

BAB III

PENGUJIAN TRAFO

3.1 Pengertian Pengujian Transformator

Pengujian transformator pada gardu induk adalah kegiatan untuk mengumpulkan informasi kondisi sebuah transformator. Dari data yang di dapat nantinya akan dilakukan analisis dan evaluasi yang akan menentukan tindakan selanjutnya. Secara tidak langsung pengujian ini bertujuan untuk mempertahankan kondisi dan meyakinkan bahwa transformator dapat berfungsi sebagaimana mestinya, sehingga dapat mempertahankan reliability, availability dan efficiency system secara keseluruhan.

Faktor yang paling dominan dalam suatu peralatan listrik tegangan tinggi adalah pada system isolasi. Isolasi pada transformator meliputi isolasi keras (padat), dan isolasi minyak (cair). Isolasi merupakan bagian terpenting dan sangat menentukan umur suatu transformator. Pengujian pada transformator dibagi menjadi dua, yaitu pengujian transformator pada saat kondisi bertegangan dan pengujian transformator dalam keadaan padam.

Pengujian transformator dalam keadaan bertegangan mempunyai tujuan untuk mengetahui kondisi transformator tanpa melakukan pemadaman. Pengujian yang dilakukan meliputi :

1. Thermovisi/ thermal image
2. Dissolve gas Analysis (DGA)
3. Pengujian kualitas minyak isolasi (karakteristik)
4. Pengujian Furan
5. Pengujian Corrosive sulfur
6. Pengujian partial discharge

7. Vibrasi dan noise

Pengujian transformator dalam keadaan padam (off-line) adalah pengujian yang dilakukan pada saat transformator dalam keadaan tidak bertegangan. Pengujian ini dilakukan secara berkala, dalam hal ini dilakukan dua tahun sekali dan berpedoman pada instruction manual dari pabrik pembuat transformator, standard-standard yang ada (IEC, CIGRE, ANSI, DLL) dan pengalaman operasional di lapangan. Pengujian transformator dalam keadaan padam juga dilakukan saat inspeksi ketidak normalan atau saat dimana transformator mengalami unjuk kerja rendah ketika beroperasi.

Pengujian ini dilakukan pada komponen-komponen transformator yang sangat vital, seperti bushing, kumparan atau belitan, on-load tap changer (OLTC) dan system proteksi internal pada transformator.

3.2 Pengujian transformator dalam keadaan padam

3.2.1 Pengujian Ratio Trafo Tenaga

Tujuan dari pengujian ratio pada dasarnya untuk mendiagnosa adanya masalah dalam antar belitan dan seksi-seksi sistem isolasi pada trafo. Pengujian ini akan mendeteksi adanya hubung singkat atau ketidaknormalan pada tap changer. Tingginya nilai resistansi akibat lepasnya koneksi atau konduktor yang terhubung ground dapat dideteksi.

Metoda pengujiannya adalah dengan memberikan tegangan variabel pada sisi primer dan melihat tegangan yang muncul pada sisi sekunder. Dengan membandingkan tegangan sumber dengan tegangan yang muncul maka dapat diketahui ratio perbandingannya. Tahanan isolasi yang di ukur merupakan fungsi dari arus bocor yang menembus isolasi atau arus yang melalui jalur bocor pada

permukaan. Oleh karena itu, hal ini di pengaruhi oleh suhu, kelembaban dan jalur bocor pada permukaan di pengaruhi oleh kotoran yang menempel pada isolasi

A. **Automatic Transformer Ratio Tester Vanguard ATRT-03/S2**

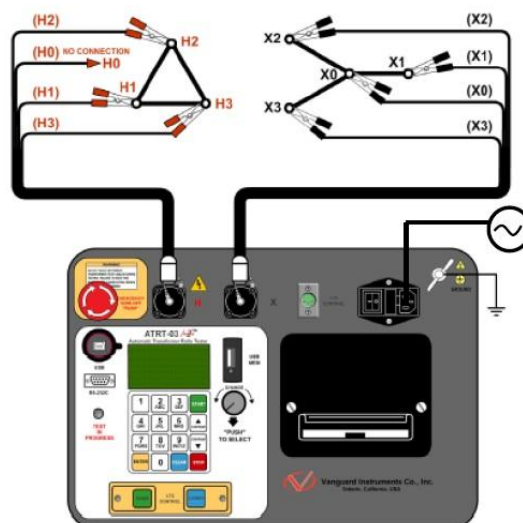
Pengujian rasio trafo di Gardu Induk Gandul menggunakan *automatic transformer ratio tester* ATRT-03/S2 Merk Vanguard. Berikut bagian-bagian *automatic transformer ratio tester* yang digunakan pada saat pengujian.



Gambar 3.1 ATRT-03/S2

B. **Rangkaian Pengujian Rasio Trafo**

Pada saat pengujian rasio trafo, terminal pada ATRT yang digunakan adalah terminal primer, terminal sekunder, terminal grounding dan input power 220 volt. Berikut adalah rangkaian pengujian rasio trafo.



Gambar 3.2 Rangkaian pengujian rasio

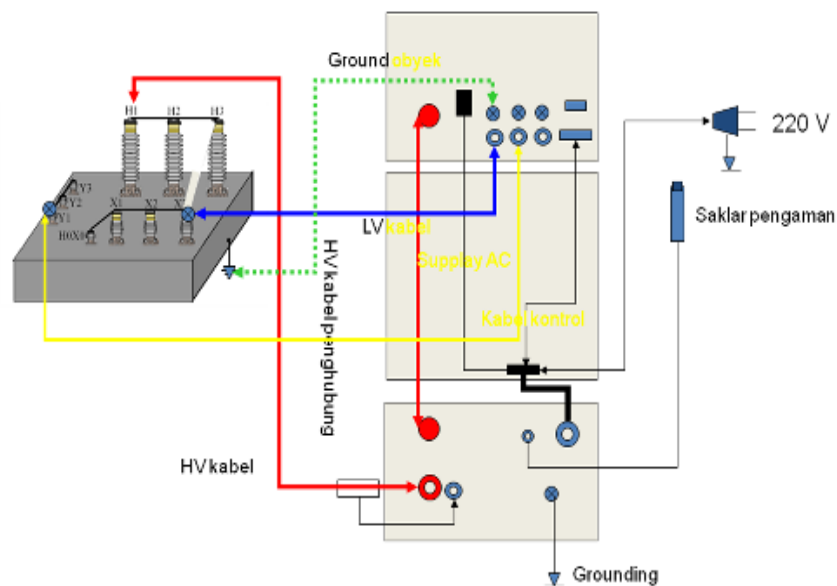
Dari terminal primer *automatic transformer ratio tester* (terminal H) dihubungkan ke bushing primer pada trafo. Dari gambar diatas dapat kita lihat bahwa konfigurasi trafo adalah delta – wye. Sisi primer trafo dihubungkan dengan terminal primer (H0, H1, H2, H3). Konektor H1 kita hubungkan ke fasa R, H2 ke fasa S, dan H3 ke fasa T. sedangkan untuk konektor H0 tidak kita hubungkan kemanapun. Hal ini dikarenakan pada sisi primer berkonfigurasi delta tanpa titik pentanahan.

Terminal sekunder atau disebut juga terminal X dihubungkan ke bushing sekunder pada trafo. Karena trafo ini lilitan sekundernya berkonfigurasi wye, maka konektor ke dari terminal X ke bushing ada empat konektor. Konektor tersebut adalah konektor X0, X1, X2, X3. Konektor X1 kita hubungkan ke fasa R, X2 ke fasa S, dan X3 ke fasa T. Hal ini harus disesuaikan dengan konektor pada terminal H. Hal ini penting untuk diperhatikan karena apabila terjadi kekeliruan pemasangan konektor maka hasil pengujian juga tidak akan sesuai dan menghasilkan presentase error yang besar. Jadi jika konektor H1 terhubung dengan fasa R, maka konektor X1 juga terhubung dengan fasa R. Sedangkan konektor X0 dihubungkan dengan bushing *grounding* sisi sekunder trafo.

3.2.2 Pengujian Tangen Delta Isolasi Belitan

Trafo tenaga merupakan peralatan utama dalam sistem penyaluran tenaga listrik, salah satu bagian paling kritis dari trafo tenaga adalah isolasi trafo. Isolasi trafo berupa isolasi kertas, minyak, dan keramik. Seiring dengan usia operasi trafo maka kondisi isolasi dapat mengalami pemburukan, hal ini dapat disebabkan karena tegangan lebih, suhu operasi yang tinggi, hotspot, korona, kontaminasi, kerusakan mekanis maupun kelembaban. Pemburukan atau kegagalan isolasi dapat menyebabkan kegagalan operasi atau bahkan kerusakan trafo, oleh karena itu sangat diperlukan untuk mengetahui proses pemburukan pada isolasi sehingga

kegagalan trafo dalam beroperasi dapat dihindarkan. Salah satu metode untuk mengetahui proses pemburukan isolasi adalah dengan pengujian tangen delta.



Gambar 3.3 Rangkaian pengujian tangen delta

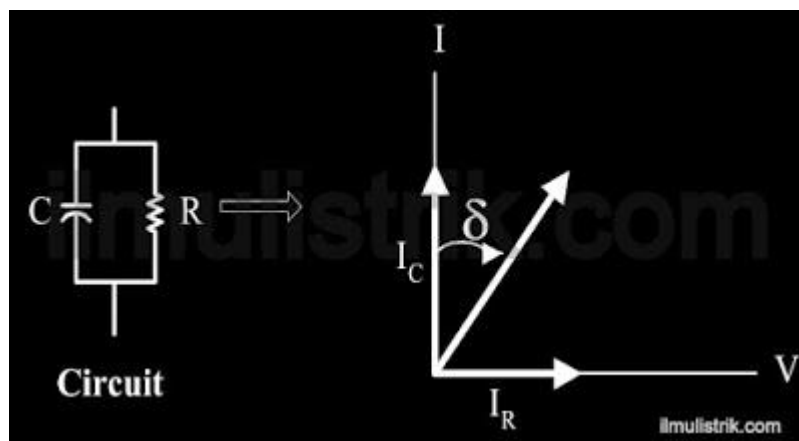
A. Prinsip Dasar Pengujian Tangen Delta

Isolasi trafo merupakan bahan dielektrik yang berfungsi untuk memisahkan dua bagian yang bertegangan, misalnya antara kumparan dengan tangki trafo. Berikut ini gambar isolasi pada kumparan dan inti trafo.



Gambar 3.4 Isolasi pada kumparan inti trafo

Trafo dengan isolasinya ini dapat dimodelkan sebagai rangkaian kapasitor yang paralel dengan resistor. Kapasitor yang sempurna apabila dicatu tegangan bolak balik maka arusnya akan tertinggal sebesar 90 derajat terhadap tegangannya, tetapi karena adanya disipasi daya (dimodelkan sebagai resistor R) maka beda sudut antara arus dan tegangannya lebih kecil dari 90 derajat. Berikut ini diagram vektornya.



Gambar 3.5 Rangkaian ekivalen trafo dengan isolasinya dan Diagram vektor tegangan terhadap arus

Pengujian tangen delta trafo dapat menggunakan beberapa alat uji dari beberapa vendor seperti Megger, Omicron, Doble, Tettex dll. Langkah awal sebelum melakukan pengujian adalah membebaskan trafo dari tegangan dengan melepas sambungan ke busbar, kemudian memasang pentanahan temporer pada trafo agar proses pengujian berjalan aman. Bersihkan bushing dan hubung singkat antar terminal primer, sekunder dan tersier dengan menggunakan bare konduktor atau kabel lurus.

B. Interpretasi Hasil Uji Tangen Delta

Berdasarkan literatur Doble untuk trafo baru dapat dinyatakan dalam kondisi baik bila nilai hasil uji tangen delta kurang dari 0.5 % sedangkan trafo yang sudah beroperasi berdasarkan standar ANSI C 57.12.90, interpretasi hasil uji tangen deltanya sebagai berikut :

•Less Than 0.5%	--	GOOD	
•>0.5% but < 0.7%	--	DETERIORATED	
•>0.5% but <1.0% & increasing	--	INVESTIGATE	
•Greater than 1.0%	--	BAD	ilmulistrik.com

Gambar 3.6 interpretasi hasil uji tangen deltanya

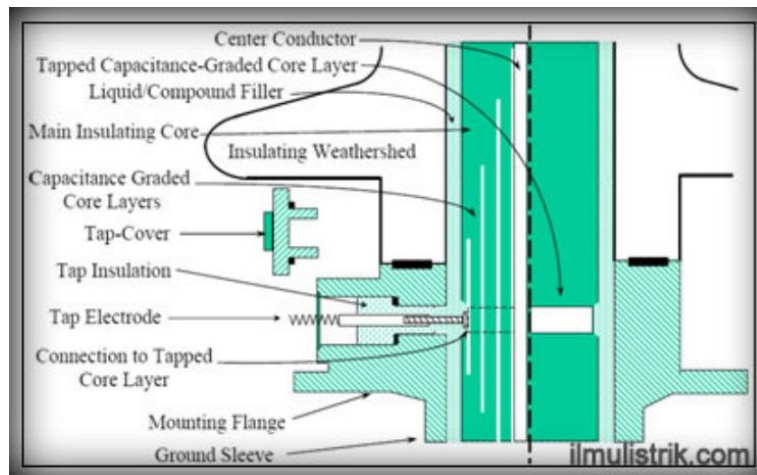
Tabel 3.1 Evaluasi dan rekomendasi pengujian tangent delta

No	Hasil Uji (%)	Keterangan	Rekomendasi
1	□ 0.5	Baik	-
2	0,5 – 7	Pemburukan	-
3	0,5 – 1	Periksa Ulang	Periksa ulang, bandingkan dengan uji lainnya
4	□ 1	Buruk	Periksa kadar air pada minyak Isolasi dan kertas isolasi

3.2.3 Tangen Delta Pada Bushing

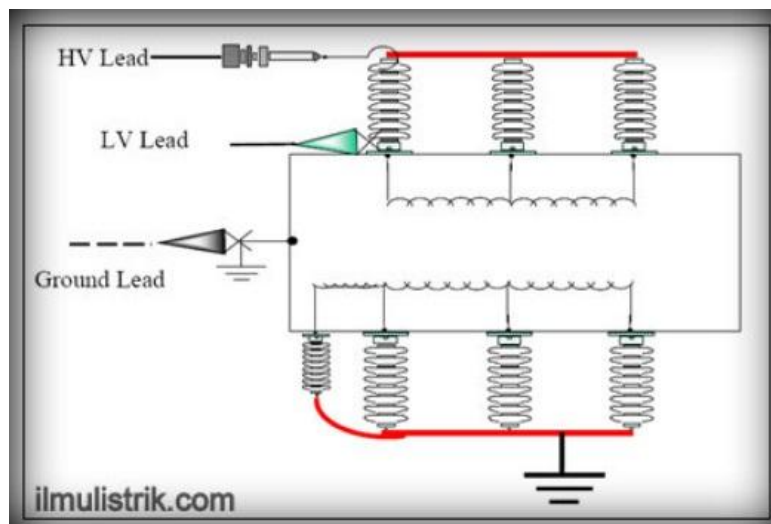
Bushing merupakan sarana penghubung antara belitan dengan jaringan luar. Bushing terdiri dari sebuah konduktor yang di selubungi oleh isolator. Isoaltor tersebut berfungsi sebagai penyekat antara konduktor bushing dengan body main tank transformator. Isolator pada bushing inilah yang diuji dengan pengukuran tangen delta.

Pengukuran tangent delta pada bushing bertujuan untuk mengetahui kondisi isolasi pada C1 (isolasi antara konduktor dan center tap) yang menggambarkan kondisi isolasi kertas bushing, C2 (isolasi antara center tap dengan Ground) yang menggambarkan kondisi isolasi minyak bushing.

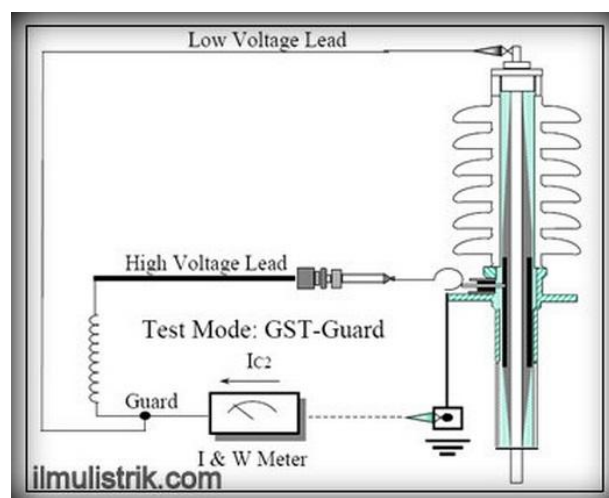


Gambar 3.7 struktur bushing

(C1 adalah isolasi antara tap electrode dengan konduktor, C2 adalah isolasi antara tap electrode dengan ground)



Gambar 3.8 Pengujian tangen delta C1 pada bushing



Gambar 3.9 Diagram pengujian tangen delta C2 pada bushing

3.2.4 Pengukuran Tahanan isolasi Belitan

Pengukuran tahanan isolasi pada belitan bertujuan untuk mengetahui kondisi isolasi antara dua belitan atau antara belitan dan ground. Dengan memberikan sumber arus DC akan didapatkan tahanan isolasi dalam megaohm.

Tahanan isolasi yang di ukur merupakan fungsi dari arus bocor yang menembus isolasi atau arus yang melalui jalur bocor pada permukaan eksternal. Oleh karena itu, hal ini di pengaruhi oleh kotoran yang menempel pada isolasi. Kebocoran arus memang tidak dapat di hindari, tetapi harus memenuhi syarat dan ketentuan yang berlaku.

Hasil pengujian tahanan isolasi dilihat dari nilai tahanan isolasinya itu sendiri dan indeks polarisasi (perbandingan hasilpengujian tahanan isolasi pada menit ke 10 dengan menit ke 1)

Tabel 3.2 Evaluasi dan rekomendasi metoda indeks polarisasi pada pengujian tahanan isolasi

No	Hasil uji	Keterangan	Rekomendasi
1	$\leq 1,0$	Berbahaya	Investigasi
2	1,0 - 1,1	Jelek	Investigasi
3	1,1 - 1,25	Dipertanyakan	Uji kadar minyak, uji tan delta
4	1,25 - 2,0	Baik	-
5	$\geq 2,0$	Sangat baik	-