

PENGARUH KADAR AIR TERHADAP TEGANGAN TEMBUS MINYAK TRANSFORMATOR DISTRIBUSI

Christine Widyastuti¹, Oktaria Handayani², Tasdik Darmana³

1,2,3 Sekolah Tinggi Teknik PLN

Teknik Elektro

E-mail: christinewidyastuti@gmail.com

ABSTRACT

Transformer oil is one of the liquid insulating materials that functions as insulation and cooling in the transformer. Some oil insulation materials must have the ability to withstand penetrating stresses, while as a transformer oil cooler must be able to reduce the heat generated, so that with these two capabilities transformer oil is expected to be able to protect the transformer from interference. Examination of breakdown stress using the IEC 60156-1995 method. For evaluation of oil on the power transformer determines the water content. The feasibility of transformer oil uses breakdown voltage and water content testing as a result of feasibility simulations based on international standards to improve reliability in the treatment of power transformers in the industrial world especially for community service. With greater breakdown voltage, it proves that the oil is still suitable for use. Whereas if the oil water content is higher, it proves that the oil is not suitable for use. Transformer oil, according to the PLN (SPLN) test standards 49-1 / 1992, must have a 30kV / 2.5mm breakdown voltage. In the study of sample A and sample B it has a breakdown voltage of 14kVA and 18kVA. With this, sample A and sample B are not suitable for use.

Keywords: moisture content, transformer oil, breakdown voltage, SPLN 49-1 / 1992

ABSTRAK

Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang berfungsi sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Sebagian bahan isolasi minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, sedangkan sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan, sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak transformator diharapkan mampu melindungi transformator dari gangguan. Pengujian tegangan tembus menggunakan metode IEC 60156-1995. Untuk evaluasi minyak pada transformator daya menentukan kadar air. Kelayakan minyak transformator menggunakan pengujian tegangan tembus dan kadar air sebagai hasil simulasi kelayakan berdasarkan standar internasional untuk meningkatkan kehandalan dalam perawatan transformator daya dalam dunia industri khususnya terhadap pelayanan masyarakat. Dengan tegangan tembus yang semakin besar membuktikan minyak tersebut masih layak pakai. Sedangkan apabila kadar air minyak tersebut semakin tinggi membuktikan minyak tersebut sudah tidak layak pakai. Minyak transformator, sesuai standar uji PLN (SPLN) 49-1/1992 harus memiliki tegangan tembus 30kV/2,5mm. Dalam penelitian dari sampel A dan sampel B memiliki tegangan tembus sebesar 14kVA dan 18kVA. Dengan ini, sampel A dan sampel B tidak layak pakai.

Kata kunci: kadar air, minyak trafo, tegangan tembus, SPLN 49-1/1992

1. PENDAHULUAN

Berbagai permasalahan dalam hal menjaga kontinuitas pasokan listrik juga terjadi di PT PLN (Persero) Distribusi Banten Area Banten Utara Rayon Cilegon. Salah satu faktor yang menyebabkan menurunnya mutu dan ketersediaan pelayanan daya listrik adalah gangguan terhadap minyak transformator, yaitu penyebabnya bisa dari beban transformator yang tinggi, lama pemakaian dari transformator dan adanya kadar air yang tinggi pada transformator.

Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang berfungsi sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Sebagian bahan isolasi minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, sedangkan sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan, sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak transformator diharapkan mampu melindungi transformator dari gangguan.

Semakin kecilnya tegangan tembus pada minyak transformator membuktikan bahwa minyak transformator mengalami gangguan dan harus di treatment atau diganti minyak tersebut. Selain tegangan tembus, kadar air yang terkandung dalam minyak transformator besar juga dapat merusak transformator tersebut. Oleh karena itu, akan dibahas pengaruh kadar air terhadap tegangan tembus minyak trafo agar menyesuaikan dengan standar, yaitu standar SPLN No.49/1982/Unit KV/2,5mm dan dengan metode IEC 158 & 296 yaitu minimal 50KV/2,5mm.

Transformator merupakan peralatan statis dimana rangkaian dan belitan yang terdiri dari dua atau lebih belitan, secara induksi elektromagnetik, mentransformasikan daya (arus dan tegangan) sistem AC ke sistem arus dan tegangan lain pada frekuensi yang sama. Bagian – bagian dari transformator adalah :

- a. Inti besi
- b. Belitan
- c. Bushing
- d. Konservator
- e. Pendingin
- f. Indikator
- g. Tap Changer
- h. NGR
- i. Proteksi Transformator

Sebagian besar kumparan-kumparan dan inti transformator tenaga direndam dalam minyak transformator, terutama transformator-transformator tenaga yang berkapasitas besar, karena minyak transformator mempunyai sifat sebagai isolasi dan media pemindah, sehingga minyak transformator tersebut sebagai media pendingin dan isolasi. Transformator umumnya diisi minyak sebagai bahan isolasi antara kumparan dan kumparan dengan kaki. Transformator tenaga umumnya dilengkapi dengan sistem pendingin, yang dimaksudkan supaya transformator dapat bekerja sesuai rating yang tertera pada spesifikasinya. Apabila pada transformator tersebut mengalami panas yang berlebihan maka sistem pendingin yang ada pada transformator tersebut sangatlah penting untuk menjaga kerja transformator tersebut. Sistem pendingin menempati posisi yang cukup penting bila dikaitkan dengan umur transformator tersebut. Sistem pendingin menempati posisi yang cukup penting bila dikaitkan dengan umur transformator tersebut

Sebagai bahan isolasi minyak transformator memiliki beberapa kekentalan, hal ini sebagaimana dijelaskan dalam SPLN (49-1:1980). Adapun persyaratan yang harus dipenuhi oleh minyak transformator salah satunya adalah tegangan tembus dan kandungan air di dalam minyak tersebut harus sesuai dengan standar yang digunakan. Di dalam penelitian ini akan di ambil beberapa sampel minyak trafo dari PT PLN (Persero) Distribusi Banten Area Banten Utara Rayon

Cilegon. Sample yang telah di ambil diujikan di Laboratorium Kimia STT – PLN, untuk diujikan nilai massa jenis, tegangan tembus dan kadar airnya dari sample yang belum digunakan sampai yang sudah bertahun-tahun digunakan. Setelah itu baru kita bandingkan dari masing-masing sampel tersebut manakah yang masih baik untuk digunakan dan mana yang sebaiknya diganti.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Pengukuran Average Breakdown Voltage

Uji tegangan tahanan minyak transformator dengan mengaplikasikan tegangan pada sample minyak. Pengujian tegangan tembus tujuannya adalah untuk mengetahui nilai tegangan tembus dari minyak, ketika nilai tahanan tembus dibawah dari standar maka diperlukan pemeliharaan pada minyak transformer.



Gambar 1. BAUR Tipe DPA 75C

2.2. Pengujian Minyak Transformator Dengan Baur Dpa 75c

Uji tegangan kerusakan dengan BAUR DPA 75C digunakan untuk mengevaluasi tingkat pengotor dalam cairan isolasi karena partikel asing dan air. Pada saat pengujian kita memilih standardised measurement. Pada menu ini akan menampilkan banyak standar pengukuran dalam minyak transformator. Dalam standardised measurement, dipilih menggunakan metode IEC 60156-1995. Karena dengan menggunakan metode ini dapat menunjukkan adanya kontaminan seperti air dan zat padat yang tersuspensi, dan kelayakan melakukan pengeringan dan penyaringan.



Gambar 2. Camber Sebagai Wadah Minyak Transformator Di BAUR DPA 75C

2.3. Metode Pengukuran Massa Jenis

Pengukuran massa jenis pada minyak trafo, berfungsi supaya mengetahui perbedaan massa jenis dari setiap sample minyak trafo yang akan di uji. Dalam pengukuran massa jenis, terlebih dahulu menghitung massa piknometer 51,151ml yang dalam keadaan kosong dengan menggunakan neraca analitik.

Rumus yang digunakan dalam menghitung massa jenis minyak trafo adalah :

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{v} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

ρ = Massa jenis minyak transformator (*gram/cm³*)

m_1 = massa piknometer tanpa minyak transformator (gram)

m_2 = massa piknometer dengan minyak transformator (gram)

v = volume minyak transformator di piknometer ()

2.4. Metode Pengukuran Kadar Air

Dalam pengukuran metode kadar air ini berfungsi untuk mengetahui seberapa banyak kadar air yang berada dalam minyak trafo. Minyak transformator dipanaskan terlebih dahulu dengan tujuan untuk mengetahui kadar air yang terdapat dalam minyak transformator yang diuji.

Adapun rumus yang digunakan dalam pengujian kadar air dalam minyak transformator ini ialah :

$$\text{kadar air}(\%) = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 - m} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

m = massa botol timang yang sebelum berisi minyak transformator (gram)

m_1 = massa botol timang yang berisi minyak transformator (gram)

m_2 = massa botol timang yang berisi minyak transformator setelah di panaskan (gram)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Tegangan Tembus Pada Minyak Transformator

Pengujian tegangan tembus pada minyak transformator dapat dideteksi dengan menggunakan alat BAUR tipe DPA 75C oleh Laboratorium Kimia di STT-PLN Jakarta.



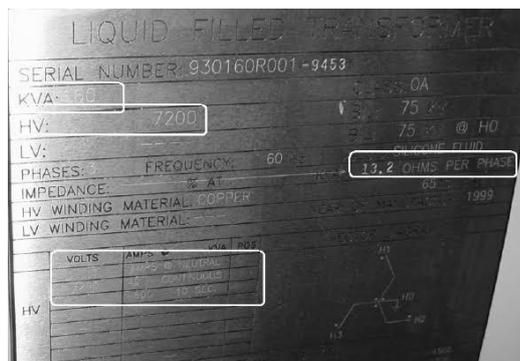
Gambar 3. Sampel Minyak Trafo 1



Gambar 4. Nameplate sampel Minyak Trafo 1



Gambar 5. Sampel Minyak Trafo B



Gambar 6. Nameplate Sampel Minyak Transformator B



Gambar 7. Sampel Minyak Transformator C

Tabel 1. Data Massa jenis

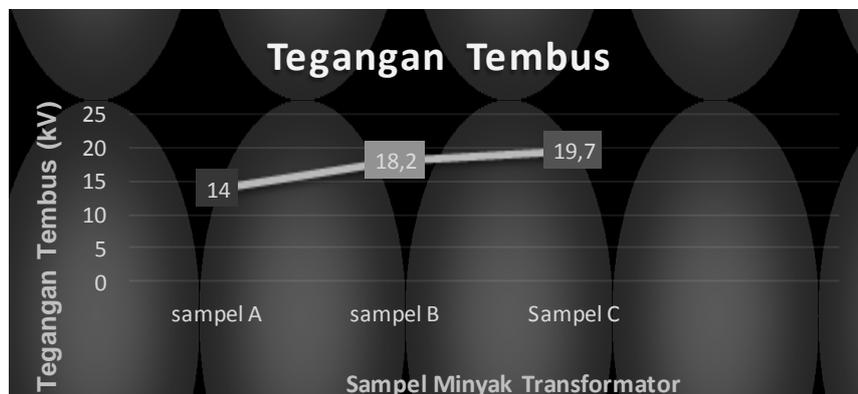
Jenis Minyak	M1	M2	V	Massa Jenis
Sampel A	31,2147 gram	37,9093 gram	51,151 cm3	0,1 gram
Sampel B	31,2147 gram	73,3746 gram	51,151 cm3	0,8 gram
Sampel C	31,2147 gram	75,3777 gram	51,151 cm3	0,9 gram

Tabel 2. Data Kadar Air

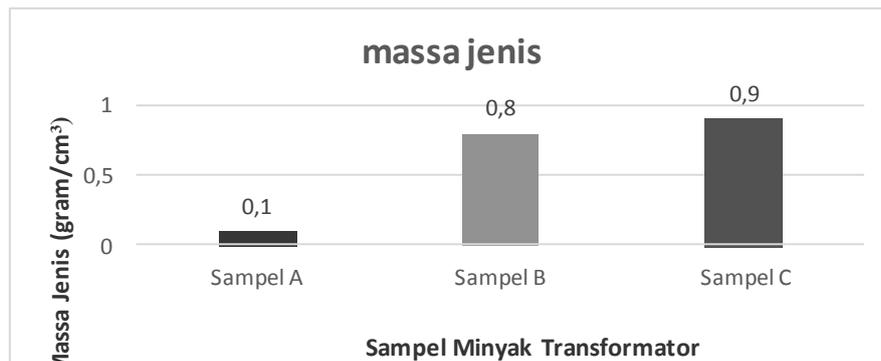
Jenis Minyak	M	M1	M2	Kadar Air
Sampel A	44,92 gram	125,8100 gram	125,7803 gram	0,0367 %
Sampel B	40,4858 gram	120,8128 gram	120,7855 gram	0,0399%
Sampel C	46,8205 gram	131,0201 gram	130,9951 gram	0,0297 %

Tabel 3. Nilai Tegangan Tembus Minyak Transformator

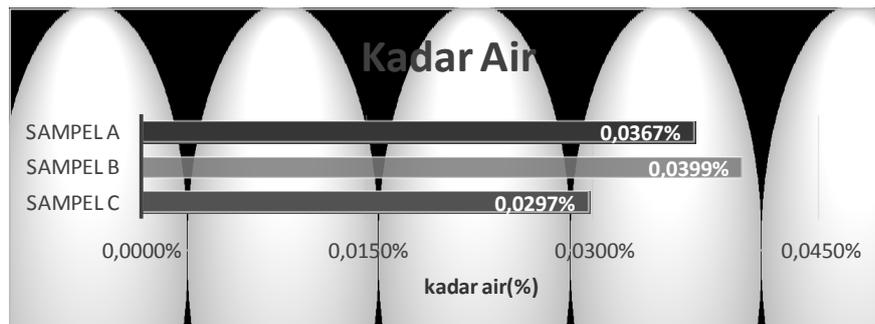
Percobaan	Sampel A	Sampel B	Sampel C
1	13,8 kV	16,0 kV	16,0 kV
2	13,8 kV	12,3 kV	17,5 kV
3	14,8 kV	18,8 kV	24,7 kV
4	15,2 kV	19,2 kV	15,6 kV
5	12,7 kV	20,7 kV	22,1 kV
6	13,4 kV	22,3 kV	23,9 kV
Rata-rata	14,0 kV	18,2 kV	19,7 kV



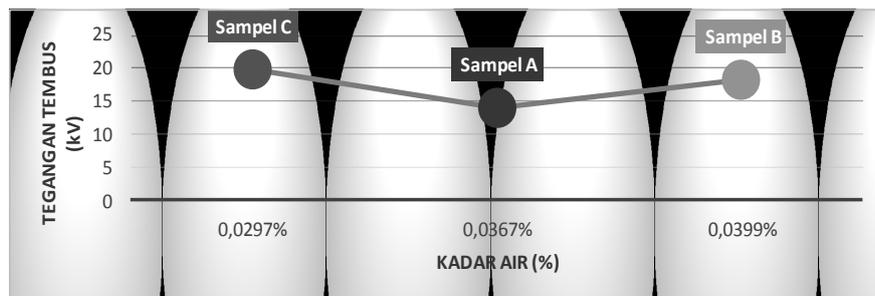
Gambar 8. Perbandingan Tegangan Tembus Dari Minyak Transformator



Gambar 9. Perbandingan Massa Jenis Dari Minyak Transformator



Gambar 10. Perbandingan Kadar Air Dalam Minyak Transformator



Gambar 11. Grafik Perbandingan Minyak Transformator

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang didapat tegangan tembus sampel A, B, C adalah 14,0 kV; 18,2 kV; 19,7 kV sedangkan kadar airnya adalah 0,0367% ; 0,0399% ; 0,0297%. Dan membuktikan bahwa kadar air berbanding terbalik dengan tegangan tembus.

Hasil pengujian yang didapat massa jenis sampel A, B, C adalah 0,1 gram/cm³ ; 0,8 gram/cm³ ; 0,9 gram/cm³.

Semakin besar maka semakin bagus minyak transformator tersebut. Hasil pengujian kadar air dari sampel A, B, dan C adalah 0,0367 % ; 0,0399 % dan 0,0297 % membuktikan bahwa semakin besar (Sampel B) maka semakin buruk minyak transformator tersebut, dan sampel A dan sampel B sudah tidak layak pakai karena dibawah (SPLN) 49-1/1992 yang besarnya 30kV.

4.2. Saran

Apabila minyak transformator mengalami penurunan kualitas, cara mengatasinya adalah dengan treatment transformator, penggantian minyak transformator, dan apabila minyak transformator terkena air hujan maka harus dimutasi (diganti) transformator

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Teknik PLN yang dalam hal ini telah mendukung proses penelitian kami dalam hal dana dan kepada Laboratorium Kimia STT – PLN yang telah membantu kami dalam proses penelitian dalam hal ini bantuan tempat untuk penelitian, dan kami mengucapkan terima kasih kepada pihak PT PLN (Persero) Distribusi Banten Area Banten Utara Rayon Cilegon yang telah memberikan kesempatan bagi kami untuk mengambil sampel minyak transformator.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kadir, Abdul, 1991, Transformator, Edisi Kedua, Jakarta, Pradnya Paramita.
- [2] Marsudi, Djiteng, 2006, Operasi Sistem Tenaga Listrik, Jakarta, Graha Ilmu.
- [3] Standar Perusahaan Umum Listrik Negara, SPLN 49-1:1982, Minyak Isolasi Bagian 2 : Pedoman Penerapan Spesifikasi dan Pemeliharaan Minyak Isolasi, Jakarta, PT. PLN Persero
- [4] PT. PLN Persero, 2014, Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga, Nomor: PDM/PGI /01, Jakarta.