



---

---

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Transformator<sup>1</sup>

Transformator atau biasa dikenal dengan “*transformer*” atau “*trafo*” adalah suatu peralatan listrik yang dapat mengubah suatu tegangan AC pada satu level tegangan yang satu ke level yang lain berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik tanpa mengubah frekuensinya. Transformator biasa digunakan untuk mentransformasikan tegangan (menaikkan atau menurunkan tegangan AC). Transformator terdiri dari dua kumparan atau lebih yang membungkus inti besi feromagnetik. Kumparan-kumparan tersebut biasanya tidak dihubungkan satu sama lain 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.

Transformator berkerja 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 (rangkaiannya beban) maka akan mengalir arus pada kumparan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder.

Bagian utama transformator adalah dua buah kumparan yang keduanya dililitkan pada sebuah inti besi lunak. Kedua kumparan tersebut memiliki jumlah

---

<sup>1</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal.1



---

---

lilitan yang berbeda. Kumaran yang dihubungkan dengan sumber tegangan AC disebut kumaran primer, sedangkan kumaran yang lain disebut kumaran sekunder.

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

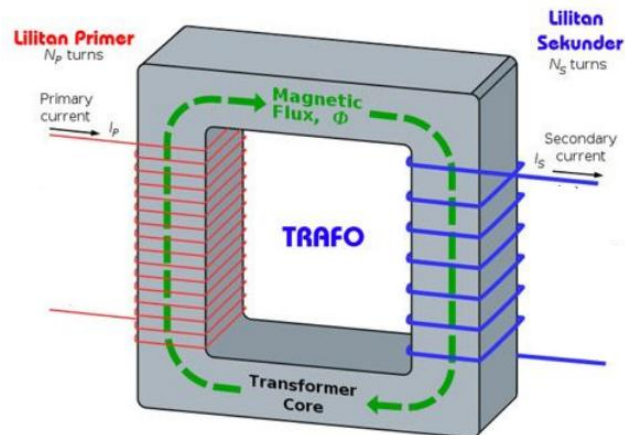
## **2.2 Prinsip Kerja Transformator<sup>2</sup>**

Transformator merupakan suatu alat listrik statis yang digunakan untuk memindahkan daya dari suatu rangkaian ke rangkaian lain, dengan mengubah tegangan, tanpa mengubah frekuensinya. Dalam bentuk yang paling sederhana transformator terdiri dari dua kumaran dan satu induktansi mutual. Kumaran primer kumaran yang menerima daya, dan kumaran sekunder tersambung pada beban. Kedua kumaran 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 tersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik tersebut menginduksikan GGL dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, maka semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder.

---

<sup>2</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal.1

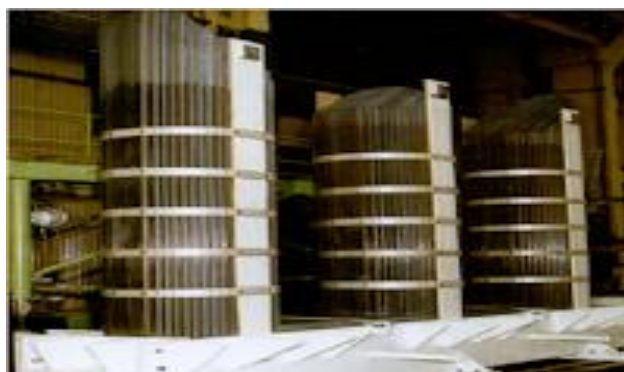
Gambar 2.1 Prinsip Kerja Transformator<sup>2</sup>

### 2.3 Komponen atau bagian-bagian Transformator

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

#### 2.3.1 Inti Besi<sup>3</sup>

Inti besi dibuat dari lempengan-lempengan feromagnetik tipis yang digunakan untuk mempermudah mengalirnya fluksi yang ditimbulkan oleh arus listrik melalui kumparan. Inti besi ini juga berisolasi untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh arus eddy “*eddy current*”.

Gambar 2.2 Inti Besi<sup>3</sup>

<sup>3</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal.2

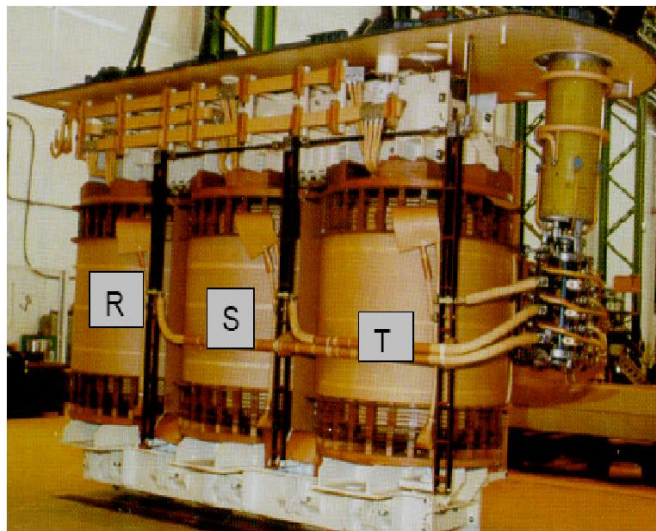


---

---

### 2.3.2 Kumparan Trafo

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



Gambar 2.3 Kumparan Transformator<sup>4</sup>

### 2.3.3 Minyak Trafo

Berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Minyak trafo mempunyai sifat media pemindah panas (disirkulasi) dan mempunyai tegangan tembus tinggi. Pada power transformator, terutama berkapasitas besar, kumparan-kumparan dan

---

<sup>4</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal.3



inti besi transformator direndam dalam minyak trafo. Syarat suatu cairan bisa dijadikan sebagai minyak trafo adalah sebagai berikut:

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

Tabel 2.1 Keterangan Minyak Trafo

| No | Sifat Minyak Isolasi                                    | Satuan             | Kelas V Kelas II | Metode Uji                     | Tempat Uji   |
|----|---|--------------------|------------------|--------------------------------|--------------|
| 1  | Kejernihan  | -                  | Jernih           | IEC 296                        | Ditempat     |
| 2  | Masa jenis ( $20^{\circ}\text{C}$ )                     | $\text{g/cm}^3$    | $<0.895$         | IEC 296                        | Lab          |
| 3  | Viskositas ( $20^{\circ}\text{C}$ )                     | CSt                | $<40 <25$        | IEC 296                        | Lab          |
|    | Kinematik – ( $15^{\circ}\text{C}$ )                    | CSt                | $<800$           |                                |              |
|    | Kinematik – ( $30^{\circ}\text{C}$ )                    | CSt                | $<1800$          |                                |              |
| 4  | Titik Nyala   | $^{\circ}\text{c}$ | $>140 >100$      | IEC 296A                       | Lab          |
| 5  | Titik Tuang   | $^{\circ}\text{c}$ | $<30 <40$        | IEC 296A                       | Lab          |
| 6  | Angka Kenetralan  | MgKOH/g            | $<0.03$          | IEC 296A                       | Lab          |
| 7  | Korosi Belerang   | -                  | Tidak korosif    | IEC 296                        | Ditempat/Lab |
| 8  | Tegang Tembus   | kV/2.5mm           | $>30 >50$        | IEC 156                        | Ditempat/Lab |
| 9  | Faktor Kebocoran Dielektrik                             | -                  | $<0.05$          | IEC 250<br>IEC 474 &<br>IEC 74 | Lab          |
| 10 | Ketahanan Oksidasi<br>a. Angka Kenetralan<br>b. Kotoran | MgKOH/g            | $<0.40 <0.10$    | IEC 74                         | Lab          |

Sumber <https://www.webstudi.side/2017/04/apa-itu-minyak-transformator.html>



---

---

### **2.3.4 Bushing**

Sebuah konduktor (porselin) yang menghubungkan kumparan transformator dengan jaringan luar. Bushing terdiri dari sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator. Isolator tersebut berfungsi sebagai penyekat antara konduktor bushing dengan tangki transformator.

### **2.3.5 Tangki dan Konservator**

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

## **2.4. Jenis-jenis Transformator<sup>5</sup>**

Dalam sistem kelistrikan, transformator memiliki beberapa jenis yang digunakan untuk keperluan yang berbeda antara lain:

### **2.4.1 Step Up**

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

### **2.4.2 Step Down**

Transformator step-down adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih sedikit dari pada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurunan tegangan AC dari besaran yang tinggi ke besaran yang lebih rendah. Trafo jenis ini digunakan pada sistem transmisi 150 kV ke sistem distribusi 20 kV dan

---

<sup>5</sup> Jurnal Elektrikal, Volume 4 No. 1, Juni 2017, Hal. 66



---

---

kemudian diturunkan lagi ke besaran tegangan yang sesuai untuk kebutuhan rumah tinggal dan industri.

### **2.4.3 Transformator Isolasi**

Transformator isolasi memiliki lilitan sekunder yang berjumlah sama dengan lilitan primer, sehingga tegangan sekunder sama dengan tegangan primer. Tetapi pada beberapa desain, gulungan sekunder dibuat sedikit lebih banyak untuk mengkompensasi kerugian. Transformator seperti ini berfungsi sebagai isolasi antara dua kalang.

### **2.4.4 Auto Transformator**

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

### **2.4.5 Transformator Tiga Fasa**

Transformator tiga fasa adalah tiga transformator yang dihubungkan secara khusus satu sama lain. Lilitan primer biasanya dihubungkan secara bintang (Y) dan lilitan sekunder dihubungkan secara delta ( $\Delta$ ).

## **2.5 Peralatan Bantu Transformator**

Adapun peralatan bantu transformator antara lain:

1. **Pendingin**, pada inti besi dan kumparan-kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi besi dan rugi-rugi tembaga. Bila panas tersebut



mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan akan merusak isolasi di dalam trafo, maka untuk mengurangi kenaikan suhu yang berlebihan tersebut trafo perlu dilengkapi dengan sistem pendingin untuk menyalurkan suhu panas keluar trafo. Media yang digunakan pada sistem pendingin dapat berupa, gas/udara, minyak dan air.<sup>6</sup>

2. **Tap Changer**, ialah suatu alat yang berfungsi untuk merubah kedudukan tap (sadapan) dengan maksud mendapatkan tegangan keluaran yang stabil walaupun beban berubah-ubah. Tap changer selalu diletakan pada posisi tegangan tinggi dari trafo pada posisi tegangan tinggi. Tap changer dapat dilakukan dalam keadaan berbeban (on-load) maupun dalam keadaan tak berbeban (no-load), tergantung jenisnya.<sup>7</sup>
3. **Peralatan Proteksi**, peralatan yang mengamankan trafo terhadap bahaya fisis, elektris maupun kimiawi. Peralatan proteksi transformator antara lain sebagai berikut:<sup>8</sup>
  - a. Rele Bucholz, yaitu peralatan rele yang dapat mendeteksi dan mengamankan terhadap gangguan di dalam trafo yang menimbulkan gas. Di dalam transformator, gas mungkin dapat timbul akibat hubung singkat antara lilitan (dalam fasa/ antar fasa), hubung singkat antar fasa ke tanah, busur listrik antara laminasi atau busur listrik yang ditimbulkan karena terjadinya kontak yang kurang baik.
  - b. Rele Jansen, sama halnya seperti rele Bucholz yang memanfaatkan tekanan minyak dan gas yang terbentuk sebagai indikasi adanya ketidaknormalan/ gangguan, hanya saja rele ini digunakan untuk memproteksi kompartemen OLTC, rele ini juga dipasang pada pipa saluran yang menghubungkan kompartemen OLTC dengan konservator.
  - c. Rele Sudden Pressure, rele ini didesain sebagai titik terlemah saat tekanan didalam trafo muncul akibat gangguan. Dengan menyediakan

<sup>6</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 7

<sup>7</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 11

<sup>8</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal 14-16





---

titik terlemah maka tekanan akan tersalurkan melalui sudden pressure dan tidak akan merusak bagian lainnya pada maintank.

- d. Rele tekanan lebih, rele yang dapat mendeteksi gangguan pada transformator bila terjadi kenaikan tekanan gas secara tiba-tiba dan langsung mentriapkan CB pada sisi upstream nya.
- e. Rele difrensial, rele yang dapat mendeteksi terhadap gangguan transformator bila terjadi flash over antara kumparan dengan kumparan, kumparan dengan tangki atau belitan dengan belitan didalam kumparan ataupun antar kumparan.
- f. Rele arus lebih, rele ini berfungsi untuk mengamankan transformator terhadap gangguan hubung singkat antar fasa didalam maupun diluar daerah pengaman trafo. Rele ini mempunyai sifat komplementer dengan rele beban lebih. Rele ini berfungsi sebagai cadangan bagi pengaman instalasi lainnya. Arus berlebih dapat terjadi karena beban lebih atau gangguan hubung singkat.
- g. Rele beban lebih, rele ini berfungsi untuk mengamankan trafo dari beban yang berlebihan dengan menggunakan sirkit simulator yang dapat mendeteksi lilitan trafo yang kemudian apabila terjadi gangguan akan membunyikan alarm pada tahap pertama dan kemudian akan menjatuhkan PMT.
- h. Rele fluks lebih, rele ini berfungsi untuk mengamankan transformator dengan mendeteksi besaran fluksi atau perbandingan tegangan dan frekuensi.
- i. Rele tangki tanah, rele ini berfungsi untuk mengamankan transformator bila terjadi hubung singkat antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan pada transformator.
- j. Rele gangguan tanah terbatas, rele ini berfungsi untuk mengamankan transformator terhadap gangguan tanah didalam daerah pengaman transformator khususnya untuk gangguan didekat titik netral yang tidak dapat dirasakan oleh rele diferensial.



k. Rele termis, rele ini berfungsi untuk mengamankan transformator dari kerusakan isolasi kumparan, akibat adanya panas lebih yang ditimbulkan oleh arus lebih. Besaran yang diukur di dalam rele ini adalah kenaikan temperature.

4. **Peralatan pernapasan (*Dehydrating Breather*)**, ventilasi udara yang berupa saringan silikagel yang akan menyerap uap air. Karena pengaruh naik turunnya beban trafo maupun suhu udara luar, maka suhu minyak pun akan berubah-ubah mengikuti keadaan tersebut. Bila suhu minyak tinggi, minyak akan memuai dan mendesak udara di atas permukaan minyak keluar dari dalam tangki, sebaliknya bila suhu minyak turun, minyak menyusut maka udara luar akan masuk kedalam tangki. Kedua proses di atas disebut pernapasan trafo. Permukaan trafo akan selalu bersinggungan dengan udara luar yang menurunkan nilai tegangan tembus minyak trafo, maka untuk mencegah hal tersebut, padaujung pipa penghubung udara luar dilengkapi tabung berisi kristal zat hygroskopis.<sup>9</sup>

5. **Indikator**, untuk mengawasi selama transformator beroperasi, maka perlu adanya indikator pada transformator yang antara lain sebagai berikut:<sup>10</sup>

- a. Indikator suhu minyak
- b. Indikator permukaan minyak
- c. Indikator sistem pendingin
- d. Indikator kedudukan tap

## 2.6 Perawatan dan Pemantauan Transformator

Dengan melakukan perawatan secara berkala dan peantauan kondisi transformator pada saat beroperasi akan banyak keuntungan yang di dapat, antara lain:<sup>11</sup>

- a. Memperpanjang masa pakai
- b. Meningkatkan keandalan dari transformator tersebut

<sup>9</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 9-10

<sup>10</sup> Alamajibuwono, Hadda. 2010. Pemeliharaan Transformator daya pada gardu induk 150 kV Sronol PT. PLN (Persero) Hal. 2

<sup>11</sup> Blog. Unnes.ac.id/antosupri/perawatan-dan-pemantauan-kondisi-transformator



- 
- 
- c. Dapat menghemat biaya penggantian unit transformator, jika masa pakai transformator lebih panjang.

Adapun langkah-langkah perawatan transformator, antara lain:<sup>10</sup>

- a. Pemeriksaan berkala secara langsung (visual inspection)
- b. Pemeriksaan secara teliti (overhauls) yang terjadwal
- c. Pemeriksaan secara berkala kualitas minyak isolasi

Pada saat transformator beroperasi ada beberapa pemeriksaan dan analisa yang harus dilakukan, antara lain:<sup>10</sup>

1. Pemeriksaan dan analisa minyak isolasi transformator, meliputi:
  - a. Tegangan tembus (*breakdown voltage*) analisa gas terlarut (*dissolved gas analysis*, DGA)
  - b. Analisa minyak isolasi secara menyeluruh (sekali setiap 10 tahun)  
Pemeriksaan dan analisa kandungan gas terlarut (*dissolved gas analysis*, DGA), untuk mencegah terjadiya partial discharge, kegagalan thermal (*thermal faults*), deteriorasi / pemburukan kertas isolasi / laminasi. Pemeriksaan dan analisa minyak isolasi secara menyeluruh, meliputi: Power factor, kandungan air (*water content*), neutralization number, interfacial tension, furtual analysis dan kandungan katalisator negative (*inhibitor content*).
2. Pengamatan dan Pemeriksaan langsung (visual inspection)<sup>10</sup>
  - a. Kondisi fisik transformator secara menyeluruh
  - b. Alat-alat ukur, relay, saringan/filter, dan lain-lain
  - c. Pemeriksaan dengan menggunakan sinar infra-merah (infrared monitoring) setiap dua tahun
3. Karakteristik akibat kegagalan gas

Tabel 2.2 Karakteristik akibat kegagalan gas<sup>12</sup>

| No | Jenis Kegagalan     | Unsur Gas yang timbul  |
|----|---------------------|--|
| 1  | Partial Discharge   | Hydrogen (H <sub>2</sub> )   |
| 2  | Busur Api / Arching | Asethylene (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )  |
| 3  | Kegagalan Thermal   | Carbon Hydrides (CH <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) |
| 4  | Kegagalan kertas    | Carbon Monoxide dn dioxide (CO C <sub>2</sub> )  |

4. Tindakan yang biasa dilakukan pada saat pemeriksaan teliti (*Overhaul*)<sup>11</sup>

a. Perawatan dan pemeriksaan ringan (*Minor overhaul*), setiap 3 atau 6 tahun.

1. On-load tap changers
2. Oil filtering dan vacuum treatment
3. Relays dan auxiliary devices

b. Perawatan dan pemeriksaan teliti (*Major overhaul*)

1. Secara teknis setidaknya 1 kali selama masa pakai
2. Pembersihan, pengencangan kembali dan pengeringan.

c. Analisa kimia

Analisa kertas penyekat/laminasi (sekali setiap 10 tahun)

d. Pengujian listrik (*Electrical Test*) untuk peralatan

1. Power transformer
2. Bushing
3. Transformator ukur (*measurement transformator*)
4. Breaker capacitors

Pengujian listrik (*Electrical Test*) dilakukan setiap 6 sampai 9 tahun. Pengujian yang dilakukan meliputi:

1. Doble measurements
2. PD-measurement
3. Frequency Response Analysis (FRA)
4. Voltage Test

<sup>12</sup> Blog. Unnes.ac.id/antosupri/perawatan-dan-pemantauan-kondisi-transformator




---

Penyebab hubung singkat didalam transformator, antara lain:

1. Gangguan hubung singkat antara lilitan karena kerusakan laminasi
2. Perubahan kandungan gas H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> dan C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>

### 2.7 Pemeliharaan Transformator

Tujuan pemeliharaan adalah untuk mencegah terjadinya gangguan pada saat unit beroperasi, sehingga tidak mengakibatkan kerusakan yang lebih besar / fatal dan peralatan tersebut mempunyai masa pakai yang lebih lama, menghasilkan unjuk kerja yang lebih baik serta tingkat keselamatan lebih terjamin. Kerusakan terbesar pada mesin listrik berputar terutama pada mesin induksi disebabkan oleh kerusakan isolasi winding stator. Kerusakan isolasi winding stator biasa disebabkan oleh:

#### 1. Thermal Stresses

Overheating yang terjadi pada winding dan berlangsung lama, menyebabkan stress pada winding dan isolasi kawat menjadi rapuh. Lama kelamaan isoasi akan menjadi retak. Jika gejala ini disertai dengan timbulnya PD (*Partial discharge*), maka proses penuaan isolasi akan menjadi lebih cepat.

#### 2. Mechanical Stresses

Winding yang tidak pernah divarnis dengan baik, connection point, blocking coil, adalah merupakan titik paling lemah terhadap pengaruh dari luar, seperti mechanical vibration dan magnetic vibration.

#### 3. Environmental Stresses

Kontaminasi : udara lembab, debu, karbon, minyak atau bahan kimia lain, yang terkumpul di permukaan isolasi adalah merupakan partikel konduktive yang dapat menghantar listrik. Karena adanya beda potensial antara winding dengan ground, maka partikel tersebut, akan berfungsi sebagai media hantaran untuk menghantar arus listrik dari winding ke ground, karena sifat kotoran akan berbentuk jalur hantaran listrik (*Eeetrical tracking*). Seperti kita ketahui bahwa pelaksanaan pemeliharaan terdapat beberapa klarifikasi, diantaranya pemeliharaan yang biasa dilakukan secara rutin adalah pemeliharaan jenis preventif.

Pada umumnya pemeliharaan komponen trafo di unit pembangkit thermal dilakukan dalam 2 kategori, antara lain:



- 
- 
- a. Pemeliharaan yang bersifat rutin
  - b. Pemeliharaan yang bersifat periodic

### 2.7.1 Pemeliharaan secara berkala<sup>13</sup>

Pemeliharaan secara berkala adalah pemeliharaan yang dilakukan secara berulang dalam bentuk peralatan, penyetelan, pengecekan, pengukuran, penggantian part-part pada jangka waktu tertentu dan dilakukan secara berkala dengan tujuan untuk mengembalikan performa kendaraan sesuai dengan spesifikasi semula. periode harian, mingguan dan bulanan, yaitu meliputi:

- a. Pengujian dan pemeriksaan harian

Ada 3 pemeliharaan trafo yang perlu dilakukan setiap hari. Antara lain:

1. Selalu periksa Magnetic Oil Gauge (MOG) dari tangki utama dan tangki konservatori. Pastikan Magnetic Oil Gauge berada pada level yang tepat.
2. Cek silica gel dang anti jika warnanya sudah berubah menjadi merah muda
3. Periksa kebocoran dan jika terjadi segera segel.

- b. Pemeriksaan Trafo Bulanan

Perawatan trafo setiap bulannya juga perlu dilakukan melalui serangkaian proses berikut ini:

1. Periksa level minyak dalam tutupnya agar tidak turun dibawah batas yang disarankan. Proses ini berguna untuk mencegah kerusakan trafo.
2. Periksa kebersihan silica gel untuk menjaga lubang pernapasan di silica gel.
3. Jika terdapat oil filling bushing pada trafo, pastikan selalu oil didalamnya berada di level yang benar. Proses ini sangat penting dan perlu dilakukan secara berkala setiap bulannya.

- c. Pemeliharaan Trafo 6 Bulanan

Disamping melakukan pemeliharaan bulanan, pemeliharaan setiap 6 bulan juga perlu dilakukan khususnya pada bagian oil transformator. Dalam 6 bulan, oil transformator perlu diperhatikan kekuatan dielektriknya, kadar

---

<sup>13</sup> Sewatama.com/id/langkah-langkah-perawatan-trafo-listrik-yang-perlu-dilakukan



---

air, keasaman, kandungan lumpur, titik nyala, DDA, IFT dan tingkat resistivitasnya.

d. Pemeliharaan Trafo Tahunan

Proses perawatan trafo tahunan bisa dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Memeriksa kipas udara dan pompa oil yang berguna untuk mendinginkan trafo dan sirkuit control
2. Membersihkan area bushing trafo dengan menggunakan kain katun lembut
3. Periksa kondisi minyak OLTC. Cara ini bisa dilakukan dengan mengambil sampel dari katup pembuangan. Kemudian uji kadar air dan kekuatan dielektriknya. Jika kekuatan dielektriknya rendah sementara kadar airnya tinggi, maka minyak OLTC perlu segera diganti.
4. Inspeksi relay Buchholz
5. Bersihkan semua kotak Marshalling dari dalam. Periksa juga penerangan dan pemanas ruangan apakah berfungsi dengan baik atau tidak. Kemudian, periksa koneksi terminal kontrol dan kabel relay serta kencangkan setiap setahun sekali.
6. Periksa area sakelar kontrol, Alarm dan relay beserta sirkuitnya. Bersihkan area tersebut dengan tepat.
7. Periksa indikator suhu dan pastikan berfungsi dengan benar
8. Periksa resistansi isolasi dan indeks polarisasi transformator dengan megger
9. Analisa DGA atau gas terlarut dalam transformator oil. Proses ini perlu dilakukan sekali dalam setahun untuk trafo 132 KV, 2 tahun sekali untuk trafo listrik dibawah 132 KV dan dalam interval 2 tahun untuk trafo listrik diatas 132 KV.



## 2.8 Pedoman Pemeliharaan Shutdown Measurement<sup>14</sup>

Shutdown measurement adalah pekerjaan pengujian yang dilakukan pada saat trafo dalam keadaan padam. Pekerjaan ini dilakukan pada saat pemeliharaan rutin maupun pada saat investigasi ketidaknormalan.

### 2.8.1 Pengukuran Tahanan Isolasi<sup>14</sup>

Pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi adanya kelemahan tahanan isolasi. Pengujian isolasi secara rutin dapat dilakukan dengan menggunakan megger yang pembacaannya langsung dalam Mega Ohm. Tahanan isolasi (*Insulation Resistance*) adalah ukuran kebocoran arus yang melalui isolasi, yang bertujuan untuk mengetahui kondisi isolasi antara belitan dengan ground atau antara dua belitan. Meroda yang umum dilakukan adalah dengan memberikan tegangan DC dan mempresentasikan kondisi isolasi dengan satuan Mega Ohm. Tahanan isolasi yang diukur merupakan fungsi dari arus bocor yang menembus melewati isolasi atau melalui jalur bocor pada permukaan eksternal. Pengujian tahanan isolasi dapat mempengaruhi suhu, kelembaban dan jalur bocor pada permukaan eksternal seperti kotoran pada bushing atau isolator. Mega Ohm meter biasanya memiliki kapasitas pengujian 500, 1000, atau 2500 VDC.



Gambar 2.4 Alat ukur tahanan isolasi

<sup>14</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 38





Beberapa faktor yang mempengaruhi pengujian tahanan isolasi sebagai berikut:<sup>15</sup>

1. Arus absorpsi
2. Suhu
3. Tegangan yang diterapkan

Berhubungan dengan adanya arus absorpsi seperti yang diuraikan, maka dalam pengukuran tahanan perlu diperhatikan lamanya tegangan diterapkan dan bahwa sebelum pengukuran dimulai, bahan yang hendak diuji sudah dibebaskan dari muatan yang melekat padanya (waktu pelepasan biasanya 5-10 menit). Selanjutnya untuk menilai kondisi sesuatu bahan isolasi dipakai suatu indeks polarisasi.

### 2.8.2 Indeks Polarisasi<sup>16</sup>

Indeks Polarisasi merupakan petunjuk kekeringan dan kebersihan dari lilitan dan hasilnya akan menentukan apakah peralatan aman untuk dioperasikan. Tujuan dari indeks polarisasi adalah untuk memastikan peralatan tersebut layak dioperasikan atau bahkan untuk dilakukan pengujian tegangan lebih. Indeks Polarisasi merupakan rasio tahanan isolasi saat menit ke-10 dengan menit ke-1 dengan tegangan yang konstan.

Pengkategorian kondisi isolasi berdasarkan hasil pengujian tahanan isolasi dilihat dari nilai tahanan isolasinya itu sendiri (*Mega Ohm*) dan indeks polarisasinya (perbandingan hasil pengujian tahanan isolasi pada menit ke-10 dengan menit ke-1).

Dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IP = \frac{\text{Pengukuran tahanan isolasi menit ke-10}}{\text{Pengukuran tahanan isolasi menit ke-1}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Jika nilai indeks polarisasi (IP) terlalu rendah ini mengindikasikan bahwa lilitan mungkin terkontaminasi oil, kotoran, serangga atau terbasahi oleh air (lembab). Maka sebagai nilai parameter Indeks Polaritas menurut standar IEEE

<sup>15</sup> [www.radius.co.id/faktor-yang-mempengaruhi-tahanan-isolasi](http://www.radius.co.id/faktor-yang-mempengaruhi-tahanan-isolasi)

<sup>16</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 38



Std 43-2000(R2006) tentang Indeks Polaritas yaitu jika nilai Indeks Polarisasi kurang dari 1.25 maka kemungkinan adanya kontaminasi pada isolator stator, misalnya isolasi winding terlalu banyak menyerap uap air (lembab) atau terdapat penumpukan kotoran konduktive, sehingga perlu dilakukan pemeliharaan yaitu membersihkan winding stator dari kontaminasi kotoran atau dengan cara mengeringkan winding stator.

Tabel 2.3 Kondisi Isolasi berdasarkan Indeks Polarisasi<sup>17</sup>

| Kondisi       | Indeks Polarisasi |
|---------------|-------------------|
| Berbahaya     | < 1,0             |
| Jelek         | 1,0 – 1,1         |
| Dipertanyakan | 1,1 – 1,25        |
| Baik          | 1,25 – 2,0        |
| Sangat baik   | Di atas 2.0       |

Untuk isolasi belitan yang baik, nilai Indeks Polarisasi harus minimum 1.25 pada pengukuran di temperature 20°C.

1. Nilai Indeks Polarisasi dibawah 1.25 – 2, peralatan masih dapat dioperasikan, tapi perlu pengawasan dan pemantauan berkala.
2. Nilai Indeks Polarisasi dibawah 1.25 mengindikasikan isolasi belitan peralatan tersebut dalam keadaan basah, kotor atau sudah ada yang bocor, sehingga perlu dilakukan pembersihan, pengeringan dan refurbish apabila ditemukan kerusakan pada isolasinya.

### 2.8.3 Pengukuran Tangen Delta<sup>18</sup>

Isolasi yang baik akan bersifat kapasitif sempurna seperti halnya sebuah isolator yang berada diantara dua elektroda pada sebuah kapasitor. Pada kapasitor sempurna, tegangan dan arus fasa bergeser 90°C dan arus yang melewati isolasi merupakan kapasitif. Jika ada defect atau kontaminasi pada isolasi, maka nilai

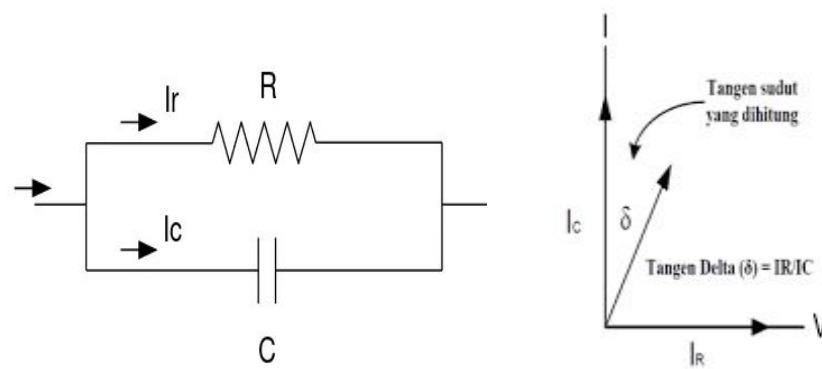
<sup>17</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 88

<sup>18</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 39



tahanan dari isolasi berkurang dan berdampak kepada tingginya arus resistif yang melewati isolasi tersebut. Isolasi tersebut tidak lagi merupakan kapasitor sempurna. Tegangan dan arus tidak lagi bergeser  $90^\circ$  tapi akan bergeser kurang dari  $90^\circ$ . Besarnya selisih pergeseran dari  $90^\circ$  mempresentasikan tingkat kontaminasi pada isolasi.

Dibawah ini merupakan gambar rangkaian ekivalen dari sebuah isolasi dan diagram phasor arus kapasitansi dan arus resistif dari sebuah isolasi. Dengan mengukur nilai  $I_R/I_C$  dapat diperkirakan kualitas dari isolasi.



Gambar 2.5 Rangkaian Ekivalen Isolasi dan Diagram Phasor Arus Pengujian Tangen Delta<sup>19</sup>

#### A. Pengujian Tangen Delta pada isolasi Trafo<sup>19</sup>

Sistem isolasi trafo secara garis besar terdiri dari isolasi antara belitan dengan ground dan isolasi antara dua belitan. Terdapat tiga metode pengujian untuk trafo di lingkungan PT PLN yaitu metode trafo dua belitan, metode trafo tiga belitan dan metode autotrafo.

Titik pengujian trafo dua belitan yaitu:

1. Primer – Ground (CH)
2. Sekunder – Ground (CL)
3. Primer – Sekunder (CHL)

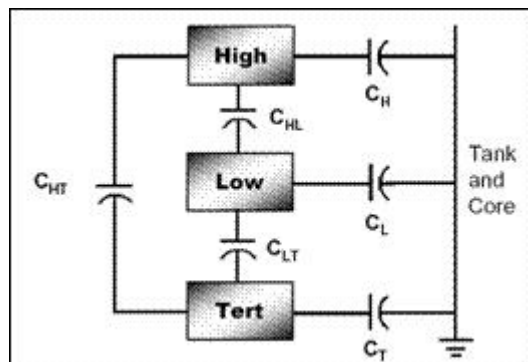
Untuk pengujian trafo tiga belitan titik pengujiannya adalah:

1. Primer – Ground

<sup>19</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 39

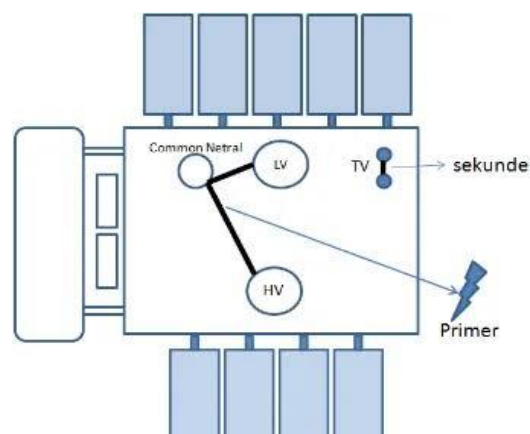


2. Sekunder – Ground
3. Tertier – Ground
4. Primer – Sekunder
5. Sekunder – Tertier
6. Primer – Tertier



Gambar 2.6 Rangkaian Ekivalen Isolasi Trafo<sup>20</sup>

Untuk autotrafo, metode pengujian dilakukan sama dengan metode trafo dua belitan dengan perbedaan dan beberapa pertimbangan yaitu: Sisi HV dan LV pada autotrafo dirangkai menjadi satu belitan yang tidak dapat dipisahkan, sehingga bushing HV, LV dan Netral dijadikan satu sebagai satu titik pengujian (Primer). Sisi belitan TV dijadikan sebagai satu titik pengujian (Sekunder).



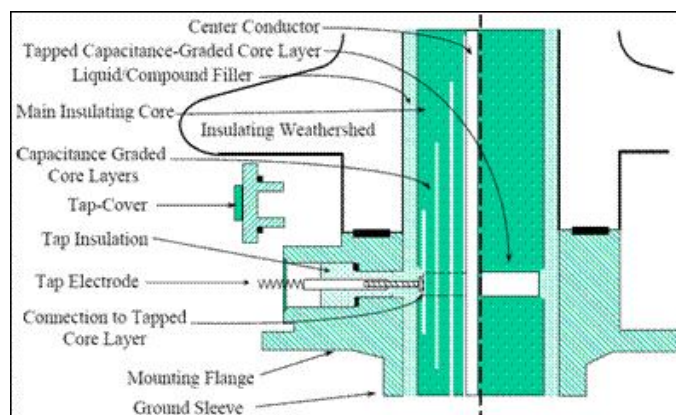
Gambar 2.7 Skema Rangkaian Pengujian Tan Delta Auto Trafo<sup>20</sup>

<sup>20</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 40



## B. Pengujian Tangen Delta pada Bushing<sup>21</sup>

Pengujian tangen delta pada bushing bertujuan untuk mengetahui kondisi isolasi pada C1 (isolasi antara konduktor dengan center tap) dan C2 (isolasi antara center tap dengan ground). Pengujian hot collar dilakukan untuk mengetahui kondisi keramik. Metode hot collar hanya digunakan untuk pengujian lanjut atau apabila bushing tidak memiliki tap pengujian. Apabila tap pengujian rusak maka bushing segera diusulkan untuk penggantian.

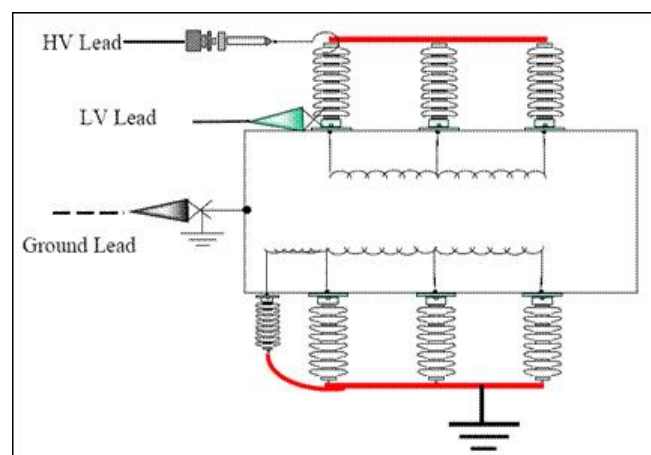


Gambar 2.8 Struktur Bushing<sup>21</sup>

Keterangan:

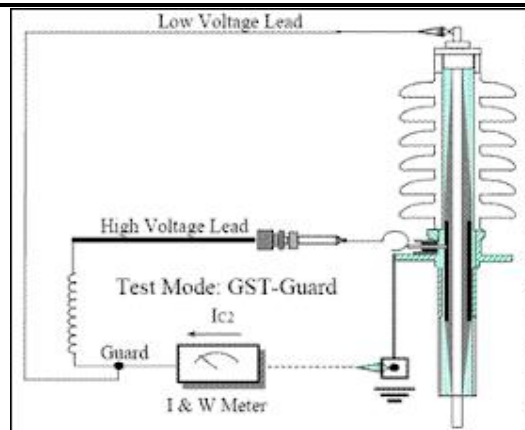
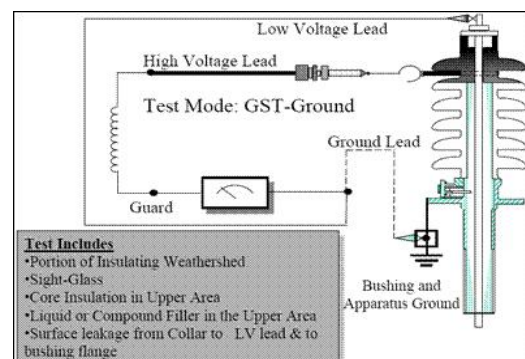
C1 : Isolasi antara Tap Electrode dengan konduktor

C2 : Isolasi antara Tap Electrode dengan Ground



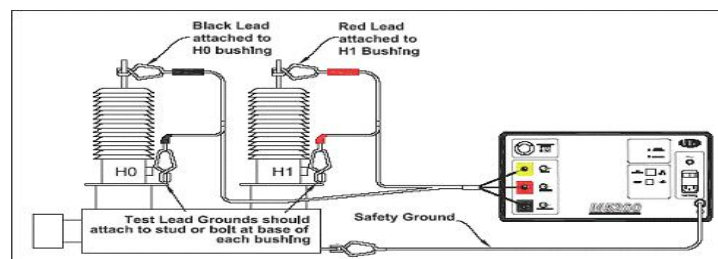
Gambar 2.9 Diagram Pengujian Tangen Delta C1 Pada Bushing<sup>21</sup>

<sup>21</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 40-41

Gambar 2.10 Diagram Pengujian Tangen Delta C2 pada Bushing<sup>21</sup>Gambar 2.11 Diagram Pengujian Tangen Delta Hot Collar pada Bushing<sup>21</sup>

#### 2.8.4 Pengukuran SFRA (Sweep Frequency Response Analyzer)<sup>22</sup>

SFRA adalah suatu metode untuk mengevaluasi kesatuan struktur mekanik dari inti, belitan dan struktur clamping pada trafo dengan mengukur fungsi transfer elektrik terhadap sinyal bertegangan rendah dalam rentang frekuensi yang lebar. SFRA merupakan metode komparatif, yaitu evaluasi kondisi trafo dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran terbaru terhadap referensi.

Gambar 2.12 Wiring Pengujian SFRA<sup>22</sup>

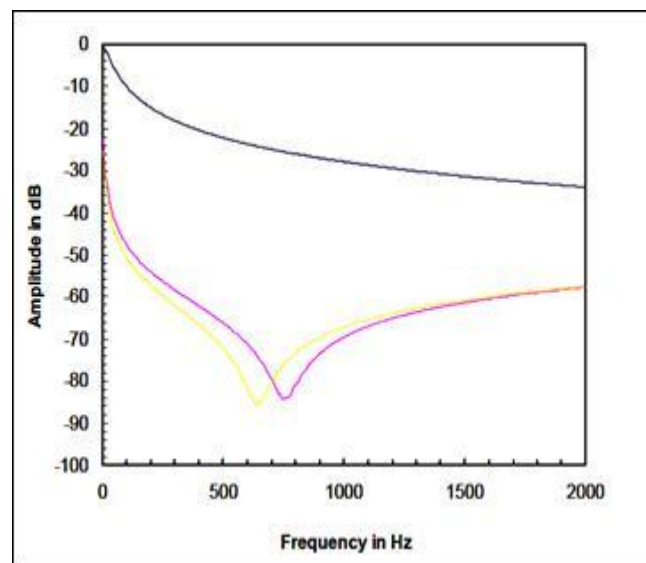
<sup>22</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 42



SFRA mendeteksi:

1. Deformasi belitan (Axial dan radial seperti hoop buckling, tilting dan spiraling)
2. Pergeseran antara belitan
3. Partial Winding Collapse
4. Lilitan yang terhubung singkat atau putus
5. Kegagalan pentanahan pada inti atau screen
6. Pergerakan inti
7. Kerusakan struktur clamping
8. Permasalahan pada koneksi internal

Gambar dibawah menunjukkan contoh dimana SFRA dapat mendiagnosa sebuah short turn dalam sebuah trafo step up generator. Dalam kasus ini, respons salah satu fasa sangat berbeda terhadap dua fasa yang lain yang mengindikasikan terjadi short turn.



Gambar 2.13 Short Turn Satu Fasa pada Trafo Generator<sup>23</sup>

Pengujian SFRA merupakan pengujian lanjutan apabila terjadi hal-hal sebagai berikut, antara lain: Sebelum dan setelah transportasi, gempa dan gangguan hubung singkat yang besar.

<sup>23</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 43





### 2.8.5 Ratio Test<sup>23</sup>

Tujuan dari pengujian ratio belitan pada dasarnya untuk mendiagnosa adanya masalah dalam antar belitan dan seksi-seksi sistem isolasi pada trafo. Pengujian ini akan mendeteksi adanya hubung singkat antar belitan, putusnya lilitan, maupun ketidaknormalan pada tap changer.

Metode pengujiannya adalah dengan memberikan tegangan variabel pada sisi HV dan melihat tegangan yang muncul pada sisi LV. Dengan membandingkan tegangan sumber dengan tegangan yang muncul maka dapat diketahui ratio perbandingannya.

Pengujiannya dapat dilakukan dengan menggunakan alat Transformer Turn Ratio Test.



Gambar 2.14 Alat Uji Ratio Test

### 2.8.6 Pengukuran Tahanan DC (R<sub>dc</sub>)<sup>24</sup>

Pengujian tahanan dc dimaksudkan untuk mengukur nilai resistif (R) dari belitan dan pengukuran ini hanya bisa dilakukan dengan memberikan arus dc (direct current) pada belitan, oleh karena itu pengujian ini disebut pengujian tahanan dc.

<sup>24</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 44





Pengujian tahanan dc dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari koneksi-koneksi yang ada di belitan dan memperkirakan apabila ada kemungkinan hubung singkat atau resistansi yang tinggi pada koneksi di belitan. Pada trafo tiga fasa proses pengukuran dilakukan pada masing-masing belita, pada titik fasa ke netral.

Alat uji yang digunakan untuk melakukan pengukuran tahanan dc adalah micro ohmmeter atau jembatan wheatstone. Micro ohmmeter adalah alat untuk mengukur nilai resistif dari sebuah tahanan dengan orde  $\mu\Omega$  (micro ohm) sampai dengan orde  $\Omega$  (ohm).



Gambar 2.15 Alat Uji Micro Ohm Meter<sup>24</sup>

### 2.8.7 HV Test<sup>25</sup>

Pengujian HV test dilakukan dengan tujuan untuk meyakinkan bahwa ketahanan isolasi trafo sanggup menahan tegangan. Isolasi yang dimaksud adalah isolasi antara bagian aktif (belitan) terhadap ground, koneksi-koneksi terhadap ground dan antara belitan satu dengan yang lainnya.

<sup>25</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 46



### 2.8.8 Pengukuran Kadar Air Pada Kertas<sup>26</sup>

Apabila presentasi saturasi air dalam minyak menunjukkan isolasi kertas dalam kondisi cukup basah atau lebih buruk, maka perlu dilakukan pengujian kadar air dalam kertas.

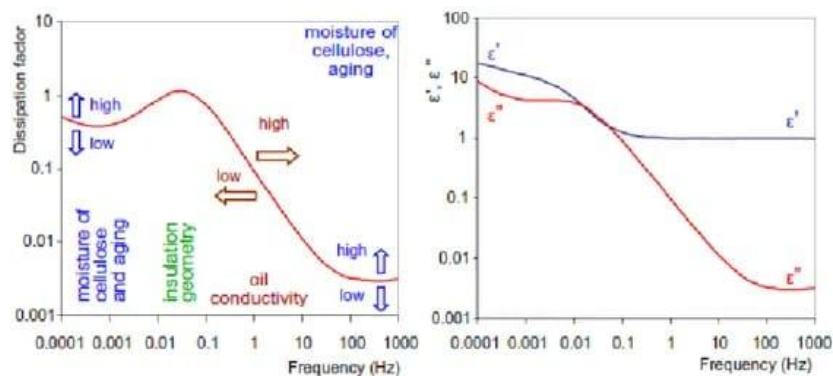
Kelembaban pada isolasi padat di belitan trafo dapat diketahui dengan menggunakan metode-metode sebagai berikut:

- a. Metode Polarization Depolarization Current (PDC).

Pengujian dengan metode jenis ini dilakukan dengan mengaplikasikan tegangan DC pada isolasi trafo pada periode waktu tertentu lalu diukur arus polarisasinya. Kemudian isolasi dihubung singkat pada waktu yang variabel dan arus diukur lagi (depolarization current). Metode diagnostic dielektrik menghitung kelembaban pada kertas atau pressboard dari arus polarisasi dan depolarisasi yang diukur pada waktu selang tertentu.

- b. Metode Frequency Domain Spectroscopy (FDS).

Prinsip pengujian dengan metode ini hampir sama dengan pengujian Capacitance dan Dissipation atau power factor. Perbedaannya adalah dalam pengujian ini digunakan frekuensi yang bermacam-macam, biasanya antara 0.001 Hz hingga 1000 Hz seperti ditunjukkan grafik dibawah ini.



Gambar 2.16 Grafik Pengukuran Kadar Air dalam Kertas<sup>27</sup>

<sup>26</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 49

<sup>27</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 50




---



---

### 2.8.9 Pengukuran Arus Eksitasi<sup>27</sup>

Arus eksitasi trafo merupakan arus trafo yang terjadi ketika tegangan diberikan pada terminal primer dengan terminal sekunder terbuka. Arus eksitasi juga dikenal sebagai pengujian no load atau arus magnetisasi trafo.

Pengujian arus eksitasi mampu mendeteksi adanya permasalahan pada belitan seperti hubung singkat atau belitan yang terbuka, sambungan atau kontak buruk, permasalahan pada inti dan sebagainya. Pengujian ini merupakan pengujian lain yang bisa dilakukan menggunakan alat uji Power Factor. Pada pengujian ini, tegangan diberikan pada belitan primer dan belitan yang lain terbuka.

#### 2.8.10 Pengujian OLTC<sup>27</sup>

##### a. Continuity Test

Pengujian ini memanfaatkan Ohmmeter yang dipasang serial dengan belitan primer trafo. Setiap perubahan tap/ratio, nilai tahanan belitan diukur. Nilai tahanan belitan primer pada saat terjadi perubahan ratio tidak boleh terbuka (open circuit).

##### b. Dynamic Resistance

Pengukuran dynamic resistance dilakukan untuk mengetahui ketidaknormalan kerja pada OLTC khususnya yang berkaitan dengan kontak diverter maupun selector switch.

##### c. Pengukuran Tahanan Transisi dan Ketebalan Kontak Diverter Switch

Pengukuran tahanan transisi dan ketebalan kontak dilakukan untuk memastikan resistor masih tersambung dan nilai tahanannya masih memenuhi syarat.

#### 2.8.11 Pengujian Rele Bucholz<sup>28</sup>

Rele bucholz menggunakan kombinasi limit switch dan pelampung dalam mendeteksi ketidaknormalan di trafo. Oleh karena itu perlu dipastikan limit switch

---

<sup>28</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 51



dan pelampung tersebut masih berfungsi dengan baik. Indikasi alarm yang diinformasikan dari rele ke ruang kontrol disampaikan melalui kabel kontrol. Pengujian rele bucholz juga ditunjukkan untuk memastikan kondisi kabel kontrol masih dalam kondisi baik sehingga mala kerja rele yang berakibat pada kesalahan informasi dapat dihindari.

Item-item pelaksanaan pemeliharaan Rele Bucholz adalah sebagai berikut:

- a. Lepas terminal kabel untuk kontak Alarm, kontak Trip, dan Common di kontrol panel dan diberi tagging supaya tidak keliru pada saat memasang kembali.
- b. Pastikan kontak Alarm, kontak Trip dan Common sudah lepas dengan mengukur tahanannya terhadap Ground.
- c. Hubungkan Probe alat uji tahanan isolasi dengan tegangan uji 500 V ke terminal kontak rele bucholz di kontrol panel
- d. Ukur tahanan isolasi kontak (fasa-fasa) dan pilih yang terkecil nilainya dari
  1. Alarm – Common
  2. Trip – Common
  3. Alarm – Trip

Ukur tahanan isolasi pengawatan (fasa-ground) dan pilih yang terkecil nilainya dari

1. Alarm – Ground
2. Trip – Ground
3. Common – Ground

Hasil ujinya harus mempunyai nilai  $R > 2M\Omega$

### 2.8.12 Pengujian Rele Jansen<sup>29</sup>

Sama halnya dengan rele bucholz, indikasi alarm dari rele jansen yang diinformasikan ke ruang kontrol disampaikan melalui kabel kontrol. Pengujian rele jansen ditunjukkan untuk memastikan kondisi kabel kontrol masih dalam

<sup>29</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 51-52



kondisi baik sehingga mala kerja rele yang berakibat pada kesalahan informasi dapat dihindari.

Item – item pelaksanaan pemeliharaan Rele Jansen adalah sebagai berikut:

- a. Pada terminal blok, lakukan cek continuity dengan AVO meter pada terminal ukur untuk memastikan posisi dari terminal common dan kontak NO. Sebelumnya, pastikan katup penggerak pada posisi normal
- b. Ukur tahanan isolasi kontak (NO) dengan cara menghubungkan probe alat uji tahanan isolasi (tegangan uji 500 V) ke kontak NO



Gambar 2.17 Terminal pada Rele Jansen<sup>29</sup>

### 2.8.13 Pengujian Sudden Pressure<sup>29</sup>

Rele sudden pressure ini didesain sebagai titik terlemah saat tekanan didalam trafo muncul akibat gangguan. Dengan menyediakan titik terlemah maka tekanan akan tersalurkan melalui sudden pressure dan tidak akan merusak bagian lainnya pada maintank. Untuk menjaga kesiapan kerja rele sudden pressure maka dilakukan pemeliharaan dengan item-item sebagai berikut:

- a. Membuka terminal kontak microswitch
- b. b.Lakukan cek continuity dengan AVO meter pada terminal kontak untuk memastikan posisi kontak NO.
- c. Hubungkan probe alat uji tahanan isolasi dengan tegangan uji 500 V ke terminal kontak pada rele sudden pressure.
- d. Mengukur tahanan isolasi kontak untuk phasa-phasis dan phasa-ground (serta tahanan isolasi pengawatan).
- e. Catat hasil pengukuran pada blanko yang telah disiapkan



f. Hasil ujinya harus mempunyai nilai sebesar  $R > 2M\Omega$ .



Gambar 2.18 Rele Sudden Pressure<sup>30</sup>

#### 2.8.14 Tahanan NGR<sup>31</sup>

Netral grounding resistor berfungsi sebagai pembatas arus dalam saluran netral trafo. Agar NGR dapat berfungsi sesuai desainnya perlu dipastikan bahwa nilai tahanan dari NGR tersebut sesuai dengan spesifikasinya dan tidak mengalami kerusakan.

Untuk mengukur nilai tahanan NGR dilakukan dengan menggunakan voltage slide regulator, voltmeter dan amperemeter.

Pada prinsipnya NGR akan diberikan beda tegangan pada kedua kutubnya dan dengan memanfaatkan pengukuran arus yang mengalir pada NGR dapat diketahui nilai tahanannya.



Gambar 2.19 Voltage Slide Regulator<sup>31</sup>

<sup>30</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 53

<sup>31</sup> PT.PLN (Persero), 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Trafo Tenaga, SE No.0520-2.K/DIR/2014, Hal. 57



Gambar 2.20 Voltmeter



Gambar 2.21 Tang ampere