

Purified Oil Machine Sebagai Alat Untuk *Maintenance* Minyak Trafo

Togar Timoteus Gultom¹, Suhelmi²

¹ Universitas Prima Indonesia

Jl. Belanga No.1 Sei Putih Medan

² STTI Immanuel

Jl. Gatot Suroto No.325 Medan

e-mail: timoteustogar@gmail.com

Abstrak— Penelitian ini membahas penggunaan *Purified Oil Machine* sebagai alat untuk perawatan dan pemeliharaan oil trafo tegangan tinggi. Pemakaian suatu transformator distribusi yang memakan waktu akan menurunkan kinerja suatu transformator, hal ini juga akan menurunkan tegangan tembus (*dielectric strength*) transformator tersebut, sehingga tidak optimalnya pasuplay listrik ke suatu jaringan industri. Dengan menggunakan *Purified Oil Machine* ini hal tersebut bisa diatasi. *Purified Oil Machine* yaitu suatu alat yang digunakan untuk mengoptimalkan pemakaian transformator distribusi. Alat ini digunakan untuk menaikkan tegangan tembus (*dielectric strength*) suatu transformator sehingga kinerja dan masa operasi suatu transformator distribusi bisa lebih lama dan bagus serta untuk mengoptimalkan dan meminimalisasi biaya operasional suatu perusahaan. Berdasarkan hasil analisa percobaan yang diambil dalam penulisan ini terlihat terjadinya peningkatan tegangan tembus oil transformator sebelum dipurifier dari 36,10 KV / 2,5 mm menjadi 67,16 KV / 2,5 mm setelah dipurifier.

Kata kunci : Purifier, *Oil Machine*, *Maintenance*, Minyak Trafo

Abstract— *This study discusses the use of the Purified Oil Machine as a tool for maintenance and maintenance of high voltage transformer oil. The use of a distribution transformer that takes time will reduce a transformer, this will also reduce the breakdown voltage (dielectric strength) of the transformer so that electricity is not optimal for an industrial network. By using this Purified Oil Machine this problem can be overcome. A purified Oil Machine is a tool used to optimize the use of distribution transformers. This tool is used to increase the breakdown voltage (dielectric strength) of a transformer so that the performance and operating life of a distribution transformer can be longer and better and to optimize and minimize the operating costs of a company. Based on the experiments taken in this paper, it can be seen that there is an increase in the breakdown voltage of transformer oil before being purified from 36.10 kV / 2.5 mm to 67.16 kV / 2.5 mm after being purified.*

Keywords : Purifier, Machine Oil, Maintenance, Transformer Oil

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini berdasarkan sistem kelistrikan sering terjadi permasalahan, hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, salah satu faktor yang sangat mempengaruhi yaitu dalam mengoperasikan dan memelihara peralatan – peralatan yang terdapat di dalam sistem tersebut. Untuk mencapai efektifnya suatu sistem tersebut tergantung dari siapa dan bagaimana cara mengoperasikan serta pemeliharaannya. Yang dimaksud dengan operasi dan pemeliharaan ialah suatu metode untuk mempertahankan tingkat pelayanan dengan mencegah terhentinya penyediaan tenaga listrik, serta mempertahankan kinerja sistem tenaga sesuai dengan ketentuan.

Transformator distribusi sebagai salah satu unsur penting dari sistem kelistrikan, pengoperasian dan pemeliharaannya juga harus sangat diperhatikan. Dimana fungsi dari transformator distribusi banyak

digunakan oleh para pelaku industri baik dari skala menengah sampai dengan besar. Trafo distribusi digunakan untuk mensuplay tenaga agar unit – unit produksi atau peralatan kerja di pabrik bisa bekerja dengan baik dan secara optimal sehingga target jumlah hasil produksi yang diinginkan oleh pemilik industri dapat tercapai. Maka untuk itu diperlukanlah sumber tenaga dalam hal ini trafo yang sangat baik dan dalam kondisi optimal agar pekerjaan lancar. Oleh karena itu perawatan dan pemeliharaan transformator yang baik sangat mutlak diperlukan agar perusahaan tidak mengalami kegagalan produksi serta kerusakan alat – alat kerja yang disebabkan oleh pasokan tenaga yang tidak stabil atau bermasalah.

II. STUDI PUSTAKA

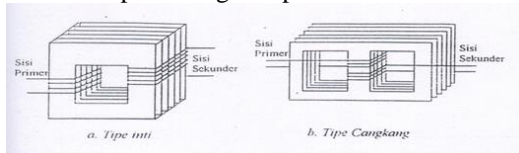
Transformator merupakan suatu alat listrik yang memindahkan dan mengubah energi listrik dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan

prinsip induksi elektromagnet, transformator dapat digunakan secara luas baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaannya dalam sistem tenaga memungkinkan dipilihnya tegangan yang sesuai dan ekonomis untuk tiap – tiap keperluan, misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh.

Dalam bidang elektronika, transformator digunakan antara lain sebagai gandengan impedansi antara sumber dan beban, untuk memisahkan rangkaian dari rangkaian yang lain, untuk menghambat arus searah sambil tetap melakukan arus bolak – balik antara rangkaian.

Kerja transformator yang berdasarkan induksi elektromagnet menghendaki adanya gandengan magnet antara rangkaian primer dan rangkaian sekunder. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluksi bersama.

Berdasarkan cara melilitkan kumparan pada inti dikenal dua macam konstruksi inti transformator, yaitu tipe inti dan tipe cangkang. Bagian Studi Pustaka merupakan bagian optional.



Gambar 1. Konstruksi Inti Transformator

Transformator terdiri dari dua gulungan kawat yang terpisah satu sama lain yang dibelitkan pada inti yang sama. Daya listrik dipindahkan dari kumparan primer ke kumparan sekunder dengan perantaraan garis gaya magnet (fluksi magnet) yang dibangkitkan oleh aliran listrik yang mengalir melalui kumparan primer.

Untuk dapat membangkitkan tenaga listrik pada kumparan sekunder, fluksi magnet yang dibangkitkan oleh kumparan primer harus berubah – ubah, untuk memenuhi hal ini aliran listrik mengalir melalui kumparan primer haruslah aliran listrik yang bolak – balik (AC).

Saat kumparan primer dihubungkan ke sumber listrik AC, pada kumparan primer timbul gaya gerak magnet (ggm) bersama yang bolak balik juga. Dengan adanya ggm ini, disekitar kumparan primer timbul fluksi magnet bersama yang juga bolak – balik. Adanya fluksi magnet bersama ini pada ujung – ujung kumparan sekunder timbul gaya gerak listrik induksi sekunder yang mungkin sama, lebih tinggi atau lebih rendah dari gaya gerak listrik primer. Hal ini tergantung pada perbandingan transformasi kumparan transformator. Jika kumparan sekunder dihubungkan ke beban, maka pada kumparan sekunder timbul arus listrik bolak – balik sekunder akibat adanya ggl induksi sekunder. Hal ini menimbulkan ggm pada kumparan sekunder

akibatnya pada beban sekunder timbul tegangan sekunder.

Kombinasi antara ggm induksi sekunder dan ggm induksi primer disebut induksi silang atau mutual induction (induksi bersama). Kerja transformator yang berdasarkan induksi elektromagnetik menghendaki adanya gandengan magnet antara rangkaian primer dan sekunder. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks bersama.

Besarnya tegangan yang timbul dapat dinyatakan dengan :

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Di mana :

E_1 = Tegangan primer (volt)

E_2 = Tegangan sekunder (volt)

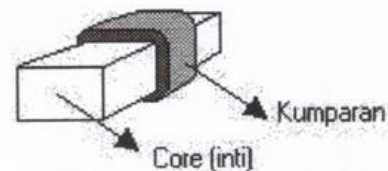
N_1 = Jumlah lilitan kumparan primer (kump)

N_2 = Jumlah lilitan kumparan sekunder (kump)

A. Konstruksi dan Prinsip Kerja Transformator

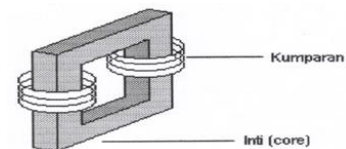
Berdasarkan cara pelilitan kumparan pada inti transformator maka dikenal tiga macam transformator, yaitu :

a. Open Core (Inti Terbuka)



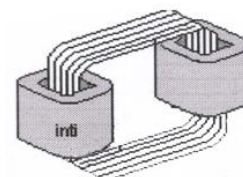
Gambar 2. Penampang Transformator Inti Terbuka

b. Closed Core (Inti Tertutup)



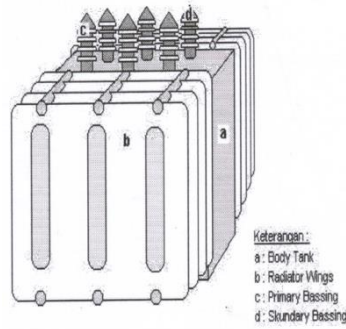
Gambar 3. Penampang Transformator Inti Tertutup

c. Shell Core (Inti Berbentuk Cangkang)



Gambar 4. Penampang Transformator Inti berbentuk Cangkang

d. Kosntruksi Transformator Distribusi



Gambar 5. Pandangan Luar Transformator Distribusi

Tabel 1. Tipe Pendingin Transformator dan Media Isolasinya

No	Tipe Pendingin Transformator	Media			
		Di dalam Trafo		Di luar Trafo	
		Sirkulasi Alamiah	Sirkulasi Paksa	Sirkulasi Paksa	Sirkulasi Alamiah
1	AN	-	-	Udara	-
2	AF	-	-	-	Udara
3	ONAN	Minyak	-	Udara	-
4	ONAF	Minyak	-	-	Udara
5	OFAN	-	Minyak	Udara	-
6	OFAF	-	Minyak	-	Udara
7	OFWF	-	Minyak	-	air
8	ONAN/ONAF	Kombinasi 3 dan 4			
9	ONAN/OFAN	Kombinasi 3 dan 5			
10	ONAN/OFAF	Kombinasi 3 dan 6			
11	ONAN/OFWF	Kombinasi 3 dan 7			

B. Prinsip Kerja Transformator

Kumparan primer dihubungkan ke sumber tegangan bolak – balik maka kumparan primer mengalir arus bolak – balik dan menimbulkan medan magnet yang berubah – ubah terhadap waktu.

$$\phi = \phi_{maks} \cdot \sin \omega t$$

Dengan adanya fluksi ini, maka akan menghasilkan tegangan induksi E_1 :

$$= -N_1 \cdot d\phi / dt$$

$$E_1 = -N_1 \cdot d(\phi_{maks} \cdot \sin \omega t) / dt$$

$$= -N_1 \cdot \omega \cdot \phi \cdot \cos \omega t$$

Harga efektifnya adalah :

$$E_1 = 4,44 \cdot N_1 \cdot f \cdot \phi$$

Kemudian medan magnet mengalir melalui inti trafo ke kumparan sekunder. Kumparan sekunder melingkupi medan magnet tersebut sehingga timbul tegangan induksi $E_2 = 4,44 \cdot N_2 \cdot f \cdot \phi$

III. METODE

A. Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam waktu 6 bulan. Penelitian ini di laksanakan di PT. Bina Utama Mandiri Medan.

B. Alat dan Bahan

1. Minyak transformator.
2. Oil Drum.
3. Dielectric Strength.
4. Water Content/Moisture.
5. Tota Acid Number.
6. Color test.
7. Purified Oil Machine Set.
8. Pipa.
9. Alat tes oil Hipotronics.
10. Tabung Sample Oil Trafo.
11. Safety tools.
12. Tool box.

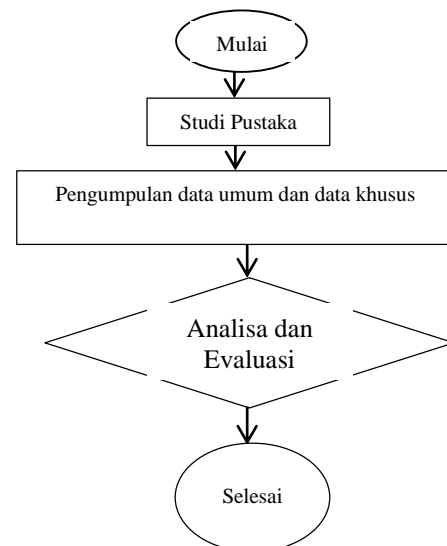
C. Prosedur Penelitian

1. Pengujian Tes Oil
2. Pengambilan sampel dan pengujian tegangan tembus oil.
3. Konstruksi Purified Oil Machine.

D. Metode Pengolahan Data

Data tegangan oil transformator tidak melebihi dari 50 KV/2.5 mm, maka diperlukan penggantian oil transformator demi kestabilan operasi dan kerja transformator. Sebelum dipurifier yaitu 36,10 KV / 2,5 mm sedangkan setelah dipurifier meningkat menjadi 67,16 KV / 2,5 mm.

E. Bagan Alir Penelitian



Gambar 6. Bagan Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penanggulangan Minyak di Bawah Standart

Untuk menjaga stabilitas operasi dari transformator maka diperlukan proses pemurnian kembali minyak yang sudah terkontaminasi dengan cara *purifying* (pemurnian) dari minyak tersebut secara berkala. Proses pemurnian tersebut dilakukan dengan menggunakan *Purified Oil Machine*. Metode pengolahan merupakan kombinasi antara penyaringan, pemanasan serta pemvakuman dengan sistem sirkulasi antara mesin purifier dengan transformator dalam jangka waktu yang ditentukan berdasarkan total *oil* pada tangki transformator. Hal ini dilakukan untuk menaikkan tahanan isolasi minyak dan menghindari terjadinya *short circuit* (hubung singkat) di dalam transformator dan memfungsikan sebagaimana mestinya oil sebagai isolasi dan pendingin.

B. Analisa Besar Tahanan Minyak Sebelum dan Sesudah di Purifier

Untuk mengukur besarnya isolasi pada tegangan tinggi (transformator) maka digunakan suatu alat khusus yaitu *Megger High Voltage Insulation Tester*. Alat ini sudah dirancang khusus agar mampu mengukur besarnya beban tahanan yang bisa dihasilkan suatu alat pensuplay listrik.



Gambar 7. Megger Kyoritsu Model 3122

Hasil Test Megger Sebelum *Purifying* :

$A_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2$	= 7.100 M
$B_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2$	= 7.000 M
$C_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2$	= 7.000 M
$A_1, B_1, C_1 \text{ ---- } N$	= 7.000 M
$A_1, B_1, C_1 \text{ ---- } 0$	= 7.100 M
$a_2, b_2, c_2 \text{ ---- } N$	= 7.000 M
$a_2, b_2, c_2 \text{ ---- } 0$	= 7.000 M

Hasil Test Megger Setelah *Purifying* :

$A_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2$	= 10.100 M
$B_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2$	= 10.000 M
$C_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2$	= 10.000 M
$A_1, B_1, C_1 \text{ ---- } N$	= 10.000 M
$A_1, B_1, C_1 \text{ ---- } 0$	= 10.500 M
$a_2, b_2, c_2 \text{ ---- } N$	= 10.000 M
$a_2, b_2, c_2 \text{ ---- } 0$	= 10.100 M

Maka bisa kita hitung terjadi peningkatan besar tahanan / isolasi setelah minyak transformator di purifier, yaitu dengan data sebagai berikut :

$A_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2 = 7.100 \text{ M}\Omega$	sebelum purifier
$A_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2 = 10.100 \text{ M}\Omega$	setelah purifier
Maka peningkatannya $10.100 \text{ M}\Omega - 7.100 \text{ M}\Omega = 3.000 \text{ M}\Omega$	
$B_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2 = 7.000 \text{ M}\Omega$	sebelum purifier
$B_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2 = 10.000 \text{ M}\Omega$	setelah purifier
Maka peningkatannya $10.000 \text{ M}\Omega - 7.000 \text{ M}\Omega = 3.000 \text{ M}\Omega$	
$C_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2 = 7.000 \text{ M}$	sebelum purifier
$C_1 \text{ ---- } a_2, b_2, c_2 = 10.000 \text{ M}$	setelah purifier
Maka peningkatannya $10.000 \text{ M} - 7.000 \text{ M} = 3.000 \text{ M}$	
$A_1, B_1, C_1 \text{ ---- } N = 7.000 \text{ M}$	sebelum purifier
$A_1, B_1, C_1 \text{ ---- } N = 10.000 \text{ M}$	setelah purifier
Maka peningkatannya $10.000 \text{ M} - 7.000 \text{ M} = 3.000 \text{ M}$	
$A_1, B_1, C_1 \text{ ---- } 0 = 7.100 \text{ M}$	
$A_1, B_1, C_1 \text{ ---- } 0 = 10.500 \text{ M}$	
Maka peningkatannya $10.500 \text{ M} - 7.100 \text{ M} = 3.400 \text{ M}$	
$a_2, b_2, c_2 \text{ ---- } N = 7.000 \text{ M}$	
$a_2, b_2, c_2 \text{ ---- } N = 10.000 \text{ M}$	
Maka peningkatannya $10.000 \text{ M} - 7.000 \text{ M} = 3.000 \text{ M}$	
$a_2, b_2, c_2 \text{ ---- } 0 = 7.000 \text{ M}$	
$a_2, b_2, c_2 \text{ ---- } 0 = 10.100 \text{ M}$	
Maka peningkatannya $10.100 \text{ M} - 7.000 \text{ M} = 3.100 \text{ M}$	

Dengan perincian hasil pengujian sesudah *purifying* yaitu sebagai berikut :

Tenggang waktu / tahap Pengujian +/- 5 , 2 , 2 , 2 , 2 , 2 menit	
Tahap I	: 60,68 KV / 2,5 mm
Tahap II	: 60,40 KV / 2,5 mm
Tahap III	: 70,06 KV / 2,5 mm
Tahap IV	: 70,98 KV / 2,5 mm
Tahap V	: 73,68 KV / 2,5 mm

Dari Hasil Pengujian Tegangan Tembus melalui 5 (lima) tahap tersebut maka dapat kita ambil nilai Tegangan Tembus (Dielectric Strength) rata – rata yaitu :

$$TT \text{ rata – rata} = \frac{TI + TII + TIII + TIV + TV}{5} = 67,16 \text{ KV} / 2,5 \text{ mm}$$

V. KESIMPULAN

1. Setelah beberapa kali proses purifier dilakukan, apabila tegangan tembus *oil* transformator tidak melebihi atau lebih besar dari 50 KV / 2,5 mm, maka diperlukan penggantian oil transformator demi kestabilan operasi dan kerja dari suatu transformator.
2. Hasil pengujian kualitas *oil* transformator tidak lepas dari sifat – sifat listrik yang dimilikinya yaitu : permitivitas, resistivitas, faktor dissipasi

daya dan kekuatan dielektrik, dapat kita lihat besarnya tegangan tembus oil transformator sebelum dipurifier yaitu 36,10 KV / 2,5 mm sedangkan setelah dipurifier meningkat menjadi 67,16 KV / 2,5 mm (data terlampir).

3. Pengujian *oil* transformator dilakukan dengan menggunakan berbagai macam elektroda, ada 3 jenis elektroda yang sering digunakan dalam percobaan yaitu Elektroda baja yang ringan dan kecil (berdiameter 10 mm), Elektroda kuningan-*Bruce* profil dengan luas daerah yang datar dan Elektroda baja selinderis koaksial dengan jarak celah dalam rentang yang lebar untuk mengetahui lebih rinci tentang kegagalan minyak transformator dalam kondisi tertekan, medan seragam maupun tak seragam. Jenis elektroda yang terdapat pada alat tes *Hpotronics* yaitu elektroda kuningan – *Bruce* dengan jarak celah 2,5 mm.
4. Keandalan transformator selama masa operasi, sangat ditentukan oleh cara pemeliharaannya, sehingga jadwal waktu pemeliharaan perlu dikaji lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bonggas L. Tobing, Peralatan Tegangan Tinggi, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2003.
- [2] Danikas M.G, Breakdown of Transformer Oil, IEEE Electrical Insulation Magazines Vol.6 No.5, September/October 1990.
- [3] PT. Bina Utama Mandiri, Buku Panduan Perawatan Oil Transformator, Medan, 2004
- [4] P.T. Bambang Djaya, Metode Pengujian Transformator Distribusi, P.T. Bambang Djaya, Surabaya, 1995.
- [5] Prof. Ir. Abdul Kadir, Transformator, PT Elekmedia Komputindo, 1989.
- [6] SPLN 17 : 1979, Pedoman Pembebanan Transformator Terendam Minyak, Jakarta, 1979.
- [7] SPLN 49 - 1: 1982 & IEC 269 (unit KV / 2,5 mm).
- [8] William D. Lopper, Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran, Erlangga Mesin dan Rangkaian Listrik, Erlangga.
- [9] Zuhail, Dasar Tenaga Listrik, ITB, 1982.