

## **EVALUASI UNJUK KERJA TRAFO BERPENDINGIN MINYAK BHT03 DI RSG-GAS**

Asep Saepuloh, Koes Indrakoesoema, Yuyut Suraniyanto

### **ABSTRAK**

**EVALUASI UNJUK KERJA TRAFO BERPENDINGIN MINYAK BHT03 DI RSG-GAS.** Pengujian kekentalan minyak menjadi skala prioritas pada perawatan sebuah trafo. Pengujian kadar minyak pada transformator (trafo) berpendingin minyak BHT03 telah dilakukan dimana hasil pengukuran rata-rata 29 kV/2,5 cm yang mengindikasikan bahwa kadar minyak sudah menurun. Setelah dilakukan proses purifikasi, yaitu menghilangkan kadar uap air pada minyak sehingga kekentalannya menjadi seperti semula, kadar minyak trafo diukur melalui tegangan tembusnya dimana setelah melalui 3 (tiga) kali pengukuran menunjukkan rata-rata 87 kV/2,5 cm. Harga ini masih melebihi dari batas yang disyaratkan, yaitu berdasarkan standar dari PT. PLN  $\geq 80$  kV/2,5 cm<sup>[1]</sup>. Dengan hasil tegangan tembus tersebut, minyak trafo yang berfungsi sebagai pendingin belitan trafo dapat mencegah terjadinya hubung singkat dan kinerja trafo sebagai fungsi penurun tegangan 20 kV/400 V di RSG-GAS berjalan dengan baik.

### **ABSTRACT**

**THE PERFORMANCE EVALUATION OF TRANSFORMER OIL TYPE BHT03 AT RSG-GAS.** The examination of oil viscosity must be priority of a transformer maintenances. The examination of oil transformer of oil type BHT03 in RSG-GAS has been done where are measured result the average is 29 kV/2,5 cm in this indication so oil viscosity after down. After done purification which used to elimination water from oil is used to reach the viscosity like before. Degree of oil is measured via the breakdown voltage and after three time measurement, the average is 87 kW/2,5 cm which is much higher then the requirement according standard from PT. PLN  $\geq 80$  kV/2,5 cm<sup>[1]</sup>. Oil transformer to use cooling of winding transformer also used to prevent short circuit and as function of performance of step-down 20 kV/400 V can good connection.

## PENDAHULUAN

Transformator (trafo) di gedung RSG-GAS adalah suatu peralatan listrik statis yang berfungsi untuk mentransformasikan energi listrik yaitu tegangan menengah 20 kV menjadi tegangan rendah 400 Volt. RSG-GAS memiliki tiga unit trafo yaitu trafo BHT 01/02/03 yang terdiri dari dua buah trafo dengan jenis trafo kering (pendingin udara alami) dan satu unit dari jenis trafo berpendingin minyak. Untuk trafo bertipe pendingin udara alamiah (trafo kering) dikategorikan pada trafo bebas perawatan, sedangkan untuk trafo berpendingin minyak diperlukan perlakuan khusus yaitu perawatan secara berkala khususnya pengujian pada minyak trafo yang berfungsi sebagai pendingin belitan trafo dan sekaligus sebagai isolator.

Tujuannya tiada lain agar kondisi minyak pada trafo selalu terpantau sehingga unjuk kerja trafo akan terjaga serta akan didapatkan standar kualitas minyak yang ditetapkan. Kadar minyak yang tidak standar menjadi kurang optimal sebagai pendingin sehingga akan mengakibatkan terjadinya panas pada sisi trafo dan dampak yang paling parah apabila minyak trafo dibiarkan dalam kondisi buruk maka akan terjadi hubung singkat pada trafo, sehingga evaluasi unjuk kerja pada sebuah trafo penting sekali dilakukan.

Adapun metode yang digunakan dalam evaluasi unjuk kerja trafo BHT03 yaitu dengan langkah-langkah yang meliputi <sup>[1]</sup> ;

- Pelepasan kabel-kabel dan pengecekan komponen trafo.
- Pengambilan sampel data pengukuran sebelum dilakukan purifikasi.
- Proses purifikasi oli pendingin pada trafo BHT03.
- Pengambilan sampel data pengukuran setelah dilakukan purifikasi.
- Pengukuran tahanan isolasi kabel.
- Pemasangan dan pengoperasian kembali.

## TEORI

### Komponen trafo

Bagian-bagian (komponen-komponen) terpenting dari trafo berpendingin minyak adalah: inti besi, kumparan/belitan, minyak trafo, *bushing*, *tap changer*, kaca indikator level minyak/gelas penduga, *dehydrating breather/silicagel*.

Inti Besi : dibuat dari lempengan-lempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi rugi-rugi besi (panas) yang ditimbulkan oleh "*Eddy current*".

Kumparan/belitan Trafo : lilitan-lilitan kawat berisolasi akan membentuk suatu kumparan yang diisolasi, baik terhadap inti besi maupun terhadap kumparan lain.

Minyak trafo : sebagian dari jenis trafo tenaga kumparan-kumparan dan intinya direndam dalam minyak trafo karena minyak trafo mempunyai sifat sebagai pemindah panas dan bersifat pula sebagai isolasi.

Bushing : penghubung antar kumparan trafo ke jaringan luar adalah bushing yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator.

Tap changer/perubah tap : alat perubah perbandingan transformasi untuk mendapatkan tegangan operasi sekunder yang diinginkan.

Gelas Penduga : adalah suatu alat indicator yang berfungsi untuk mengetahui tinggi rendahnya permukaan minyak di dalam trafo.

Silicagel : merupakan kristal zat higroskopis. Alat yang mampu mencegah menurunnya nilai tegangan tembus minyak trafo akibat pengaruh udara luar yang lembab.

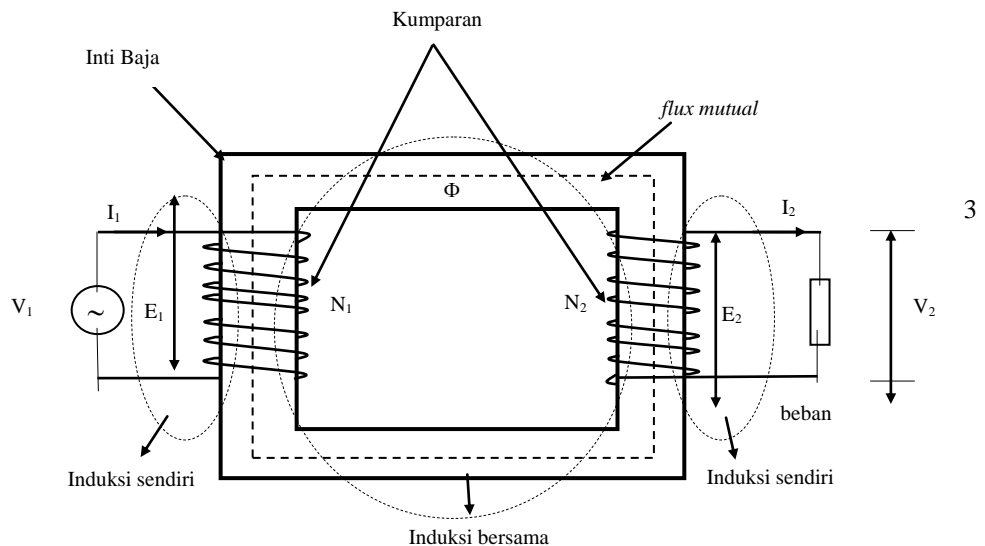
**Prinsip kerja trafo**

Prinsip kerja trafo adalah berdasarkan pada kerja induksi bersama yang terjadi ketika medan magnet di sekitar satu penghantar memotong melintang penghantar yang lain ( $N_1$ ), kemudian menginduksikan tegangan didalamnya ( $E_1$ ). Dari induksi maka pada kumparan ada panas (induksi bersama  $N_1$  dan  $N_2$ ) yang ditimbulkan saat trafo bekerja dan panas tersebut akan didinginkan oleh minyak, adapun minyak tersebut dalam jangka waktu tertentu tingkat *viskositasnya* akan semakin menurun karena adanya akumulasi uap air pada minyak sehingga uap air tersebut harus dihilangkan dengan melakukan kegiatan purifikasi.

Gambar 1 di bawah menunjukkan suatu transformator berbeban dimana saat trafo bekerja maka akan timbul panas karena adanya induksi bersama pada kumparan.

Agar fluks bersama tidak berubah nilainya pada kumparan primer harus mengalir arus  $I_2'$  yang menentang fluks yang dibangkitkan oleh arus beban  $I_2$ , sehingga keseluruhan arus yang mengalir pada kumparan primer menjadi :

$$I_1 = I_o + I_2^1 \dots\dots\dots(1)$$



Gambar 1. Transformator berbeban<sup>[4]</sup>

Pada transformator ideal berlaku rumus :

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

$N_1, N_2$  = Belitan primer dan sekunder

$V_1, V_2$  = Tegangan primer dan sekunder

$I_1, I_2$  = Arus primer dan sekunder

Adapun tipe minyak trafo yang sesuai dengan spesifikasi trafo BHT03 adalah sebagai berikut <sup>[2]</sup>:

- Kapasitas/Frekuensi : 1600 kVA, 3 phasa, 50 Hz
- Tegangan nominal : Primer 20.000 V ; Sekunder 400 V
- Arus nominal : Primer 46.2 A ; Sekunder 2309.4 A
- Teg. hubung singkat : 6 %
- Tipe minyak : ESSO - 80
- Temperatur Operasi : 60° C
- Temperatur belitan : 65° C
- Berat trafo : 3750 Kg
- Berat minyak trafo : 850 Kg

**TATA KERJA**

Untuk mengetahui sejauh mana kemampuan kadar minyak pada trafo berpendingin minyak BHT03 ini, setelah 3 tahun lebih tidak dilakukan maka dalam evaluasi unjuk kerja ini dilakukan tahap kegiatan khususnya dengan menguji kondisi minyak trafo yang hasilnya akan dibandingkan setelah dilakukan purifikasi. Kegiatan tersebut sesuai dengan petunjuk perawatan trafo<sup>[1]</sup> yaitu dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mengisolir BHT03 dengan mematikan MCB BHT03 GT001 QO kemudian memastikan di RKU bahwa telah timbul sinyal alarm.
2. Pastikan bahwa mesin Diesel BRV30 beroperasi.
3. Menghubungkan sakelar pentanahan untuk membuang tegangan sisa dengan menghubungkan antara phasa ke ground.
4. Memeriksa secara visual kondisi trafo ; tingkat korosi, baut-baut penguat, *packing* dan bantalan, tingkat keretakan dan perubahan pada dudukannya.
5. Membersihkan bagian trafo dan ruangnya.
6. Mengukur tahanan isolasi antar belitan trafo sebelum dilakukan sirkulasi.
7. Pengujian minyak trafo dengan alat uji (*Breakdown Voltage*) sebelum dilakukan purifikasi.
8. Pengukuran tahanan isolasi kabel XLPE (*Cross Link Polyethylene*) trafo kubikel sebelum dilakukan purifikasi.
9. Proses sirkulasi (Purifikasi minyak trafo) yang dilakukan selama  $\pm 5$  jam.
10. Pengujian minyak trafo setelah dilakukan purifikasi.
11. Mengukur tahanan isolasi antar belitan trafo setelah dilakukan sirkulasi.
12. Pengukuran tahanan isolasi kabel XLPE (*Cross Link Polyethylene*) trafo kubikel setelah dilakukan purifikasi.
13. Pemasangan kabel dan pengoperasian kembali.
14. Pekerjaan perawatan trafo selesai.



Gambar 2. Pelepasan Kabel Trafo BHT03<sup>[3]</sup>

Pada Gambar 2 di atas dilakukan pekerjaan pelepasan kabel-kabel trafo, selanjutnya dilakukan pengukuran kabel antara phasa dengan phasa, phasa dengan *ground* sebelum dilakukan proses purifikasi.

**Tahap Pengukuran :**

Alat yang digunakan untuk mengetahui tingkat *viskositas* minyak yaitu *Viscosity Meter*, sedangkan alat yang digunakan mengukur tegangan tembus minyak trafo yaitu *Breakdown Voltage*.



Gambar 3. Pengujian sampel minyak menggunakan *Breakdown Voltage*<sup>[3]</sup>

Pada Gambar 3 di atas dilakukan tahap pengujian tegangan tembus minyak dengan mengambil sampel minyak dari trafo, pengujian dilakukan dengan tiga kali pengukuran. Hasil pengujian sampel minyak trafo (lihat tabel 1) jelas menunjukkan adanya penurunan yang cukup signifikan meskipun belum ada dampak membahayakan bagi trafo.

Pada tabel 1 di bawah ini menunjukkan hasil pengukuran tahanan isolasi tiap fasa dengan fasa, dan antara fasa dengan *ground* serta hasil pengukuran tegangan tembus minyak sebelum dilakukan kegiatan purifikasi.

Tabel 1. Hasil pengukuran dan pengujian trafo BHT03

NO	HASIL PENGUKURAN DAN PENGUJIAN	KETERANGAN
1	Tahanan Isolasi antar belitan Trafo ; R dengan S = 200.000 M $\Omega$ S dengan T = 200.000 M $\Omega$ T dengan R = 200.000 M $\Omega$ R dengan ground = 2000 M $\Omega$ S dengan ground = 2000 M $\Omega$ T dengan ground = 2000 M $\Omega$	Belitan trafo sisi primer
	R dengan ground = 1000 M $\Omega$ S dengan ground = 1000 M $\Omega$ T dengan ground = 1000 M $\Omega$ N dengan ground = 1000 M $\Omega$	Belitan trafo sisi sekunder
2	Pengujian sampel minyak trafo ; Pengukuran I = 29 KV/2,5 cm Pengukuran II = 29 KV/2,5 cm Pengukuran III = 29 KV/2,5 cm	Hasil dibawah standar PLN ( $\geq 80$ kV/ 2,5 cm)
3	Pengukuran kabel XLPE ( <i>Cross Link Polyethylene</i> ) ; Pengukuran I = 200.000 M $\Omega$ Pengukuran II = 200.000 M $\Omega$ Pengukuran III = 200.000 M $\Omega$	

Tahap proses purifikasi yaitu melakukan sirkulasi minyak trafo dengan memasang slang-slang pada sisi katup keluaran dan katup masukan pada trafo untuk dihubungkan ke alat *Viscosity Meter*. Selanjutnya mesin tersebut dioperasikan untuk sirkulasi minyak trafo selama  $\pm 5$  jam.

Setelah kegiatan sirkulasi, dilakukan kembali pengujian tegangan tembus minyak trafo dengan tiga kali pengukuran untuk mengevaluasi unjuk kerja trafo pasca sirkulasi minyak trafo yang hasilnya seperti terlihat pada tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Hasil pengukuran setelah dilakukan purifikasi.

NO	HASIL PENGUKURAN DAN PENGUJIAN	KETERANGAN
1	Tahanan Isolasi antar belitan Trafo ; R dengan S = 200.000 MΩ S dengan T = 200.000 MΩ T dengan R = 200.000 MΩ R dengan ground = 2000 MΩ S dengan ground = 2000 MΩ T dengan ground = 2000 MΩ R dengan ground = 1000 MΩ S dengan ground = 1000 MΩ T dengan ground = 1000 MΩ N dengan ground = 1000 MΩ	Belitan trafo sisi primer  Belitan trafo sisi sekunder
2	Pengujian sampel minyak trafo ; Pengukuran I = 76 KV/2,5 cm Pengukuran II = 88 KV/2,5 cm Pengukuran III = 96 KV/2,5 cm	Hasil sesuai standar PLN ( ≥ 80 kV/ 2,5 cm)
3	Pengukuran kabel XLPE ( <i>Cross Link Polyethylene</i> ) ; Pengukuran I = 200.000 MΩ Pengukuran II = 200.000 MΩ Pengukuran III = 200.000 MΩ	

Gambar 4 di bawah adalah alat *Viscosity Meter* yang digunakan untuk melakukan proses sirkulasi dimana sistem operasi alat tersebut dipasok oleh catu daya listrik 220 Volt, proses sirkulasi alat tersebut yaitu dengan menghubungkan sisi katup keluaran dan masukan dari trafo berpendingin minyak.





Gambar 4. *Viscosity Meter* untuk proses purifikasi<sup>[3]</sup>

Gambar 5 di bawah adalah kegiatan pemasangan kembali kabel-kabel trafo setelah dilakukan pengukuran dan pembersihan pada baut-baut terminal kabel.



Gambar 5. Pemasangan kabel setelah dilakukan pengukuran<sup>[3]</sup>

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sesuai dengan standar yang ditetapkan PLN untuk perusahaan minyak, trafo berpendingin minyak dengan kekuatan dielektrik dibawah 60 kV dengan kondisi minyak terpakai adalah  $\geq 80 \text{ kV}/2,5 \text{ cm}$ <sup>[1]</sup>. Hasil pengukuran dan pengujian seperti terlihat pada tabel 2 di atas menunjukkan kondisi tegangan tembus minyak setelah melalui proses purifikasi adalah rata-rata  $87 \text{ kV}/2,5 \text{ cm}$  sehingga menjadi lebih baik dibandingkan sebelumnya yaitu rata-rata hanya mencapai  $29 \text{ kV}/2,5 \text{ cm}$ . Sedangkan pengukuran antar belitan sebelum dan sesudah proses purifikasi adalah sama, yaitu; fasa dengan fasa  $200.000 \text{ M}\Omega$ , fasa dengan *ground* sisi primer  $2000 \text{ M}\Omega$ , serta fasa dengan *ground* sisi sekunder  $1000 \text{ M}\Omega$ .

#### **KESIMPULAN**

Dari hasil evaluasi unjuk kerja trafo berpendingin minyak BHT03 ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Hasil pengukuran tahanan isolasi antar belitan trafo, dan tahanan isolasi kabel XLPE trafo kubikel sebelum dan sesudah dilakukan proses purifikasi minyak adalah sama.

- 2) Hasil pengujian tegangan tembus (*Breakdown voltage*) pada minyak trafo BHT03 hasilnya menjadi lebih baik. dan tingkat *viscositas* (kekentalan) masih memenuhi syarat, sehingga minyak trafo tidak perlu dilakukan penggantian.
- 3) Kondisi fisik trafo (bantalan dan rel, pengkabelan, *packing*, baut-baut terminal) dalam keadaan baik.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Anonymous PRSG, *Prosedur pemeliharaan transformator*.
- [2] Anonymous PRSG, *Name flate transformator BHT 03*.
- [3] Anonymous PRSG, *Dokumen elektronik kegiatan perawatan trafo BHT01/02/03*.
- [4] Zuhail, *Dasar teknik tenaga listrik dan elektronika daya*, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1995.