organisasi PT. Razza Prima Trafo | 39 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Trafo Distribusi 20 KV | 3 |
| Gambar 2. 2 Bagian-bagian dari Trafo | 4 |
| Gambar 2. 3 Jenis-jenis Trafo..... | 5 |
| Gambar 2. 4 Bentuk dan Simbol Transformator | 7 |
| Gambar 2. 5 Bentuk Lempengan Besi pada Trafo..... | 8 |
| Gambar 2. 6 Skema Fluks pada Transformator..... | 9 |
| Gambar 3. 1 Bentuk inti besi pada Trafo | 10 |
| Gambar 3. 2 Kumputan Belitan pada Trafo | 11 |
| Gambar 3. 3 Minyak Trafo | 12 |
| Gambar 3. 4 Tangki Trafo..... | 12 |
| Gambar 3. 5 Konservator Trafo | 13 |
| Gambar 3. 6 Bhusing pada Transformator..... | 14 |
| Gambar 3. 7 Tap Charger | 16 |
| Gambar 3. 8 Oil Level Indikator | 16 |
| Gambar 3. 9 Oil Pressure Valve..... | 17 |
| Gambar 3. 10 Nameplate..... | 17 |
| Gambar 3. 11 Brand Marking..... | 17 |
| Gambar 3. 12 Oil Temperature Indikator | 18 |
| Gambar 3. 13 DGPT2 atau RIS..... | 18 |
| Gambar 4. 1 Kontruksi Transformator Distribusi | 19 |
| Gambar 4. 2 Kerusakan Gulungan Primer dan Sekunder | 23 |
| Gambar 4. 3 Bhusing Trafo Terbakar | 23 |
| Gambar 4. 4 Mesin Filter Minyak Trafo dan Minyak Trafo Rusak | 24 |
| Gambar 4. 5 Alat test Minyak Trafo..... | 28 |
| Gambar 4. 6 Alat Ukur Tingkat Kebisingan atau Noise suara | 29 |
| Gambar 4. 7 Valve..... | 29 |
| Gambar 4. 8 Winding Transformator..... | 30 |
| Gambar 4. 9 Inti Besi (core) | 31 |
| Gambar 4. 10 Tap Charger | 31 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3. 1 Macam-macam sistem pendingin | 15 |
| Tabel 4. 1 Susut Umur berdasarkan kenaikan suhu titik panas | 20 |
| Tabel 4. 2 Jadwal Pemeliharaan Transformator | 32 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Transformator atau lebih dikenal dengan nama “ transformer” atau “trafo” adalah suatu peralatan listrik yang mengubah taraf suatu tegangan AC ketaraf yang lain berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik tanpa mengubah frekuensinya. Dengan demikian fungsi transformator sangat dibutuhkan dalam sebuah sistem distribusi. Maksud dari perubahan taraf tersebut diantaranya seperti menurunkan Tegangan AC dari 220VAC ke 12 VAC ataupun menaikkan Tegangan dari 110VAC ke 220 VAC. Transformator atau Trafo ini bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC). Transformator (Trafo) memegang peranan yang sangat penting dalam pendistribusian tenaga listrik. Transformator menaikkan listrik yang berasal dari pembangkit listrik PLN hingga ratusan kilo Volt untuk di distribusikan, dan kemudian Transformator lainnya menurunkan tegangan listrik tersebut ke tegangan yang diperlukan oleh setiap rumah tangga maupun perkantoran yang pada umumnya menggunakan Tegangan AC 220Volt.

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.

1.2. Ruang lingkup

Batasan Masalah (Ruang Lingkup) dalam kerja praktek (KP) antara lain adalah sebagai berikut:

1. Pengertian transformator

Mampu mengetahui pengertian Transformator dan bagaimana prinsip kerja Transformator.

2. Penyebab Kerusakan dan gangguan Pada Transformator Distribusi

Tujuan mengetahui Kerusakan Transformator Distribusi adalah mampu mengetahui kerusakan pada Transformator dan mengetahui gangguan apa saja yang timbul pada transformator sehingga harus dilakukan pemeliharaan pada transformator.

3. Pemeliharaan Transformator Distribusi

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

1.3. Metodologi

Metodologi 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. Mengamati dan mempelajari secara langsung prosedur pemeliharaan trafo distribusi di PT. RAZZA PRIMA TRAF0.
- c. Pengamatan dan wawancara langsung dengan Petugas dan Pegawai PT. RAZZA PRIMA TRAF0.

BAB II

STUDI KASUS

2.1. TRAFU DISTRIBUSI

Transformator atau biasa disebut trafo yaitu sebuah alat yang memindahkan tenaga listrik antar 2 buah rangkaian atau lebih melalui induksi elektromagnetik. Contohnya, seperti menurunkan Tegangan AC dari 220 VAC ke 12 VAC ataupun menaikkan Tegangan dari 110 VAC ke 220 VAC. Transformator atau Trafo ini bekerja mengikuti prinsip Induksi Elektromagnet dan hanya bisa bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC). Trafo memegang peranan yang sangat penting buat pendistribusian tenaga listrik. Trafo menaikkan listrik yang berasal dari pembangkit listrik oleh PLN sampai ratusan kilo Volt untuk di distribusikan. Kemudian, Trafo lainnya menurunkan tegangan listrik tersebut ke tegangan yang diperlukan untuk setiap rumah tangga atau perkantoran yang pada umumnya pakai Tegangan AC 220 Volt.



Gambar 2. 1 Trafo Distribusi 20 KV

Rumus pada Transformator

$$N_p/N_s = V_p/V_s = I_s/I_p$$

Keterangan:

- V_p = Tegangan pada kumparan primer (input) (volt)
- V_s = Tegangan pada kumparan sekunder (output) (volt)
- I_s = Besaran arus bagian sekunder/output dalam Ampere
- I_p = Besaran arus bagian primer/input dalam Ampere
- N_p = Banyaknya lilitan pada kumparan sekunder (output)
- N_s = Banyaknya lilitan pada kumparan primer (input)

2.2. Bagian – bagian dari transformator

Ada beberapa bagian – bagian yang terdapat di Transformator, diantaranya yaitu:

- Kumparan Primer merupakan sebuah kumparan trafo yang dihubungkan ke sumber tegangan.
- Kumparan Sekunder merupakan suatu kumparan trafo yang dihubungkan dengan beban.
- Inti Besi yang terbuat dari lapisan plat dinamo disusun berlapis – lapis.



Gambar 2. 2 Bagian-bagian dari Trafo

2.3. Fungsi dari Transformator

1. Rangkaian Kontrol

Peralatan elektronik seperti komputer, charger dan berbagai macam peralatan lainnya. Transformator sering dipakai untuk menurunkan tegangan sehingga bisa dipakai pada tegangan kontrol (5 Volt, 12 Volt, dan sebagainya). Begitu juga rangkaian kontrol motor pada pabrik, Trafo dipakai untuk mengenergize dan mengdienergize kontaktor yang dipakai untuk menghidupkan dan mematikan motor induksi.

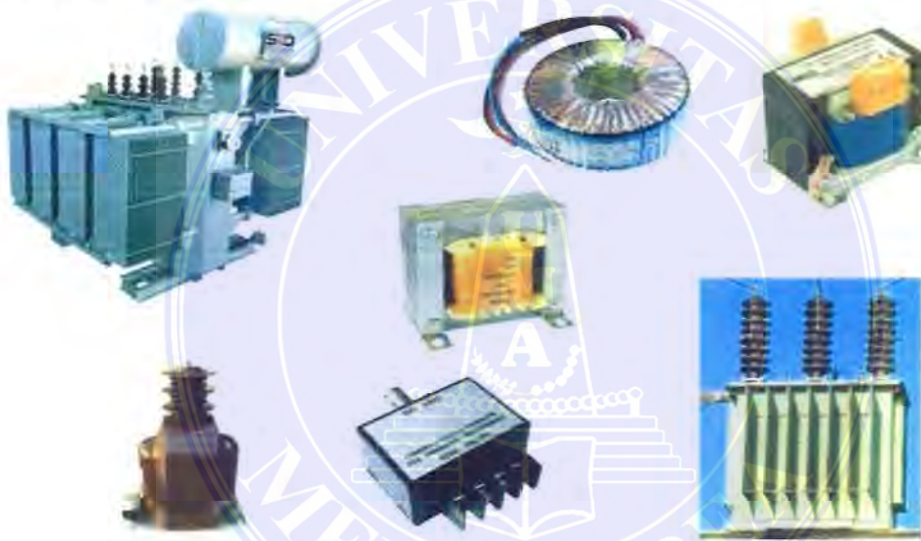
2. Rangkaian Pengatur Frekuensi

Dalam dunia radio frekuensi, transformator sering sekali dipakai untuk mengatur besaran frekuensi yang dihasilkan. Bentuk dan dimensinya jauh lebih kecil di dibandingkan trafo yang sering dipakai pada rangkaian kontrol apalagi transformator atau trafo transmisi listrik.

3. Distribusi dan Transmisi Listrik

Seperti yang kita tahu, jarak antara pembangkit listrik dengan beban listrik yang dipakai oleh pelanggan relatif terlalu jauh. Jadi, akan terjadi drop tegangan. Sehingga, kita harus menaikkan tegangan sebelum distribusi dan transmisi listrik jarak jauh, agar drop tegangan tidak terlalu besar. Serta lebih murah karena kabel yang dipakai lebih kecil (semakin besar tegangan besar maka arus semakin kecil sesuai dengan Hukum kekekalan energi). Seperti Perusahaan Listrik Negara (PLN), tegangan yang di hasilkan oleh pembangkit sebesar 13,8 KV dan di naikkan jadi 150 KV juga diturunkan ke 380 V untuk di distribusikan ke rumah-rumah.

2.4. Jenis-jenis Transformator



Gambar 2. 3 Jenis-jenis Trafo

1. Transformator Step UP

Transformator Step UP fungsinya untuk menaikkan level dari tegangan listrik yang bertipe AC. Dengan jenis trafo ini, kita bisa menaikkan tegangan listrik dari arus yang rendah menjadi tinggi atau besar. Komponen tegangan sekunder dijadikan output yang lebih tinggi dengan memperbanyak lilitan dikumparannya, jadi aliran primer lebih sedikit. Trafo jenis ini, biasa dipakai sebagai penghubung generator ke grid didalam tegangan listrik.

2. Transformator Step Down

Transformator Step Down fungsinya untuk menurunkan level dari tegangan listrik yang bertipe AC. Dengan trafo jenis ini, kita bisa menurunkan tegangan listrik dari arus tinggi

menjadi rendah. Komponen tegangan primer lebih banyak lilitan dikumparannya, jadi aliran sekunder lebih sedikit. Trafo jenis ini biasa dipakai PLN sebagai penyesuai daya listrik agar bisa dikonsumsi peralatan elektronik di setiap rumah.

3. Transformator IF

Trafo IF (Intermediate Frequency), fungsinya sebagai penguat frekuensi menengah yaitu 10,7 MHz yang biasanya dipakai pada radio penerima baik AM atau FM. Kita bisa menemukan trafo jenis ini di radio Konvensional.

4. Transformator Adaptor / Power Supply

Trafo adaptor atau power supply fungsinya untuk mengubah tegangan dari arus AC ke arus DC. Trafo jenis ini sangat banyak sekali dipakai dengan pilihan tegangan dan arus yang bervariasi. Trafo yang dipakai pada adaptor termasuk jenis step down yaitu berfungsi untuk menurunkan tegangan dari jarak listrik PLN ke perangkat elektronika sesuai kebutuhan.

5. Transformator Pulsa

Transformator jenis ini adalah transformator yang didesain khusus untuk memberikan keluaran gelombang pulsa. Transformator jenis ini memakai material inti yang cepat jenuh, jadi setelah arus primer mencapai sebuah titik tertentu, fluks magnet akan berhenti berubah. Sebab, GGL induksi pada lilitan sekunder cuman terbentuk, jika terjadi perubahan fluks magnet, transformator cuman memberikan keluaran saat inti tidak jenuh yaitu saat arus pada lilitan primer berbalik arah.

6. Transformator Isolasi

Transformator isolasi mempunyai lilitan sekunder yang berjumlah sama dengan lilitan primernya, jadi tegangan sekunder sama dengan tegangan primer. Tapi, pada beberapa desain yang lain, gulungan sekunder dibuat sedikit lebih banyak untuk mengkompensasi jumlah kerugian. Transformator ini fungsinya untuk isolasi antara dua kalang. Untuk penerapan sebuah audio, transformator jenis ini sudah banyak digantikan oleh kopling.

7. Transformator Autotransformator

Transformator jenis ini hanya mempunyai satu lilitan saja. Pada Autoransformator, sebagian lilitan primer merupakan milik sekunder juga. Lilitan pada trafo jenis ini mampu

dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan jenis lainnya. Keuntungannya, ukuran lebih kecil dan memiliki risiko kerugian yang lebih rendah dibandingkan trafo yang menggunakan dua lilitan. Tapi, trafo ini tidak mampu dipakai untuk menaikkan tegangan listrik menjadi berkali – kali lipat.

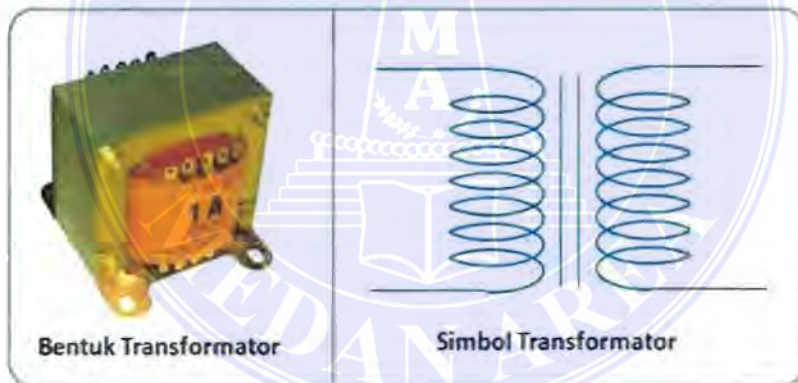
8. Transformator Autotransformator Variabel

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

9. Transformator Tiga Fase

Transformator jenis ini terdiri dari tiga trafo yang saling terhubung secara khusus. Untuk lilitannya, pada kumparan primer biasanya dihubungkan secara bintang (Y) dan lilitan sekunder disambungkan dengan delta.

2.5. Bentuk dan symbol Transformator



Gambar 2. 4 Bentuk dan Simbol Transformator

Agar bisa lebih mengetahui lagi tentang kegunaan dari transformator, maka kita harus mengetahui bentuk dan simbolnya. Sesuai pada gambar diatas, dijelaskan bentuk dari transformator berupa kotak dan sebagian ditunjukkan nilai kapasitasnya.

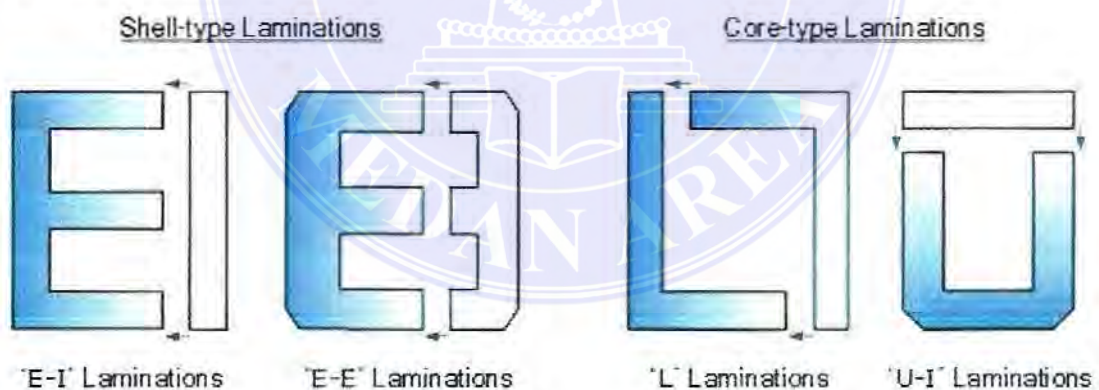
- Trafo mempunyai bentuk yang berbeda-beda sesuai fungsinya, contohnya pada trafo transmisi listrik ukurannya lebih besar dibanding yang lainnya.
- Untuk simbol dari trafo, bisa melihatnya pada gambar 1.5. Simbol tersebut menjelaskan trafo dipakai untuk membatasi medan magnet.

2.6. Prinsip kerja Transformator

Transformator dalam melakukan kerjanya berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan sebuah fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik ini menginduksikan Gaya Gerak Listrik (GGL) dalam sebuah lilitan sekunder. Apabila efisiensinya sempurna, maka semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder. Sebuah Transformator yang sederhana umumnya tersusun atas 2 lilitan atau kumparan kawat yang terisolasi yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Inti besi yang ada pada sebuah Transformator atau pada Trafo yaitu kumpulan lempengan-lempengan besi tipis yang terisolasi dan ditempel berlapis-lapis. Kegunaannya untuk mempermudah jalannya. Fluks Magnet yang ditimbulkan oleh sebuah arus listrik kumparan dan mengurangi suhu panas yang udah ditimbulkan.

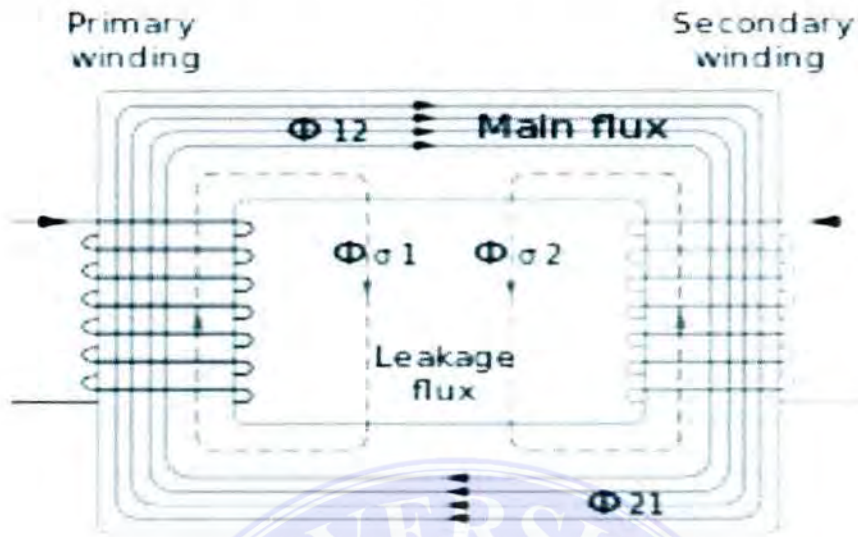
Dibawah ini, beberapa bentuk lempengan besi yang membentuk Inti Transformator tersebut, yaitu:

- E – I Lamination
- E – E Lamination
- L – L Lamination
- U – I Lamination



Gambar 2. 5 Bentuk Lempengan Besi pada Trafo

Berikut ini merupakan dari skema Fluks pada Transformator:



Gambar 2. 6 Skema Fluks pada Transformator

Rasio lilitan pada kumparan sekunder terhadap kumparan primer tersebut menentukan rasio tegangan pada kedua kumparan tersebut.



BAB III

PENGUMPULAN DATA

3.1. KONTRUKSI DAN KOMPONEN TRAF0 DISTRIBUSI 20 KV

3.1.1. Inti Besi (Kern)

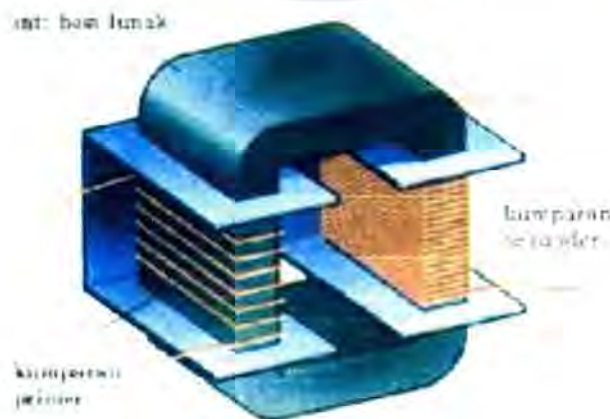
Terbuat dari lembaran-lembaran plat besi lunak atau baja silikon yang diklaim menjadi satu. Fungsi utama dari dari inti adalah sebagai jalan atau rangkaian garis-garis gaya magnet. Karena fluksi yang mengalir di dalam inti trafo fluksi bolak-balik, diperlukan persyaratan khusus agar kerugian histerisis dan arus pusar dapat ditekan sekecil mungkin. Untuk itu inti trafo dibuat dari plat baja silikon dengan kadar silikon 4 – 5% dengan ketebalan. Inti dibuat berupa tumpukan atau lapisan-lapisan. Inti itu menjamin sambungan magnetik yang bagus antara kumparan primer dan sekunder. Arus eddy disebabkan oleh arus bolak balik yang menginduksikan tegangan pada inti transformator itu sendiri. Karena inti besi merupakan penghantar, inti besi menghasilkan arus oleh tegangan induksi. Dengan membuat inti itu berlapis-lapis, maka lintasan arus eddy akan dikurangi dengan sangat mencolok. Pada transformator kecil, penampang kern (inti trafo) dipersiapkan dalam bentuk persegi, tetapi untuk memenuhi kebutuhan ekonomis untuk trafo berskala besar inti trafo dipersiapkan dalam bentuk bulat. Posisi belitan terhadap inti memberikan dua jenis transformator yaitu:

1. Tipe inti (Core)

yakni belitan mengelilingi inti, biasanya untuk transformator dengan daya dan tegangan tinggi.

2. Tipe Cangkang (Shell)

yakni inti mengelilingi belitan, biasanya untuk transformator dengan daya dan tegangan yang rendah.



Gambar 3. 1 Bentuk inti besi pada Trafo

3.1.2. Kumparan (Belitan)

Kumparan pada trafo adalah kawat penghantar yang dialiri oleh arus listrik dibagian primer dan sekunder yang dililiti pada inti besi trafo. Untuk mencegah mengalirnya arus dari kumparan tersebut ke inti besi atau bagian lain dari trafo biasanya kawat kumparan tersebut dibatasi dengan isolasi padat seperti pertinax, kertas dan sebagainya. Umumnya pada trafo terdapat kumparan primer dan skunder. Bila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan arus bolak balik maka pada kumparan tersebut akan terjadi flux.

Flux ini memberikan induksi pada tegangan dan apabila pada rangkaian sisi sekunder dihubungkan ke beban maka menghasilkan arus pada belitan/kumparan ini. Jadi kumparan dikatakan sebagai alat transformasi (merubah) tegangan dan arus. Jumlah lilitan pada trafo pada bagian primer dan skunder juga akan menentukan apakah trafo berfungsi sebagai penaik (step up) atau penurun tegangan (step down).



Gambar 3. 2 Kumparan Belitan pada Trafo

3.1.3. Minyak Transformator

Minyak Transformator (trafo) merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada trafo.

- Sebagai bagian dari bahan isolasi, minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus.
- sebagai pendingin minyak trafo harus mampu meredam panas yang ditimbulkan. sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak diharapkan akan mampu melindungi trafo dari gangguan.

Minyak trafo juga berfungsi mengisi ruangan antara kumparan primer dan sekunder sehingga tidak akan menimbulkan break down antara kumparan tersebut.

Minyak transformator mempunyai unsur atau senyawa hidrokarbon yang terkandung adalah senyawa hidrokarbon parafinik, senyawa hidrokarbon naftenik dan senyawa hidrokarbon aromatik. Selain ketiga senyawa tersebut, minyak transformator masih mengandung senyawa yang disebut zat aditif meskipun kandungannya sangat kecil.



Gambar 3. 3 Minyak Trafo

3.1.4. Tangki Transformator

Tangki transformator merupakan salah satu konstruksi yang mempunyai fungsi menyimpan minyak untuk transformator dan juga sebagai pelindung (cover) untuk semua bagian dari transformator yang terendam di dalam minyak. Macam – macam ukuran untuk tangki ini disesuaikan dengan ukuran inti (core) dan belitan.

Terdapat beberapa jenis – jenis tangki, diantaranya yaitu:

- a. Tipe sirip (tank corrugated)
- b. Tipe Conventional Beradiator
 - i. Tipe Hermetically Sealed Tank With N2 Cushined

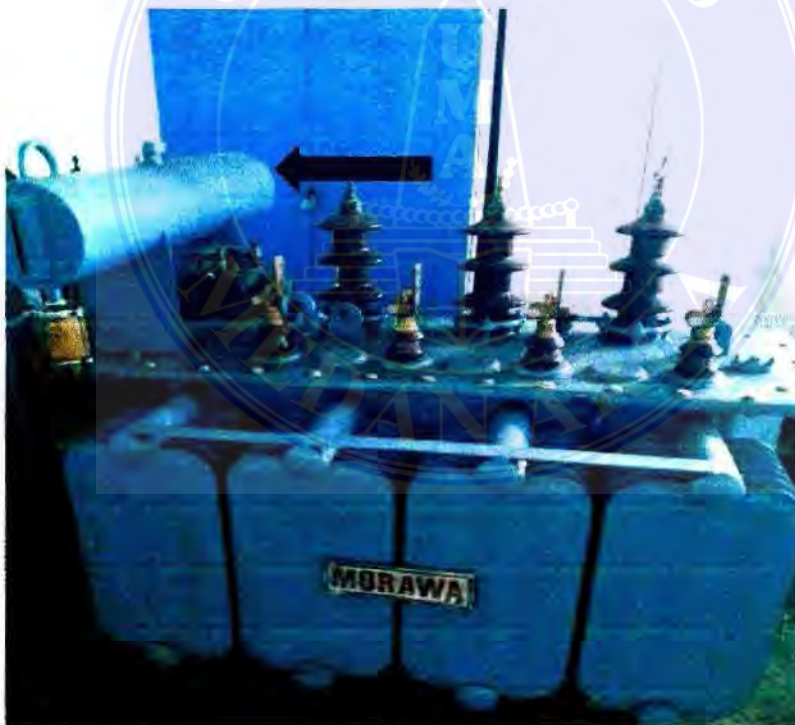


Gambar 3. 4 Tangki Trafo

3.1.5. Konservator Transformator

Konservator berfungsi ketika adanya kenaikan suhu saat operasi pada transformator, sehingga minyak isolasi memuai yang berdampak pada volume yang bertambah. Sebaliknya ketika terjadi penurunan suhu saat beroperasi, maka minyak menyusut dan juga volume minyak terjadi penurunan. Dari hal tersebut, volume udara akan bertambah dan berkurang. Untuk mengatasi minyak isolasi transformator tidak mendapatkan kontaminasi oleh kelembaban dan oksigen dari udara luar (tanpa rubber bag) maka udara yang masuk kedalam konservator harus difilter menggunakan silicagel sehingga kandungan dari uap air bisa diminimalisir.

Untuk menghindari agar minyak trafo tidak berhubungan langsung dengan udara luar, maka saat ini konservator dirancang dengan menggunakan breather bag atau rubber bag yaitu sejenis balon karet yang dipasang di dalam tangki konservator. Silicagel sendiri memiliki batasan kemampuan untuk menyerap kandungan uap air sehingga pada periode tertentu silicagel tersebut harus dipanaskan bahkan perlu dilakukan penggantian. Dehydrating Breather merupakan teknologi yang berfungsi untuk mempermudah pemeliharaan silicagel, dimana terdapat pemanasan otomatis ketika silicagel mencapai kejenuhan tertentu.



Gambar 3. 5 Konservator Trafo

3.1.6. Bushing

Hubungan antara kumparan transformator dengan jaringan luar melalui sebuah bushing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator. Bushing sekaligus berfungsi

sebagai penyekat/isolator antara konduktor tersebut dengan tangki transformator. Pada bushing dilengkapi fasilitas untuk pengujian kondisi bushing yang sering disebut center tap.

Bushing isolasi biasanya terbuat dari bahan porcelain.



Gambar 3. 6 Bhusing pada Transformator

3.1.7. Sistem Pendingin Pada Transformator

Dalam inti besi dan kumparan akan menimbulkan panas akibat rugi-rugi besi dan rugi-rugi tembaga. Panas ini akan menyebabkan peningkatan suhu yang berlebihan yang dapat merusak isolasi pada transformator. Untuk menjaga kondisi transformator tidak terlalu panas saat memikul beban. Media yang digunakan pada system pendinginan transformator berupa udara/gas, minyak dan air merupakan media yang digunakan pada sistem pendinginan. Pengalirannya (sirkulasi) dapat menggunakan dua metode yaitu: secara alamiah (natural) dan paksaan (forced). Pada metode alamiah (natural) transformator dilengkapi dengan sirip-sirip (radiator) yang bertujuan untuk mempercepat perpindahan panas ke luar. Bila ingin mempercepat lagi perpindahan panas yaitu dengan memakai pompa-pompa sirkulasi minyak, udara dan air. Metode ini disebut dengan paksaan (forced) . Jenis-jenis sistem pendingin transformator berdasarkan media dan metode pengalirannya seperti pada Tabel berikut:

Tabel 3. 1 Macam-macam sistem pendingin

| No | Macam Sistem Pendingin | Media | | | |
|----|------------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | | Dalam Transformator | | Di luar Transformator | |
| | | Sirkulasi Alamiah | Sirkulasi Paksa | Sirkulasi Alamiah | Sirkulasi Paksa |
| 1 | ONAN | Minyak | - | Udara | - |
| 2 | ONAF | Minyak | - | - | Udara |
| 3 | OFAN | - | Minyak | Udara | - |
| 4 | OFAF | - | Minyak | - | Udara |
| 5 | OFWF | - | Minyak | - | Air |
| 6 | AN | - | - | Udara | - |
| 7 | AF | - | - | - | Udara |
| 8 | ONAN OFAF | Penggabungan 1 dan 4 | | | |
| 9 | ONAN OFWF | Penggabungan 1 dan 5 | | | |
| 10 | ONAN ONAF | Penggabungan 1 dan 2 | | | |
| 11 | ONAN OFAN | Penggabungan 1 dan 3 | | | |

Arti dari ONAN/ONAF Cooling Method

Sebuah transformator yang didinginkan secara alami (ONAN) adalah jenis pendingin transformator yang dapat diandalkan dan tidak bersuara. Transformator yang didinginkan secara paksa (ONAF) memang lebih efisien akan tetapi memiliki tingkat kebisingan yang lebih tinggi dan kurang dapat diandalkan karena kemungkinan terjadinya kerusakan kipas. Jenis pendingin ini dapat ditentukan dengan memenuhi satu keadaan atau lebih. Pertama jika pembebanan di bawah 60% dari daya pengenal maksimum maka jenis pendinginnya adalah ONAN, sedangkan pembebanan di atas 60% dari daya pengenal maksimum maka jenis pendinginnya adalah ONAF. Selanjutnya jika temperatur Top Oil kurang dari atau sama dengan 50°C maka jenis pendinginnya adalah ONAN, sedangkan temperature Top Oil di atas 50°C maka jenis pendinginnya adalah ONAF.

3.1.8. Tap Changer

Tap Changer adalah alat pengubah perbandingan lilitan dari transformator untuk mendapatkan tegangan operasi sekunder yang diinginkan dari tegangan jaringan primer yang berubah – ubah. Tap changer yang hanya dapat dioperasikan untuk memindahkan tap trafo didalam keadaan tak berbeban yang disebut dengan off load tap changer dan hanya dapat dioperasikan secara manual. Tap changer yang dapat beroperasi dalam keadaan mempunyai beban disebut on load tap changer sehingga dapat dioperasikan secara otomatis.



Gambar 3. 7 Tap Charger

3.1.9. Alat Indikator

- Oil Level Indicator

Perangkat ini memberikan sinyal visual tingkat minyak di konservator. Ada pilihan berbeda sesuai dengan dimensi dan tipe konservator; juga dimungkinkan untuk memberi sinyal level minyak maks dan / atau min oleh switch.



Gambar 3. 8 Oil Level Indikator

- Oil Pressure Valve

Katup pelepas minyak adalah katup kontrol yang digunakan untuk mengontrol tekanan maks yang diizinkan di trafo untuk melindunginya dari tekanan berlebih yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen rangkaian.



Gambar 3. 9 Oil Pressure Valve

- Nameplate

Papan informasi bagi pengguna untuk bisa mengetahui secara jelas spesifikasi dari trafo distribusi.



Gambar 3. 10 Nameplate

- Brand Marking

Papan merek bagi pengguna untuk bisa mengetahui nama merek dari trafo distribusi.



Gambar 3. 11 Brand Marking

- Oil Temperature Indicator

Perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu minyak atas dalam tangki oleh sensor. Ini dapat dilengkapi dengan 2 atau 4 switch SPDT.



Gambar 3. 12 Oil Temperature Indikator

- DGPT2 atau RIS

Perangkat yang digunakan untuk menjaga di bawah tekanan kontrol, suhu dan tingkat cairan di dalam tangki transformator.



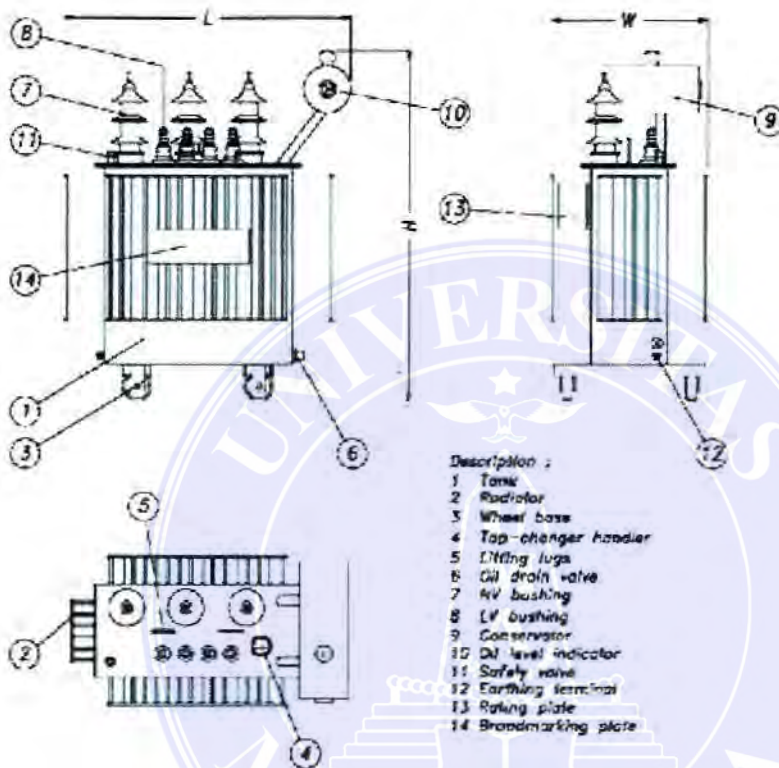
Gambar 3. 13 DGPT2 atau RIS



BAB IV ANALISIS

4.1. PERKIRAAN UMUR PADA TRANSFORMATOR

Dalam pengoperasian suatu transformator distribusi tentunya banyak hal yang dapat terjadi dan mempengaruhi kondisi atau umur transformator.



Gambar 4. 1 Kontruksi Transformator Distribusi

Untuk itu dilakukan upaya-upaya yang dapat mempertahankan umur transformator, seperti pemasangan transformator harus sesuai standar konstruksi, secara rutin melakukan manajemen transformator untuk memantau kondisi transformator, melakukan pengujian dan pemeliharaan transformator secara berkala, mengevaluasi hasil pengukuran beban transformator, melakukan pemerataan beban transformator, mengganti fuse link sesuai standard yang berlaku dan sesuai dengan kapasitas transformator, dan melakukan mutasi transformator untuk mengatasi pembebanan lebih.

Susut Umur Transformator, pembebanan terhadap suatu transformator akan mengakibatkan kenaikan suhu yang ditimbulkan oleh panas. Untuk setiap kenaikan sekitar 6°C dari batas yang diizinkan akan mengakibatkan berkurangnya umur. Berdasarkan SPLN, transformator di Indonesia dirancang untuk bekerja pada suhu sekitartidak melebihi 40. Pada suhu rata-rata harian 30 ratatahunan 30°C. International Electrotechnical Commission

(IEC)menetapkan umur transformator 20 tahun atau setara 7300 hari, sehinggasusut umur normal adalah 0,0137% per hari. Susut umur karena suhu titikpanas dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Susut Umur berdasarkan kenaikan suhu titik panas

| Q ₂ (°C) | Susut umur (p.a) | Umur (tahun) |
|---------------------|------------------|--------------|
| 80 | 0,125 | >20 |
| 86 | 0,25 | >20 |
| 92 | 0,5 | >20 |
| 98 | 1 | 20 |
| 104 | 2 | 10 |
| 110 | 4 | 5 |
| 116 | 8 | 2,5 |
| 122 | 16 | 1,25 |
| 128 | 32 | 0,625 |
| 134 | 64 | 0,3125 |
| 140 | 128 | 0,15625 |

4.2. GANGGUAN UMUM PADA TRANSFORMATOR

4.2.1. Tegangan lebih akibat Sambaran petir

Gangguan ini terjadi akibat sambaran petir yang mengenai kawat fasa, sehingga menimbulkan gelombang berjalan yang merambat melalui kawat fasa 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.

4.2.2. Gangguan kegagalan minyak transformator

Kegagalan isolasi minyak transformator disebabkan karena beberapa hal antara lain minyak transformator tersebut sudah lama di pakai, berkurangnya kekuatan dielektris dan karena minyak transformator tersebut dikenakan tegangan lebih. Pada prinsipnya tegangan pada isolator merupakan suatu tarikan atau tekanan (stress) yang harus dilawan oleh gaya dalam isolator itu sendiri supaya isolator itu tidak gagal. Dalam struktur molekul material isolasi minyak trafo, electron-elektron terikat erat pada molekulnya, dan ikatan ini mengadakan perlawanan terhadap tekanan yang disebabkan oleh adanya tegangan. Bila tegangan ini putus pada suatu tempat maka sifat isolasi pada tempat itu akan hilang. Bila pada bahan isolasi

tersebut diberikan tegangan akan terjadi perpindahan electron-elektron dari suatu molekul ke molekul lainnya sehingga timbul arus konduksi atau arus bocor. Karakteristik isolator akan berubah bila material tersebut termasuk suatu ketidak murnian (impurity) seperti adanya arang atau kelembaban dalam isolasi yang dapat menurunkan tegangan gagal.

4.2.3. Gangguan hubung singkat

Hubung singkat terjadi akibat dari faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dari gangguan adalah rusaknya peralatan listrik. Faktor eksternal adalah antara lain cuaca buruk, seperti badai, hujan, dingin; bencana, seperti gempa bumi, angin ribut, kecelakaan kendaraan; runtuhnya pohon; petir; aktivitas konstruksi, ulah manusia, dan lain-lain. Sebagian besar gangguan terjadi karena cuaca buruk, yaitu hujan atau badai, dan pohon. Gangguan hubung singkat menyebabkan terjadinya interupsi kontinuitas pelayanan daya kepada para konsumen apabila gangguan itu sampai menyebabkan terputusnya suatu rangkaian (sircuit) atau menyebabkan keluarnya satu unit pembangkit, penurunan tegangan yang cukup besar menyebabkan rendahnya kualitas tenaga listrik dan merintanginya kerja normal pada peralatan konsumen, pengurangan stabilitas sistem dan merusak peralatan pada daerah terjadinya gangguan tersebut.

4.2.4. Gangguan Beban Lebih

Pengertian overload (beban lebih) adalah suatu keadaan dimana beban listrik yang mengalir melebihi kapasitas yang tersedia. Pengertian overload bisa juga di artikan sebagai melonjaknya suatu arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian di mana tidak sesuai dengan pengaturan yang telah di tetapkan. Menurut SPLN, transformator overload apabila beban transformator melebihi 80% dari kapasitas transformator (nameplate) atau arus nominal.

4.2.5. Gangguan percikan bunga api

Sparkover (Percikan bunga api) dikenal dengan lompatan bunga api yang diakibatkan ada beberapa gangguan diantaranya gangguan hubung singkat, gangguan sambaran petir, gangguan kegagalan minyak transformator dan gangguan akibat bushing pecah yang dapat mengakibatkan gangguan sparkover pada transformator distribusi. Sparkover merupakan suatu fenomena dimana elektron mengalir melalui udara dari suatu penghantar ke penghantar yang lain. Discharge terjadi pada udara atau gas yang tidak melibatkan permukaan isolasi sehingga timbul panas yang menyebabkan naiknya suhu lilitan tersebut. Kenaikan ini menyebabkan

rusaknya isolasi lilitan pada kumparan transformator sehingga memperpendek umur dari transformator dan menyebabkan kegagalan isolasi.

4.2.6. Gangguan isolator bocor (rusak)

Sering muncul akibat mengalirnya arus bocor adalah pemanasan pada permukaan isolator, munculnya busur listrik (arc), percikan api (spark) dan terjadinya lewat denyar (flashover). Pemanasan secara terus-menerus di permukaan isolator dapat mempercepat penuaan (aging), terutama pada isolator polimer. Munculnya busur listrik (arc) dan terjadinya lewat denyar menyebabkan terbentuknya jejak erosi (tracking) pada permukaan isolator yang memiliki kontribusi terhadap proses penuaan dan menurunkan hidrofobisitas isolator. Karakteristik isolator akan berubah bila material tersebut termasuk suatu ketidakmurnian (impurity) seperti adanya arang atau kelembaban dalam isolasi yang dapat menurunkan tegangan gagal.

4.3. KERUSAKAN UMUM PADA TRANSFORMATOR

4.3.1. Terbakar Nya Belitan Pada Transformator

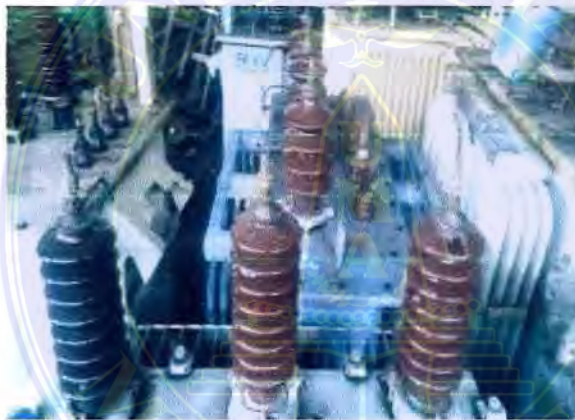
Kumparan adalah bagian penting dari trafo. Pada trafo distribusi umumnya menggunakan dua kumparan, yaitu kumparan primer dan sekunder. Tegangan tinggi dengan arus rendah yang mengalir pada kumparan primer dan melalui induksi elektromagnetik tegangan diturunkan sedangkan arus dinaikkan pada kumparan sekunder. Pada proses ini setiap belitan memiliki batas ketahanan dielektrik, panas, dan mekanik. Kegagalan pada belitan trafo umumnya terjadi karena belitan mengalami stress pada proses tersebut, yang menyebabkan belitan breakdown atau terbakar. Kegagalan dielektrik pada belitan terjadi karena breakdown isolasi antara belitan dalam kumparan. Breakdown isolasi terjadi karena arus dan tegangan tinggi yang mengalir di atas nilai rating trafonya, seperti terjadinya sambaran petir tanpa lightning arrester dan fault voltes yang mengakibatkan flashover di belitan dan menyebabkan short circuit. Belitan yang biasa digunakan pada trafo adalah tembaga. Sedangkan tembaga memiliki resistansi yang menyebabkan rugi panas. Rugi panas ini akan menimbulkan hotspot pada belitan, dan semakin lama kekuatan isolasi belitan pada titik hotspot akan menurun dan menyebabkan breakdown. Kegagalan mekanik adalah menurunnya kemampuan trafo yang diakibatkan oleh buruknya maintenance, korosi, dan getaran. Gambar kerusakan dapat dilihat seperti gambar di bawah.



Gambar 4. 2 Kerusakan Gulungan Primer dan Sekunder

Bushing Transformator Terbakar

Busing trafo sebenarnya salah satu bagian dari transformator yang berguna untuk menyambungkan sistem transmisi listrik dengan bagian trafo yang lainnya. Fenomena yang timbul di dalam trafo bisa menyebabkan timbulnya short circuit. Fenomena ini bisa timbul disebabkan oleh tahanan isolasi melemah di dalam isolator.



Gambar 4. 3 Bhusing Trafo Terbakar

4.3.2. Minyak Transformator Tidak Berfungsi

Minyak transformator yang dipakai untuk mendinginkan belitan primer maupun sekunder harus selalu dalam kondisi baik dan memenuhi standar tegangan tembus yang diijinkan oleh PT. PLN Sebab-sebab menurunnya harga tegangan tembus dari minyak transformator antara lain :

- Pertama, adanya kelembapan udara, hal ini dapat mempengaruhi harga tegangan tembus dari minyak isolasi trafo.
- Kedua, adanya panas yang di timbulkan dari aliran listrik yang melewati belitan trafo maka minyak isolasinya ikut menjadi panas dan berpotensi timbulnya karbon yang akan mempengaruhi harga tegangan tembus dari minyak isolasi tersebut.

- Ketiga, Jika minyak isolasi tersebut dipakai terlalu lama maka sesuai dengan umur dari minyak tersebut akan menjadikan rendahnya tegangan tembus dari minyak isolasi tersebut.

Cara mengatasi kondisi minyak yang harga tegangan tembusnya rendah yaitu dengan cara di rekondisioning dengan menfilter minyak isolasi tersebut melalui mesin filter minyak trafo yaitu dengan membuang kadar air dari minyak isolasi tersebut. Jika minyak isolasi tersebut warnanya sudah sangat kotor maka harus diganti dengan minyak yang baru.



Gambar 4. 4 Mesin Filter Minyak Trafo dan Minyak Trafo Rusak

4.4. PEMELIHARAAN TRAFU DISTRIBUSI

4.4.1. 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.

4.4.2. 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.

4.4.3. Teknik Pemeliharaan Transformator

1. Pemeriksaan Minyak Transformator.

- Pemeriksaan level minyak.

Pemeriksaan level minyak perlu dilakukan secara berkala untuk mengetahui apakah minyak masih dalam batas yang diijinkan, jika ditemui keadaan yang abnormal, maka perlu diteliti penyebabnya untuk mengetahui adanya kebocoran pada tangki.

Periksa packing/gasket, valve dan bagian yang dilas jika dijumpai kebocoran segera hubungi pabrik pembuat.

- Pemeriksaan tegangan tembus minyak trafo.

Minyak transformator berguna untuk mengisolasi tegangan antara winding dan core, body dan antara bagian-bagian yang bertegangan lainnya. Minyak juga berfungsi juga memindahkan panas yang di-bangkitkan oleh core dan winding ke peralatan pendingin.

Oleh sebab itu harus memenuhi persyaratan karakteristik seperti di bawah ini :

- a. Harus mempunyai kekuatan isolasi (dielectric Strength)
- b. Harus mempunyai efek pendingin yang baik atau kekentalan rendah.
- c. Harus sudah dimurnikan dan bebas dari material yang dapat menimbulkan karat atau kerusakan material isolasi lainnya.
- d. Harus bebas dari material seperti uap air, fiber dll.
- e. Tidak mudah menguap.

Minyak isolasi dalam transformator lambat-laun akan mengalami pencemaran sesuai dengan umur pakainya. Penyebabnya adalah, minyak akan beroksidasi bila berhubungan langsung dengan udara dan prosesnya akan dipercepat dengan kenaikan temperatur, sedang-kan kontak dengan metal didalam tangki akan menimbulkan percampuran dengan logam tembaga, besi, kertas dan larutan varnis. Selain hal tersebut diatas, dalam minyak terjadi reaksi kimia dekomposisi dan polymerisasi yang akan menimbulkan endapan dalam minyak. Endapan ini tidak berpengaruh langsung terhadap dielectric strength tetapi endapan ini mengumpul pada winding dan akan mengakibatkan penyumbatan pada celah pendingin (oil duct), radiator dan dinding tangki sehingga mempengaruhi temperature kerja yang merupakan faktor penentu dari umur material isolasi.

Karena pencemaran minyak terutama disebabkan oleh proses oksidasi, maka tindakan pencegahannya adalah :

- a. Menghindarkan hubungan langsung minyak dengan udara. Untuk itu dibuat konservator yang berfungsi mencegah kontak langsung antara minyak yang panas dalam tangki dengan udara luar.
- b. Uap air juga mencemari minyak transformator, oleh sebab itu dipasang dehydrating breather yang diisi silica gel.
- c. Tangki yang tertutup rapat (Hermetically Sealed) dan diisi dengan nitrogen.
- d. Tangki yang tertutup rapat dan diisi minyak sampai penuh (Totally filled).

Karena pentingnya minyak transformator, maka perlu dilakukan pemeriksaan secara berkala, menurut IEC-156 untuk :

- a. Minyak baru sebelum diolah 30 KV/ 2.5 mm
- b. Minyak yang telah diolah 50 KV/ 2.5 mm
- c. Minyak yang telah digunakan 30 KV/ 2.5 mm

Pemeriksaan tegangan tembus minyak dianjurkan 3 tahun pertama setelah transformator dioperasikan dan tiap tahun untuk tahun-tahun berikutnya. Jika hasil pemeriksaan laboratorium oli tersebut dibawah standart maka perlu dimurnikan kembali atau diganti dengan oli yang baru.

Metoda Pengambilan contoh

Karena tegangan tembus dari contoh sangat sensitif terhadap pencemaran, maka pengambilan contoh harus dilakukan dengan hati-hati. Letak/titik pengambilan contoh dilakukan di tempat yang dianggap paling tercemar, misalkan pada titik terbawah.

Contoh:

minyak diambil dengan membuka kran/valve bagian bawah secara perlahan-lahan, biarkan minyak sedikit terbuang untuk membersihkan valve dari kotoran-kotoran yang terdapat pada valve tersebut. Siapkan botol gelas yang bersih dari kotoran dan uap air.



Gambar 4. 5 Alat test Minyak Trafo

Jika minyak sudah terlihat bersih, jangan tutup valve selanjutnya masukkan minyak ke dalam botol tersebut kurang lebih 800 ml (test teg tembus, kandungan air dan kekentalan). Tutup botol tsb dengan tutup yang bersih, usahakan jangan sampai minyak tersentuh tangan, karena minyak trafo ini sangat peka (sensitive) terhadap lingkungan yang ada disekitarnya.

2. Pemeriksaan Noise

Bila ditemui Noise atau bising yang abnormal dan dapat dibedakan dari kondisi normal, hal ini dapat menunjukkan gejala dini dari suatu gangguan.

Beberapa hal yang dapat menyebabkan terjadinya noise :

- a. Resonansi dari tangki dan radiator yang disebabkan oleh perubahan frekwensi atau tegangan dari power source.
- b. Adanya cacat pada mekanisme penjepit/penahan bagian dalam transformator.
- c. Gangguan antar lapisan (inter layer short circuit) pada core yang disebabkan kerusakan pada lapisan varnis antar lapisan, dengan penjepit atau baut-baut penahan.
- d. Penjepit atau clamp core kendur.
- e. Noise dari bagian-bagian yang sistem groundingnya kurang baik dan menyebabkan terjadinya static discharge.



Gambar 4. 6 Alat Ukur Tingkat Kebisingan atau Noise suara

3. Pemeriksaan Bagian Penjepit Dan Katup/ Valve.

Jika ditemui bagian penjepit yang kurang kencang, misalnya pada terminal bushing atau grounding, matikan transformator dan segera kencangkan, jika tidak akan berakibat adanya local over heating yang akan merusak isolasi transformator.

Selain itu katup/valve dapat menjadi kendur dan bocor oleh getaran yang terjadi selama transformator beroperasi, sehingga harus selalu dikontrol.



Gambar 4. 7 Valve

4. Pemeriksaan Assesories.

Pemeriksaan assesories ini perlu dilakukan untuk mengetahui apakah masih bekerja dengan baik, sehingga dapat mencegah gangguan-gangguan secara dini, antara lain :

- a. Thermometer Oli Double Contact.
- b. Thermometer Winding Double Contact.
- c. Bucholz Relay.

- d. Breather (Silica Gel).
- e. Oil Level.
- f. Fan.

5. Pemeriksaan Bagian Dalam.

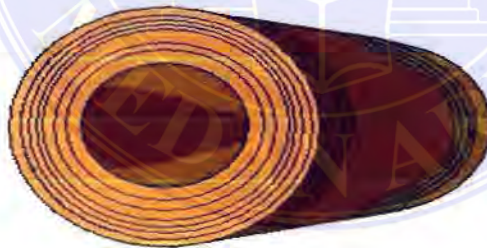
Pemeriksaan bagian dalam dilakukan secara berkala yaitu 7 tahun sekali untuk transformator biasa dan 13 tahun sekali untuk transformator yang diisi nitrogen (Nitrogen Seal Type).

Pemeriksaan dapat dibagi menjadi tiga tahapan tergantung sejauh mana akan diadakan pemeriksaan, antara lain:

- a. Menguras minyak sampai batas winding tetap terendam minyak.
- b. Menguras semua minyak dalam tangki dan memeriksa bagian dalam transformator.
- c. Mengangkat bagian dalam (inner) dari transformator.

6. Pemeriksaan Gulungan (Winding) .

Periksalah dengan seksama apakah terlihat adanya cacat, perubahan bentuk atau retak pecah pada material isolasi. Periksalah apakah bagian dari penahan coil ada yg kendur. Endapan yang terjadi pada dasar tangki dan pada winding harus dibersihkan dengan menggunakan minyak.

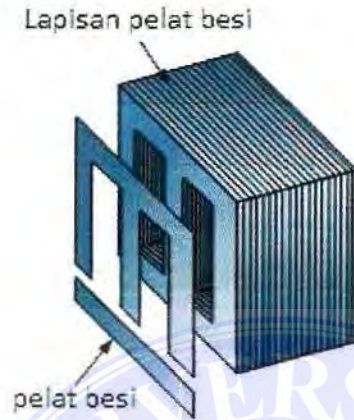


Winding transformator

Gambar 4. 8 Winding Transformator

7. Pemeriksaan Core (Inti).

Periksalah apakah core tidak terjadi karat, bekas discharge/hangus, perubahan bentuk, dan keadaan abnormal lainnya termasuk konstruksi penahan, penjepit, juga apakah sistem grounding dalam kondisi baik.



Gambar 4. 9 Inti Besi (core)

8. Pemeriksaan Lead Wire (Kawat Timah) Dan Penahannya.

Periksalah apakah tidak terjadi cacat, kendur atau bagian-bagian yang hampir putus, terutama pada material isolasinya dimana sudah rapuh, apabila transformator berumur cukup tua.

9. Pemeriksaan Tap Changer.

Periksalah dengan seksama apakah pada tap changer tidak ada bekas discharge/hangus, atau karat. Periksa juga pada kontak-kontaknya apakah mekanisme masih berjalan dengan baik, sehingga tidak terjadi loss contact yang akan berakibat terjadinya discharge.



Gambar 4. 10 Tap Charger

4.4.4. Jadwal Pemeliharaan Transformator

Tabel 4. 2 Jadwal Pemeliharaan Transformator

| No | PEMERIKSAAN | MINGGU | BULAN | TAHUN | 7.TAHUN |
|----|---|--------|-------|-------|---------|
| 1. | NOISE,SUHU/TEMP | | | | |
| 2. | FISIK TRF,VALVE BUSHING,PACKING OIL LEVEL, FAN | | | | |
| 3. | BUCHOLZ RELAY TEG TEMBUS OIL BREATHER/SILICA GARDU/LINGK TRF | | | | |
| 4. | BAGIAN DLM TRF : WINDING CORE, PENTANAH LEAD WIRE TAP CHANGER | | | | |



BAB V

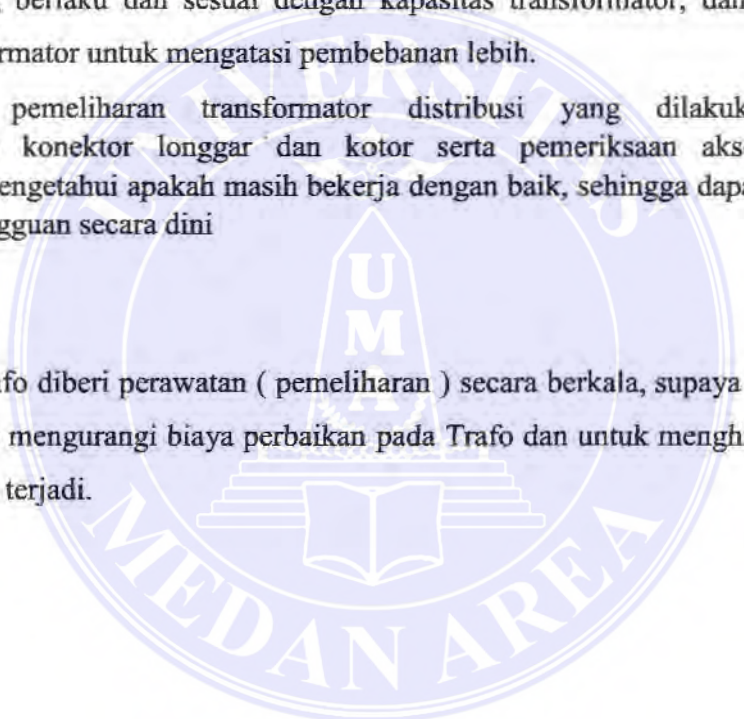
PENUTUP

A. Kesimpulan

- Dalam pengoperasian suatu transformator distribusi tentunya banyak hal yang dapat terjadi dan mempengaruhi kondisi atau umur transformator. Untuk itu dilakukan upaya-upaya yang dapat mempertahankan umur transformator, seperti pemasangan transformator harus sesuai standar konstruksi, secara rutin melakukan manajemen transformator untuk memantau kondisi transformator, melakukan pengujian dan pemeliharaan transformator secara berkala, mengevaluasi hasil pengukuran beban transformator, melakukan pemerataan beban transformator, mengganti fuse link sesuai standard yang berlaku dan sesuai dengan kapasitas transformator, dan melakukan mutasi transformator untuk mengatasi pembebanan lebih.
- Kebanyakan pemeliharaan transformator distribusi yang dilakukan berupa pengencangan konektor longgar dan kotor serta pemeriksaan aksesoris pada trafo, untuk mengetahui apakah masih bekerja dengan baik, sehingga dapat mencegah gangguan-gangguan secara dini

B. Saran

- Sebaiknya Trafo diberi perawatan (pemeliharaan) secara berkala, supaya mengurangi kerusakan dan mengurangi biaya perbaikan pada Trafo dan untuk menghindari bahaya yang mungkin terjadi.



DAFTAR PUSTAKA

<https://cerdika.com/transformator/>

<https://teknikelektronika.com/pengertian-transformator-prinsip-kerja-trafo/>

<https://distribusitenagalistrik.wordpress.com/category/pemeliharaan-transformator/>

Krestovel Alvian Kodoati, Ir. Fielman Lisi, MT. & Ir. Marthinus Pakiding, MT. (2015) *Analisa Perkiraan Umur Transformator*. Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115, Email: krestovel@gmail.com.

Godec. Z and Sarunac. R, "Steady-state Temperature Rises of ONAN/ONAF/OFAF Transformers," *IEE Proceedings*, Vol.139, No.5, September, 1992

Krisno S. 2017. *ANALISIS TRANSFORMATOR DISTRIBUSI AKIBAT GANGGUAN OVERLOAD DAN SPARKOVER DI PT. PLN (PERSERO) APJ YOGYAKARTA*. Jurnal Elektrikal, Volume 4 No. 1, Juni 2017: 21-30

PT. PRIMA RAZZA TRAFU, Profil Perusahaan.

