

# PENGUJIAN TRANSFORMATOR TEGANGAN



*Oleh:*

1. ADY ARIEFianto                      7305 040 035  
2. HIJRAH DWI PUTRA                7305 040 048

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI  
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2006**

## **LATAR BELAKANG**

Pada saat ini memang tidak sedikit penggunaan transformator dalam industri-industri atau dalam distribusi tegangan tinggi. Dan juga tidak banyak pula pemakai transformator mengabaikan perbaikan atau perawatan terhadap transformator tersebut. Selain itu, dalam pemasangan baru perlu adanya pengujian pertama pada transformator, sehingga hal-hal yang tidak diinginkan tidak terjadi.

Transformator Tegangan yang berfungsi mengubah nilai tegangan dari suatu nilai ke nilai tegangan yang lain. Sesuai dengan fungsi tersebut diharapkan transformator dalam bekerja pada sistem tidak mengalami kerusakan apapun ataupun menyebabkan terjadinya suatu kerja dari suatu sistem. Jika, transformator Tegangan bekerja pada suatu jaringan distribusi yang dalam hal ini pada sistem penerangan, maka konsumen atau pelanggan akan mengalami kerugian. Hal ini perlu adanya pengujian layak atau tidaknya suatu transformator itu bekerja.

Oleh karena itu, dalam makalah ini kami menyusun tentang pengujian salah satu dari jenis transformator instrumentasi yaitu TransformatorTegangan.

## **PENGUJIAN TRANSFORMATOR TEGANGAN**

Pengujian transformator dilaksanakan menurut SPLN' 50-1982 melalui tiga macam pengujian, sebagaimana diuraikan dalam IEC 76(1976), yaitu:

### **A. Pengujian Rutin**

Pengujian rutin adalah pengujian yang dilakukan terhadap setiap transformator, meliputi :

#### **1. Pengujian Tahanan Isolasi**

Pengukuran tahanan isolasi dilakukan pada awal pengujian dimaksudkan untuk mengetahui secara dini kondisi isolasi trafo, untuk menghindari kegagalan yang fatal dan pengujian selanjutnya, pengukuran dilakukan antara:

sisi HV-LV

sisi HV-Ground

sisi LV-Ground

X1/X2-X3/X4 (trafo 1 fasa)

X1-X2 dan X3-X4 trafo 1 fasa yang dilengkapi dengan circuit breaker.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan megger, lebih baik yang menggunakan baterai karena dapat membangkitkan tegangan tinggi yang lebih stabil. Harga tahanan isolasi ini digunakan untuk kriteria kering tidaknya trafo, juga untuk mengetahui apakah ada bagian-bagian yang terhubung singkat.

#### **2. Pengujian Tahanan Kumaran**

Pengukuran tahanan kumaran adalah untuk mengetahui berapa nilai tahanan listrik pada kumaran yang akan menimbulkan panas bila kumaran tersebut dialiri arus. Nilai tahanan belitan dipakai untuk perhitungan rugi-rugi tembaga trafo Pada saat melakukan pengukuran yang perlu diperhatikan adalah suhu belitan pada saat pengukuran yang diusahakan sama dengan suhu udara sekitar, oleh karenanya diusahakan arus pengukuran kecil.

Peralatan yang digunakan untuk pengukuran tahanan di atas 1 ohm adalah Wheatstone Bridge, sedangkan untuk tahanan yang lebih kecil dari 1 ohm digunakan Precision Double Bridge.

Pengukuran dilakukan pada setiap fasa trafo, yaitu antara terminal:

- Untuk terminal tegangan tinggi:
  - a. trafo 3 fasa
    - fasa A – fasa B
    - fasa B – fasa C
    - fasa C – fasa A
  - b. trafo 1 fasa
    - terminal H1-H2 untuk trafo double bushing.
    - terminal H1-Ground untuk trafo single bushing.
- Untuk terminal tegangan rendah
  - a. trafo 3 fasa
    - fasa a – fasa b

- fasa b – fasa c
- fasa c – fasa a
- b. . trafo 1 fasa
  - terminal X1-X4 dengan X2-X3 dihubung singkat.

### **3. Pengujian Perbandingan Belitan**

Pengukuran perbandingan belitan adalah untuk mengetahui perbandingan jumlah kumparan sisi tegangan tinggi dan sisi tegangan rendah pada setiap tapping, sehingga tegangan output yang dihasilkan oleh trafo sesuai dengan yang dikehendaki. Toleransi yang diijinkan adalah:

- a. 0,5% dari rasio tegangan.
- b. 1/10 dari presentase impedansi pada tapping nominal.

Pengukuran perbandingan belitan dilakukan pada saat semi assembling yaitu setelah coil trafo di assembling dengan inti besi dan setelah tap changer terpasang, pengujian kedua ini bertujuan untuk mengetahui apakah posisi tap trafo telah terpasang secara benar dan juga untuk pemeriksaan vector group trafo.

Pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan Transformer Turn Ratio Test (TTR), misalnya merk James G. Biddle Co Cat No.55005 atau Cat No.550100-47.

### **4. Pengujian Vektor Group**

Pengujian vector group bertujuan untuk mengetahui apakah polaritas terminal-terminal trafo positif atau negative. Standar dari notasi yang dipakai adalah ADDITIVE dan SUBTRACTIVE.

### **5. Pengujian Rugi Besi Dan Beban Kosong**

Pengukuran ini untuk mengetahui berapa daya yang hilang yang disebabkan oleh rugi histerisis dan eddy current dari inti besi (core) dan besarnya arus yang ditimbulkan oleh kerugian tersebut. Pengukuran dilakukan dengan memberikan tegangan nominal pada salah satu sisi dan sisi lainnya dibiarkan terbuka.

### **6. Pengujian Rugi Tembaga Dan Rugi Besi**

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui besarnya daya yang hilang pada saat trafo beroperasi akibat dari tembaga ( $W_{cu}$ ) dan strey loss ( $W_s$ ) trafo yang digunakan. Pengukuran dilakukan dengan memberi arus nominal pada salah satu sisi dan pada sisi yang lain dihubung-singkat, dengan demikian akan terbangkit juga arus nominal pada sisi tersebut, sehingga trafo seolah-olah dibebani penuh. Perhitungan rugi beban penuh ( $W_{cu}$ ) dan impedansi ( $I_z$ ), dimana pada waktu pengukuran tahanan belitan ( $R$ ),  $W_{cu}$  dan  $I_z$  dilakukan pada saat suhu rendah (udara sekitar ( $t$ )), maka  $W_{cu}$  dan  $I_z$  perlu dikoreksi terhadap suhu acuan  $75^\circ\text{C}$ , dimana factor koreksi ( $a$ ) adalah

### 7. Pengujian Tegangan Terapan (Withstand Test)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menguji kekuatan isolasi antara kumparan dan body tangki. Pengujian dilakukan dengan memberi tegangan uji sesuai dengan standar uji dan dilakukan pada:

- sisi tegangan tinggi terhadap sisi tegangan rendah dan body yang di ke tanahkan.
- sisi tegangan rendah terhadap sisi tegangan tinggi dan body yang di ke tanahkan.

Waktu pengujian 60 detik.

### 8. Pengujian Tegangan Induksi (Induce Test)

Pengujian tegangan induksi bertujuan untuk mengetahui kekuatan isolasi antara layer dari tiap-tiap belitan dan kekuatan isolasi antara belitan trafo. Pengujian dilakukan dengan memberi tegangan supply dua kali tegangan nominal pada salah satu sisi dan sisi lainnya dibiarkan terbuka. Untuk mengatasi kejenuhan pada inti besi (core) maka frekwensi yang digunakan harus dinaikkan sesuai dengan kebutuhan. Lama pengujian tergantung pada besarnya frekuensi pengujian. Waktu pengujian maksimum 60 detik.

### 9. Pengujian Kebocoran Tangki

Pengujian kebocoran tangki dilakukan setelah semua komponen trafo terpasang. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan dan kondisi paking dan las trafo. Pengujian dilakukan dengan memberikan tekanan nitrogen (N2) sebesar kurang lebih 5 psi dan dilakukan pengamatan pada bagian-bagian las dan paking dengan memberikan cairan sabun pada bagian tersebut. Pengujian dilakukan sekitar 3 jam apakah terjadi penurunan tekanan.

## B. Pengujian Jenis

Pengujian jenis adalah pengujian yang dilaksanakan terhadap sebuah trafo yang mewakili trafo-trafo lainnya yang sejenis, guna menunjukkan bahwa semua trafo jenis memenuhi persyaratan yang belum dilakukan dengan pengujian rutin. Pengujian jenis meliputi :

### 1. Pengujian Kenaikan Suhu

Pengujian kenaikan suhu dimaksudkan untuk mengetahui berapa kenaikan suhu oli dan kumparan trafo yang disebabkan oleh rugi-rugi trafo apabila trafo dibebani. Pengujian ini juga bertujuan untuk melihat apakah penyebab panas trafo sudah cukup efisien atau belum. Pada trafo dengan tapping tegangan di atas 5% pengujian kenaikan suhu dilakukan pada tappng tegangan terendah (arus tertinggi), pada trafo dengan tapping maksimum 5% pengujian dilakukan pada tapping nominal. Pengujian kenaikan suhu sama dengan pengujian beban penuh, pengujian dilakukan dengan memberikan arus trafo sedemikian hingga membangkitkan rugi-rugi trafo, yaitu rugi beban penuh dan rugi beban kosong.

Suhu kumparan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$tf = \frac{rf}{ri} x (234,5 + ti) - 234,5$$

Dimana:  $t_i$  = initial temperature  
 $t_f$  = final temperature  
 $r_i$  = initial resistance  
 $r_f$  = final resistance

## 2. Pengujian Tegangan Impuls Atau Impedansi

Pengujian impuls ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan dielektrik dari sistem isolasi trafo terhadap tegangan surya petir. Pengujian impuls adalah pengujian dengan memberi tegangan lebih sesaat dengan bentuk gelombang tertentu. Bila trafo mengalami tegangan lebih, maka tegangan tersebut hampir didistribusikan melalui efek kapasitansi yang terdapat pada:

- antar lilitan trafo.
- antar layer trafo.
- antara coil dengan ground.

## 3. Pengujian Tegangan Tembus Oli

Pengujian tegangan tembus oli dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan dielektrik oli. Hal ini dilakukan karena selain berfungsi sebagai pendingin dari Trafo, oli juga berfungsi sebagai isolasi.

Persyaratan yang ditentukan adalah sesuai dengan standart SPLN 49 - 1 : 1982, IEC 158 dan IEC 296 yaitu:

- > = 30 KV/2,5 mm sebelum purifying.
- > = 50 KV/2,5 mm setelah purifying.

Peralatan yang dapat digunakan misalnya merk Hipotronics type EP600CD. Cara pengujian:

- bersihkan tempat sample oli dari kotoran dengan mencucinya dengan oli sampai bersih.
- ambil contoh/sample oli yang akan diuji, usahakan pada saat pengambilan sample oli tidak tersentuh tangan atau terlalu lama terkena udara luar karena oli ini sangat sensitive.
- tempatkan sample oli pada alat tetes
- nyalakan power alat tetes.
- tekan tombol start dan counter akan mencatat secara otomatis sejauh mana kemampuan dielektrik oli tersebut. Setelah counter berhenti dan tombol reset menyala, tekan tombol reset untuk mengembalikan ke posisi semula
- hasil pengujian tegangan tembus diambil rata-ratanya setelah dilakukan 5 (lima) kali dengan selang waktu 2 menit.

## C. Pengujian Khusus

Pengujian khusus adalah pengujian yang lain dari pengujian rutin dan pengujian jenis dilaksanakan atas persetujuan pabrik dengan pembeli dan hanya dilaksanakan terhadap satu atau lebih trafo dari sejumlah trafo yang dipesan dalam sebuah kontrak.

Pengujian khusus meliputi:

1. Pengujian Dielektrik
2. Pengujian Impedansi urutan nol pada trafo tiga phasa

3. Pengujian Hubung Singkat
4. Pengujian Harmonik pada arus beban kosong
5. Pengujian tingkat bunyi akustik
6. Pengukuran Daya yang diambil oleh motor-motor kipas dan pompa minyak

Untuk menentukan baik dan tidaknya transformator layak dioperasikan, harus melalui beberapa tahapan pengujian antara lain :

1. Uji transformator tegangan (frequency 50 Hz)
2. Uji transformator tegangan (frequency 400 Hz)
3. Uji Beban penuh (Hubungan singkat)
4. Uji Beban Kosong
5. Uji Tahanan Isolasi Kumpanan (Megger 10.000 volt)
6. Uji Tegangan DC (50 kV)
7. Uji Tegangan tembus minyak trafo (SPLN 49-1 : 1982)

Dapat melayani perbaikan transformator mulai dari Daya 10 kVA s/d 2500 kVA (1 phasa maupun 3 phasa).

### **Transformator Instrument**

Sistem tenaga modern tergantung bagusnya transmisi dan distribusi daya, dimana tegangannya lebih tinggi dari pada tegangan yang diinginkan oleh pelanggan. Seperti sistem yang belum tercapai, bagaimanapun jika ini tidak mungkin untuk pengukuran dan kontrol tenaga, dan untuk melindungi kondisi yang mulai tidak normal, yaitu aliran tegangan tinggi pada jaringan. Faktor lainnya adalah kesempurnaan dari meteran, instrument, dan relay yang dapat mengukur besarnya daya dan proteksi serta sebagai kontrol sistem, tetapi semuanya itu biasanya dioperasikan pada jaringan tegangan rendah. Hubungan jaringan antara dua syarat yang bertentangan, yaitu jaringan tegangan tinggi dan tegangan rendah yang diukur, sehingga perlu adanya trafo instrument, yang bisa menyalurkan pengukuran dan relay dalam skala kecil, reproduksi tegangan rendah yang mengalir pada jaringan.

**Polaritas.** Ini digunakan transformator instrument dengan bermacam-macam instrument dan relay diperlukan untuk mengetahui polaritas relatif dari lilitan primer dan sekunder, yaitu nilai relatif langsung seketika arus penunjuk. Indikasi ini ditandai dengan satu terminal tiap lilitan yang ditandai dengan kutub putih atau dengan tulisan  $H_1$  dan  $X_1$  untuk lilitan tegangan tinggi dan lilitan tegangan rendah, berturut-turut. Tanda penunjuk dengan polaritas yang sama. Dengan cepat pada saat aliran arus terhadap transformator ditandai pada penunjuk di primer., arus akan cenderung mengalir dari transformator dengan penandaan sekunder dan sebaliknya.

**Burden.** Istilah burden biasanya digunakan untuk beban instrument, relay, pengawatan dan lainnya., hubungan ke sirkit sekunder pada transformator instrumentasi. Perbedaan ini berasal dari beban di sirkit utama yang diukur dan dikontrol.

### **Kelas-kelas Transformator Instrument**

Transformator instrument dibagi menjadi dua kelas, yaitu transformator tegangan (PT) dan transformator arus (CT). Transformator tegangan sama dengan tenaga atau transformator distribusi, tapi transformator tegangan didesain untuk keluaran yang kecil dan untuk regulasi yang sangat kecil dan akan memberikan kompensasi untuk drop tegangan ditransformator pada beban yang spesifik. Transformator arus didesain untuk hubungan yang seri dengan jaringan yang arusnya bisa diukur. Transformator arus mempunyai ketentuan yang sama dengan semua Transformator. Hasil ini berbeda dalam operasi yang sama baiknya pada kenyataan. Transformator arus sama baiknya dengan Transformator tegangan, yaitu kompensasi terhadap beban yang spesifik.

Keduanya, Transformator tegangan dan Transformator arus bisa dibuat kering atau diisi dengan gum untuk tegangan 13.800 dan dibawahnya, Transformator arus kering dibuat untuk 23.000 volt sirkit. Untuk tegangan yang sangat tinggi kebanyakan transformator instrument menggunakan isolasi minyak, dan kadang-kadang untuk kondisi yang spesial atau sesuai dengan permintaan untuk isolasi minyak trafo bisa dipasang pada transformator tegangan rendah.

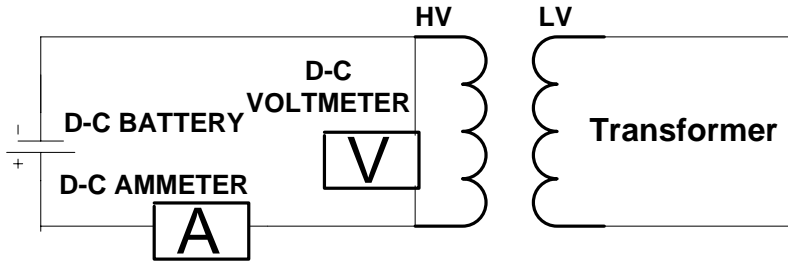
Transformator tegangan yang ideal tegangan sekundernya akan selalu mempunyai sedikit ketelitian dari pada tegangan primer dengan indikasi dari perbandingan name plate dan akan selalu tepat 180 derajat dari tegangan primer setiap phasanya. Kenyataannya ini mungkin untuk menjaga hubungan yang tepat untuk semua kondisi beban. Rugi besi, rugi tembaga, dan kebocoran magnetic antara kawat transformator yang menyebabkan sedikit perubahan terhadap perbandingan terhadap perubahan beban. Rugi-rugi tadi juga bisa menyebabkan sedikit penggeseran posisi phase pada tegangan sekunder yang nantinya akan berakibat terhadap tegangan primer. Sudut phase ini sebenarnya tidak begitu penting dalam peralatan yang hanya mengukur tegangan saja, seperti voltmeter dan relay, tetapi untuk wattmeter mungkin sangat berpengaruh. Transformator tegangan yang baik adalah keduanya yaitu mempunyai ratio error dan sudut phase yang sangat kecil, dan atau bisa diabaikan dalam pengukuran pasaran.

Transformator tegangan menggunakan voltmeter, wattmeter, watt-hour meter dan relay. Beberapa instrument mungkin bisa bekerja pada transformator yang sama jika penjumlahannya tidak melebihi beban untuk transformator yang telah didesain.

#### **1. Pengukuran Resistansi**

Pengukuran ini dibuat dengan menggunakan bridge(jembatan), atau dengan methode tegangan jatuh (drop tegangan). Methode akhir kadang-kadang kebanyakan lebih tepat, terutama pembuatan test pada medan. Arus searah (DC) yang digunakan diutamakan penyimpanan dari battery, regulasi resisitansi, DC ammeter, dan DC voltmeter yang paling penting. Arus digunakan untuk pengukuran resistansi yang seharusnya menjadi kecil atau lebih baik tidak melebihi dari 15% dari arus rata-rata yang melewati gulungan yang telah diukur. Hal ini untuk menghindari panas pada gulungan dan yang akan menyebabkan terjadinya perubahan resistansi. Untuk alasan yang sama, arus seharusnya dibiarkan mengalir hanya pada gulungan untuk mendapatkan pembacaan. Beberapa pembacaan mempunyai perbedaan nilai arus dan pembacaan tadi dirata-rata sebagai nilai akhir. Resistansi dapat diukur dengan hokum Ohm:

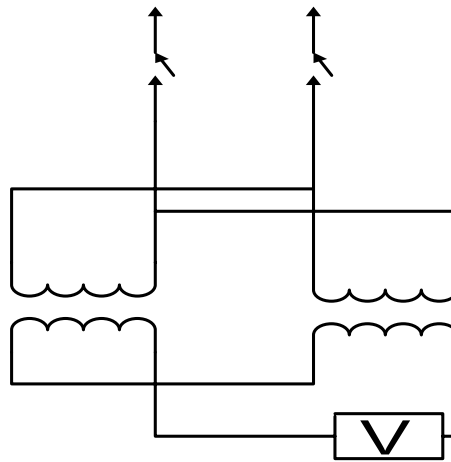
$$\text{Resistansi} = \text{volt} / \text{ampere}$$



Gambar. Hubungan Pengukuran Resistansi

## 2. Rasio dan Polaritas

Rasio dan polaritas dikatakan mempunyai pengukuran yang baik jika perbandingan dengan standart transformator sama perbandingannya dan polaritasnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini. Transformator dilakukan pengujian dengan eksitasi secara paralel dengan standart, dan dua sekunder dihubungkan paralel, dengan voltmeter dihubungkan antara dua terminal yang ditunjuk. Jika pembacaan voltmeter Nol, dua transformator mempunyai rasio dan polaritas yang sama. Jika polaritasnya berlawanan, voltmeter akan membaca dua dari tegangan sekunder dari salah satu transformator. Dan jika dua transformator sama polaritasnya, tapi berbeda perbandingannya maka voltmeter akan mengindikasikan berbeda.

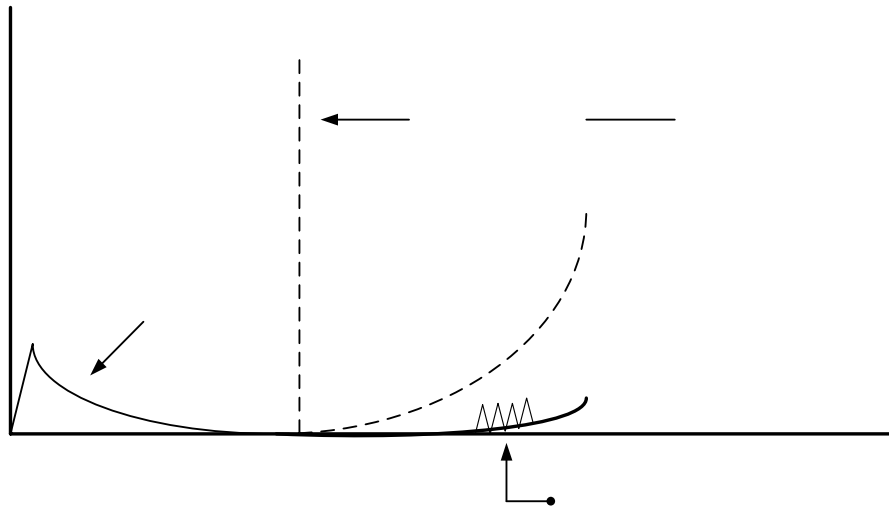


## 3. Rugi Eksitasi dan Arus Eksitasi

Rugi eksitasi pada transformator adalah rugi yang terjadi pada saat transformator dieksitasi pada tegangan rata-rata dan frekwensi tetapi tanpa beban pada sisi sekunder. Disamping rugi inti, juga terdapat rugi dielektrik dan rugi tembaga yang disebabkan oleh arus eksitasi. Kedua rugi tersebut biasanya lebih diabaikan dibandingkan dengan rugi pada inti. Rugi inti dan arus eksitasi banyak memberikan efek terhadap bentuk gelombang yang sama kaitannya dengan tegangan dan frekuensi, juga sebagai langkah untuk memastikan bahwa gelombang tegangan akan berbentuk sinus atau yang lainnya sebagai perbaikan sebagai bentuk gelombang yang dihasilkan. Sesuai dengan metode untuk perbaikan untuk bentuk gelombang terhadap rugi inti dan pengukuran arus eksitasi adalah untuk menyeting tegangan dalam arti tegangan rata-rata. Rugi eksitasi pada dasarnya adalah rugi hysteresis pada inti dan ini tergantung pada kerapatan fluk

maksimum, dan bukan pada bentuk gelombang. Kerapatan fluk maksimum biasanya disamakan dengan sebagai rata pada bentuk gelombang, tetapi biasanya voltmeter AC mengindikasikan sebagai nilai rms dari tegangan, dan bukan nilai rata-rata. Rata-rata voltmeter adalah pengukuran DC hubungan (d'Arsonval type) yang dipasang seri dengan penyearah gelombang penuh. Ini biasanya dikalibrasi untuk membaca kesamaan terhadap pengukuran tegangan rms pada gelombang sinus murni. Jika bentuk gelombang berbeda dengan pembacaan pengukuran, misalkan, 120 volt, ini mengindikasikan bahwa rugi inti yang sebenarnya dengan aplikasi tegangan dan bentuk gelombang sama mengalami kerugian 120 volt dengan bentuk gelombang sinus.

Dalam hal ini, perlu diperhatikan ketentuan-ketentuan yang menyangkut perbedaan antara trafo tenaga dan trafo tegangan. Bedanya ialah dalam jumlah gulungan yang ada, yang menyebabkan deteksi hubung-singkat menjadi lebih sukar, terutama pada pengujian impuls. Perubahan arus yang terjadi kecil, sehingga sukar terlihat pada osilogram. Kesukaran pada pengujian impuls disebabkan karena distribusi tegangannya sukar dianalisa. Biasanya kegagalan terbatas pada sebagian kecil dari gulungan, yaitu dibagian tegangan tingginya. Arus netral hanya terdiri arus pemuat saja. Pada waktu kegagalan terjadi terlihat garis-garis arus yang nyata; periksa **Gambar 1.0**.



**Gambar 1.0**

Tetapi gambar yang sama terlihat bila korona terjadi sehingga sukar ditentukan sebab yang sebenarnya dari garis-garis arus tadi. Untuk trafo tegangan dapat dipakai tahanan shunt kira-kira 100-200 Ohm. Contoh tegangan pengujian tertera pada **Tabel 1.0**.

**Tabel 1.0**

Tingkat isolasi (Kelas)	Tegangan pengujian (kV) untuk PT	
	Gelombang penuh	Gelombang terpotong
3	A 45	55
	B 30	40
6	A 60	70

	<b>B 45</b>	<b>55</b>
<b>10</b>	<b>A 90</b> <b>B 75</b>	<b>105</b> <b>85</b>
<b>(15)</b>	<b>A (115)</b> <b>B (100)</b>	<b>(130)</b> <b>(115)</b>
<b>20</b>	<b>A 150</b> <b>B 120</b>	<b>170</b> <b>135</b>
<b>30</b>	<b>200</b>	<b>230</b>
<b>40</b>	<b>250</b>	<b>290</b>
<b>50</b>	<b>300</b>	<b>340</b>
<b>60</b>	<b>350</b>	<b>400</b>
<b>70</b>	<b>400</b>	<b>460</b>

Untuk pengujian AC tak ditanahkan, tegangannya diterapkan antara gulungan dengan gulungan atau antara gulungan dengan tangki sesuai dengan harga-harga yang ditentukan dalam **Tabel 1.1 (Contoh)**.

**Tabel 1.1**

<b>Tegangan primer (kV)</b>	<b>Kelas isolasi (kV)</b>	<b>Tegangan pengujian AC untuk PT (tak ditanahkan ) antara gulungan primer dan sekunder</b>
<b>3.3</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
<b>6.6</b>	<b>6</b>	<b>15</b>
<b>11</b>	<b>10</b>	<b>25</b>
<b>(13.2)</b>	<b>(15)</b>	<b>(36)</b>
<b>(16.5)</b>	<b>(15)</b>	<b>(36)</b>
<b>22</b>	<b>20</b>	<b>50</b>
<b>33</b>	<b>30</b>	<b>70</b>
<b>44</b>	<b>40</b>	<b>90</b>
<b>55</b>	<b>50</b>	<b>120</b>
<b>66</b>	<b>60</b>	<b>140</b>
<b>77</b>	<b>70</b>	<b>160</b>

Untuk PT (Potential Transformer) yang ditanahkan, gulungan yang ditanahkan dikenakan tegangan pengujian sesuai dengan **Tabel 1.2 (Contoh)**.

**Tabel 1.2**

<b>Tegangan primer nominal (kV)</b>	<b>Tegangan pengujian AC untuk PT (dibumikan) (kV)</b>
<b>3,3 ; 6,6</b>	<b>2</b>
<b>11 ; 13,2 ; 16,5</b>	<b>4</b>
<b>22 ; 33, keatas</b>	<b>10</b>

#### 4. Test Isolasi

Sebelum transformator tegangan dioperasikan, biasanya pabrik-pabrik melakukan test isolasi pada transformator tegangan tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk membuktikan kondisi isolasi, apakah kondisi dari transformator tegangan tersebut basah atau kering. Test dielektrik dan test induksi tegangan biasanya yang dilakukan dan kadang-kadang ada penambahan, yaitu resistansi dan test impuls.

##### 4.1. Impulse test

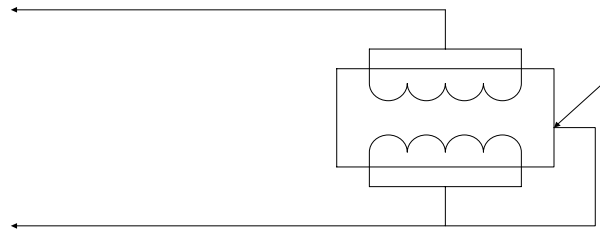
Test impuls dilakukan untuk membuktikan bahwa transformator tegangan ini siap untuk dioperasikan terhadap pengaruh kejutan switching dan kejutan lampu. Test impuls ini jarang sekali digunakan dipabrik-pabrik. Test ini biasanya diaplikasikan pada transformator tegangan tinggi.

##### 4.2. Test Tegangan Terapan

Test Tegangan Terapan biasanya diaplikasikan dengan pemberian tegangan tinggi AC antara kumparan yang ditest dengan kumparan yang lain ataupun dengan ground. Untuk test isolasi pada transformator tegangan yang baru setelah dipasang seharusnya tidak melebihi 75% dari tes pabrik dan batas yang sama.

Periode test isolasi transformator tegangan ini tidak biasa dilakukan, tetapi jika test dipakai, tegangannya dibatasi 65% dari test pabrik.

Test dilakukan antara kumparan dan ground, semua terminal yang terkoneksi transformator tegangan ditest. Tegangan yang ditest pada transformator tegangan adalah untuk menunjukkan pada voltmeter sisi tegangan rendah, pangecekan lapisan gap pada sisi tegangan tinggi. Test ini dimulai kira-kira seperempat tegangan yang dibutuhkan dan tegangan seharusnya meningkat sampai nilai maksimal kira-kira 15 sampai 30 detik.



**Gambar.** Hubungan Test Tegangan Terapan

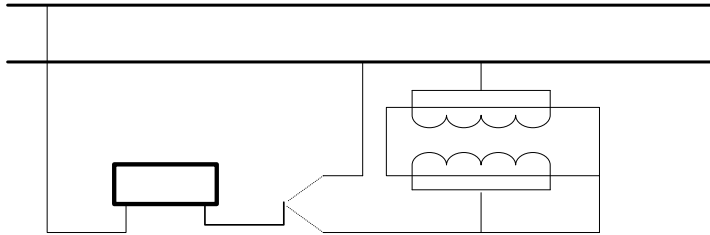
##### 4.3. Test Tegangan Induksi

Test tegangan induksi ini diaplikasikan untuk mengetes isolasi antara lilitan, lapisan, dan sekat-sekat kumparan serta untuk menentukan kuat atau tidaknya pentanahan pada test induksi tegangan. Test ini dipakai, untuk 1 kumparan, yang tegangannya sesuai dengan spesifikasi dari nilai tegangan rata-rata. Test ini seharusnya dimulai seperempat dari spesifikasi test tegangan atau lebih sedikit, dan seharusnya tegangan naik berangsur-angsur sampai test tegangan penuh kurang lebih 15 detik. Setelah sampai pada puncaknya, maka tegangan akan turun sampai sebelum sirkit terbuka.

##### 4.4. Resistansi Isolasi

Resistansi isolasi pada transformator tergantung pada besarnya temperatur dan bersih atau keringnya kumparan. Pada transformator tegangan resistansi isolasi yang

diharapkan adalah paling sedikit 1 Megaohm/100 volt. Dengan kata lain untuk mengukur resistansi ini dengan menggunakan Megger(Meaga Ohm Tester). Sebagai alternatif bisa dengan menggunakan DC voltmeter dengan resistansi tinggi dan tegangan DC, biasanya 500 Volt. Isolasi dengan dua switch cukup dengan penunjukkan voltmeter dengan indikasi nol pada satu switch dibuka.



**Gambar.** Hubungan Pengukuran Resistansi Isolasi

Pembacaan pertama dibaca sebanding dengan aliran arus sampai resistansi dari voltmeter itu sendiri, yang akan diketahui jumlahnya, dan pembacaan kedua adalah sebanding untuk aliran arus sampai resistansi voltmeter ditambah dengan resistansi yang belum diketahui.

**500 VOLT  
D-C Line**

$$R' = R \frac{D - D'}{D'}$$

Dimana: R = resistansi dari voltmeter

R' = resistansi yang belum diketahui

D = pembacaan dengan voltmeter pada setiap line yang bersebrangan.

D' = pembacaan dengan voltmeter dan resistansi yang belum diketahui pada setiap line yang bersebrangan.

**VM**

## Studi Kasus Pengujian

Fasilitas Uji di Duri Kosambi, Cengkareng, Jawa Barat:

### 1. Pengujian Hubung Singkat.

Daya hubung singkat 300MVA/1 detik di pasok dari gardu induk 150 kV, memiliki 2 sel uji:

- Sel uji tegangan menengah, untuk tegangan uji 4,9 s/d 26,8kV dengan arus uji hubung singkat maksimum 20,7 kA pada 4,9 kV dan 6,4 kA pada 26,8kV.
- Sel uji tegangan rendah, untuk tegangan uji 180 s/d 1454V (3 fase) dan 156 s/d 364 V (1 fase) dengan arus uji hubung singkat maksimum 150 kVA (3 fase) dan 300 kA (1 fase).

### 2. Sistem Pengukuran Menggunakan Oscillograph Recorder melalui:

- Shunt 160 kA/50 MIU ohm, respons time < 500 m.det.
- Shunt 5 kA/160 mIU Ohm, respons time < 500 m det.
- Transformator arus 30.000/5 A, 6000/5 A, 1.000/5 A steady state ratio error  $\leq \pm 0.5$  % max instantaneous, peak error  $\leq 5$  %.
- Transformator arus 50/5 A, kelas 0,5.
- Resistor divider, ratio 200  $\pm 0.5$  %, maks 15000 V.
- Capacitor divider, ratio 4000  $\pm 5$  %, maks 35 kV.

Jenis pengujian yang dapat dilakukan :

- a. Kemampuan pemasukan dan pemutusan arus hubung singkat (tegangan rendah).
- b. Kemampuan pemutusan beban.
- c. Ketahanan arus waktu singkat dan arus waktu puncak.
- d. Ketahanan arus hubung singkat.
- e. Switching arus kapasitif (tegangan menengah).

### 3. Pengujian Kenaikan Suhu

- a. Transformator distribusi s/d 1250 kVA.
- b. Peralatan hubung bagi s/d 3150 A.

### 4. Pengujian Tingkat Bising

Tingkat bising sekitar (background noise level) 28 dB.

## **Kesimpulan**

Kelayakan operasi dari suatu transformator tegangan dapat ditetapkan setelah melalui tahapan-tahapan pengujian berdasarkan standar yang berlaku. Ketelitian dari proses pengujian transformator tegangan sangat dipengaruhi oleh temperatur ruang serta ketepatan waktu pelaksanaannya. Keandalan transformator selama masa operasi, sangat ditentukan oleh cara pemeliharanya, sehingga jadwal waktu pemeliharaan perlu dikaji lebih lanjut.

### **Daftar Pustaka**

IEC 156/1963 Method for the determination of electric strength of insulating oil 1963.

IEC 76/1976 Power Transformer 1976

P.T. Bambang Djaya Metode Pengujian transformator Distribusi P.T. Bambang Djaya, Surabaya 1995.

P.T. PLN Petunjuk Operasi dan Pemeliharaan untuk transformator Tenaga Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta 1981.

SPLN 17 : 1979 Pedoman Pembebanan transformator Terendam Minyak Jakarta, 1979.

SPLN 50 : 1982 Pengujian Transformator Jakarta, 1982.

[HTTP://www.iptek.net](http://www.iptek.net)

McRAW-HILL BOOK COMPANY, Inc, J.B. GIBBS TRANSFORMER PRINCIPLES AND PRACTICE 1950.

Artono Arismunandar, Teknik Tegangan Tinggi PT.PRADNYA PARAMITA, Jakarta 1994