

STUDI PROSES PURIFIKASI DAN REKONSILIASI MINYAK TRANSFORMATOR DENGAN PENAMBAHAN SENYAWA FENOL PADA PT. PLN (PERSERO) UPT BANDA ACEH UIP3B SUMATERA

Fandy Pramudya¹, Fauzan², Subhan³

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: fandypramudya63@gmail.com, email_ozan.pnl@yahoo.com, email_subhan_elektropln@yahoo.com

Abstrak—Kegagalan kerja transformator sering kali terjadi, dan paling banyak disebabkan oleh kontaminasi zat - zat pengotor yang menyebabkan kekentalan minyak trafo bertambah. Minyak yang memiliki kualitas buruk karena kekuatan dielektriknya menurun biasanya akan dibuang dan hal ini dapat berdampak buruk pada lingkungan dan pemborosan dikarenakan minyak isolasi berasal dari minyak bumi yang sewaktu - waktu akan berkurang jumlahnya, sedangkan minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat di perbaharui. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pemurnian untuk memperbaiki kualitas minyak trafo sesuai standar yang diharapkan. Kegagalan transformator juga menghasilkan gas berbahaya yang biasa disebut fault gas. Mengidentifikasi jenis dan jumlah konsentrasi gas yang terlarut pada minyak dapat memberikan informasi akan adanya indikasi kegagalan pada transformator. Metode yang digunakan untuk menganalisa gas tersebut disebut DGA (Dissolved Gas Analysis). Pada proposal ini penulis mencoba untuk menganalisis pengembalian kekuatan dielektrik minyak trafo yang sudah terpakai dengan cara dipurifikasi menggunakan senyawa fenol, dengan mencoba melakukan pengukuran tegangan tembus sebelum dan sesudah di purifikasi. Fenol mengandung asam yang bisa menarik partikel kotoran didalam minyak trafo yang mengakibatkan menurunnya kekuatan tahanan tegangan tembus. Dari hasil pengujian pada PT. PLN (Persero) UPT Banda Aceh UIP3B Sumatera dapat dilihat, pada minyak sebelum dilakukannya purifikasi memiliki tegangan tembus 52.5 KV dan Pengujian DGA dengan nilai 5672 TDCG, angka masih dalam batas standar untuk tegangan tembus, namun untuk standar TDCG sudah pada posisi 4, dimana posisi ini menunjukkan adanya kerusakan pada isolator kertas dan kerusakan minyak yang semakin meluas hal ini yang menyebabkan warna minyak semakin keruh dan sesuai SOP pemeliharaan, perlu dilakukan purifikasi dan rekonsiliasi agar minyak dapat digunakan kembali. Setelah dilakukan purifikasi dan rekonsiliasi, maka dilakukan pengujian DGA dan BDV dengan nilai tegangan tembus 84.3 KV dan pengujian DGA dengan nilai TDCG 77, sehingga minyak dapat digunakan kembali.

Kata-kata kunci: *Transformator, Minyak Trafo, BDV, DGA, Fenol.*

I. PENDAHULUAN

Kegagalan kerja transformator sering kali terjadi, dan paling banyak disebabkan karna kegagalan isolasi. Kegagalan kerja minyak trafo salah satunya disebabkan karena kontaminasi zat - zat pengotor seperti debu, gelembung air, oksigen, gas - gas terlarut, kotoran hasil dekomposisi bahan padat dan endapan yang mempunyai nilai tegangan tembus yang lebih kecil daripada minyak trafo sehingga apabila kontaminasi pada minyak semakin banyak menyebabkan minyak trafo tembus pada tegangan yang lebih rendah dari tegangan tembus keadaan murni tanpa kontaminan.

Selain itu kontaminasi juga menyebabkan kekentalan minyak trafo bertambah sehingga sirkulasi tidak lancar sebagai media pendingin. Minyak yang memiliki kualitas buruk biasanya akan dibuang dan hal ini dapat berdampak buruk pada lingkungan dan pemborosan. Karena kekuatan dielektrik minyak menurun, semakin banyak minyak yang tidak layak pakai yang akan menjadi sampah bahkan akan menjadi limbah yang akan menyebabkan pencemaran lingkungan dan juga minyak isolasi berasal dari minyak bumi yang sewaktu - waktu akan berkurang jumlahnya sedangkan minyak bumi merupakan sumber daya alam

yang tidak dapat di perbaharui. Oleh karena itu dilakukan upaya pemurnian pada minyak trafo untuk memperbaiki kualitas sesuai standar yang diharapkan.

Kegagalan pada transformator umumnya juga menghasilkan gas - gas berbahaya yang biasa dikenal sebagai fault gas. Mengidentifikasi jenis dan jumlah konsentrasi gas yang terlarut pada minyak dapat memberikan informasi akan adanya indikasi kegagalan yang terjadi pada transformator.

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa gas - gas terlarut pada minyak disebut DGA (Dissolved Gas Analysis). DGA merupakan metode pengujian yang dilakukan untuk menguji keadaan minyak isolasi dengan mengambil sampel minyak isolasi dari unit transformator untuk mengetahui jenis - jenis gas yang terlarut dalam minyak isolasi transformator, dari hasil tes DGA tersebut akan dapat disimpulkan dan diprediksikan jenis gangguan yang mungkin terjadi pada transformator dan dapat segera dilakukan tindakan pencegahan kegagalan transformator.

Pada pengujian ini penulis mencoba untuk menganalisis pengembalian kekuatan dielektrik isolasi cair dengan cara di purifikasi menggunakan fenol, dengan mencoba melakukan pengukuran tegangan tembus minyak

trafo bekas sebelum dan sesudah di purifikasi. Zat Fenol merupakan salah satu bahan kimia yang bisa memurnikan atau membersihkan partikel - partikel atau kotoran - kotoran yang berada didalam minyak trafo bekas, sehingga dapat menaikkan tegangan tembus pada minyak isolasi bekas. Fenol mengandung asam yang bisa menarik partikel-partikel dan kotoran didalam minyak trafo yang mengakibatkan menurunnya kekuatan tahanan tegangan tembus minyak isolasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Minyak Trafo

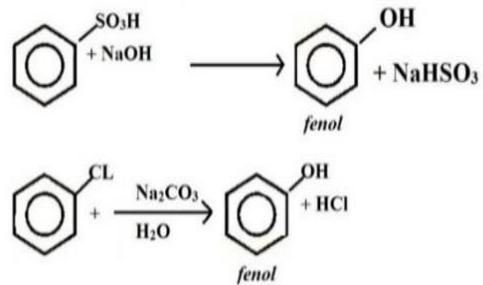
Purifikasi dan Rekonsiliasi adalah proses pemurnian minyak trafo dengan beberapa tahapan / proses menggunakan komponen dan peralatan purifikasi dengan penambahan senyawa fenol dalam kasus ini, untuk memperbaiki kualitas minyak sehingga mendapatkan nilai tegangan tembus sesuai standart. Minyak di dalam transformator selain berfungsi sebagai insulator juga berfungsi sebagai pendingin[3]. Pemeliharaan transformator ini meliputi perawatan minyak trafo yaitu dengan cara purifikasi, sebelum dan sesudah purifikasi minyak trafo hendaknya dilakukan pengujian tegangan tembus untuk mengetahui kondisi minyak tersebut[5]. Apabila nilai tegangan tembus minyak tersebut dibawah standar hendaknya dilakukan proses purifikasi minyak untuk mendapatkan kualitas minyak yang lebih baik lagi. Sebaiknya perawatan minyak tarfo ini dilakukan pada saat pemeliharaan periodik pembangkit. Kegiatan purifikasi minyak trafo hanya dapat di lakukan ketika trafo tidak dalam keadaan beroperasi.



Gambar 1 Mesin purifikasi Oil Treatment Plant

Fenol atau Asam Karbolat atau juga disebut benzenol adalah suatu senyawa organik yang mengandung gugus hidroksil (-OH) yang terikat langsung pada atom karbon dalam cincin benzene / cincin fenil [8]. Tidak seperti alkohol biasa, fenol bersifat asam sebab ada pengaruh cincin aromatik. Jadi fenol sendiri mampu mengion dalam air. Kontaminan pada minyak trafo dapat diserap oleh

Fenol. Rumus kimianya adalah C_6H_5OH dan strukturnya memiliki gugus hidroksil (-OH) yang berikatan dengan cincin fenil.



Gambar 2 Struktur Reaksi Pembuatan Fenol

Dalam melakukan proses purifikasi atau pemurnian minyak transformator dilakukan dua pengujian yaitu DGA dan BDV. Pengujian DGA atau Dissolved Gas Analysis merupakan metode pengujian yang dilakukan untuk menguji keadaan minyak isolasi dengan mengambil sampel minyak isolasi dari unit transformator untuk mengetahui jenis - jenis gas yang terlarut dalam minyak isolasi transformator, dari hasil tes DGA tersebut akan dapat disimpulkan dan diprediksikan jenis gangguan yang mungkin terjadi pada transformator dan dapat segera dilakukan tindakan pencegahan kegagalan transformator [2]. Sedangkan pengujian BDV atau Breakdown Voltage merupakan pengujian untuk melihat berapa besar tegangan tembus pada minyak transformator [4].

Ada beberapa jenis minyak transformator yang digunakan sebagai media isolasi yaitu[6]:

1. Minyak Diala A, Diala B, Shell Diala S
2. Minyak Esso
3. Minyak Univolt
4. Minyak Nynas
5. Minyak Bp
6. Minyak Sun Om Oil

Dan untuk pengujian ini digunakan minyak isolasi jenis Shell Diala S

Penyebab kerusakan yang terjadi pada tranformator yang disebabkan oleh penurunan minyak transformator adalah sebagai berikut [7]:

1. Nyala kawat dan aliran arus besar atau rusak isolasi antara dua lilitan yang diganti.
2. Kontak yang buruk dalam penggantian sadapan.
3. Terjadi panas yang berlebihan karena sambungan yang jelek.

B. Pengujian Minyak Trafo

Pengujian minyak transformator dilakukan dengan dua pengujian setelah dipurifikasi atau pemurnian dengan senyawa fenol, yang pertama yaitu pengujian DGA (Dissolved Gas Analysis) dan yang kedua pengujian BDV (Breakdown Voltage).

Adapun Komponen dan peralatan untuk purifikasi dan rekonsiliasi adalah :

1. *Oil Inlet Pump*

Oil inlet pump berfungsi untuk menyuplai minyak ke dalam mesin purifikasi minyak trafo untuk dilakukannya proses pemurnian/ rekonsiliasi minyak transformator.

2. *Heater*

Heater berfungsi untuk memanaskan minyak di dalam mesin sampai ke suhu tertentu sehingga kandungan air didalam minyak menjadi uap dan hilang.



Gambar 3 Heater

3. *Pre Filter*

Pre filter berfungsi sebagai penyaring partikel - partikel padat berupa kotoran atau korosi dari dalam trafo. yang dapat mempercepat terjadinya penurunan tegangan tembus. Mesin treatment menggunakan 2 buah filter yang ditempatkan di masukan dan keluaran mesin purifikasi. Filter Awal Berbentuk tabung dengan diameter 10 inchi dan tinggi 55 cm. Cover-nya terbuat dari plat stainless steel dan bahan filter terbuat dari creape paper dengan besar pori - pori 0.5 mikron.



Gambar 4 Filter

4. *Fine Filter*

Fine filter hampir sama seperti pada gambar 4 Cuma perbedaannya pre filter penyaringan kotoran / sedimen

pada tahap awal sedangkan fine filter pada minyak tahap terakhir sebelum minyak kembali ke trafo.

5. *Flow Control valve*

Flow Control valve berfungsi untuk menyeimbangkan volume oil didalam vacuum chamber supaya minyak dapat purifikasikan secara normal.

6. *Vacuum Chamber*

Ruang vacuum berfungsi untuk mengekstraksi uap air dan gas pada minyak sebagai media atau tempat untuk memisahkan kandungan gas pada minyak transformator yang gas - gas terlarut didalam minyak transformator dapat terpisah dengan chamber tersebut.



Gambar 5 Chamber

7. *Pompa Vacuum*

Motor Induksi 3 fasa sebagai pompa vacuum ini berfungsi untuk menyedot dan memompa minyak. Motor yang digunakan memiliki daya 2 Kw, tegangan sumber 380 V dan frekuensi 50 Hz. Mesin vakum kegunaannya adalah untuk menyedot udara keluar dari dalam tabung vakum (memvacumkan).



Gambar 6 Motor Induksi 3 fasa

8. *Oil Outlet Pump*

Oil Outlet Pump berfungsi untuk memompa minyak keluar dari vakum chamber menuju lagi ke dalam transformator yang telah melakukan proses purifikasi.

9. *Mechanical Booster*

Mechanical Booster merupakan suatu peralatan yang bersifat turbo yang berfungsi untuk menambah kekuatan pompa pada saat 2660 Pa.

10. Fuller's Earth System

Fuller's Earth System berfungsi untuk memperbaiki keasaman dan warna pada minyak serta untuk menghilangkan gas - gas yang terkandung didalam minyak transformator.

C. Standarisasi

Menurut International Electrotechnical commission (IEC 156) tegangan tembus pada suatu transformator adalah seperti yang tercantum pada tabel 1.

Tabel 1 Standar Tegangan Tembus IEC 156

Tegangan Operasi Trafo (kV)	Jarak Gap (mm)	Nilai Minimum (kV)
$U_n \leq 36$	2,5	30
$36 < U_n \leq 70$	2,5	35
$70 < U_n \leq 170$	2,5	40
$170 > U_n$	2,5	50

Untuk standarisasi Dissolved Gas Analysis TDCG dapat dilihat seperti tabel 2[1].

Tabel 2 Standar TDCG menurut IEC

Status	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	CO	CO ₂	TDCG
condition 1	100	120	35	50	65	350	2,5	720
condition 2	100-700	121-400	36-30	51-100	66-100	351-1570	2.500-4.000	721-1.920
condition 3	701-1.800	401-1.800	51-80	101-200	101-150	571-1.1400	4.001-10.000	1.921-4.630
condition 4	>1.800	>1.000	>80	>200	>150	>1.400	>10.000	>4.630

1. Pada kondisi 1, transformator beroperasi normal. Namun, tetap perlu dilakukan pemantauan kondisi gas-gas tersebut.
2. Pada kondisi 2, tingkat TDCG mulai tinggi. Ada kemungkinan timbul gejala - gejala kegagalan yang harus mulai diwaspadai. Perlu dilakukan pengambilan sampel minyak yang lebih rutin dan sering.
3. Pada kondisi 3, TDCG pada tingkat ini menunjukkan adanya dekomposisi dari isolasi kertas dan atau minyak transformator. Sebuah atau berbagai kegagalan mungkin saja sudah terjadi. Pada kondisi ini transformator sudah harus diwaspadai dan perlu perawatan lebih lanjut.
4. Pada kondisi 4, TDCG pada tingkat ini menunjukkan adanya dekomposisi/kerusakan pada isolator kertas dan atau minyak trafo sudah meluas.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun peralatan - peralatan untuk melakukan proses purifikasi yaitu sebagai berikut :

1. Transformator Unit Auxiliary (UAT) kapasitas 29 MVA
2. Alat Pengujian BDV
3. Alat Pengujian DGA
4. Mesin purifikasi (Oil Treatment Plant)
5. Kabel listrik 3 fasa
6. Selang untuk menghisap minyak transformator ke dalam mesin purifikasi
7. Drum oli trafo 2 buah.

A. Langkah Kerja Proses Purifikasi dan Rekonsiliasi

Proses purifikasi dan rekonsiliasi dilakukan dengan beberapa tahapan atau langkah-langkah dengan menggunakan alat bernama Oil Treatment Plant seperti Gambar 7.



Gambar 7 Mesin purifikasi Oil Treatment Plant

1. Minyak masuk melalui inlet Valve (VI), yang dimana kotoran / sedimen kasar pada minyak akan tersaring oleh Strainer.
2. Minyak kemudian dipompa oleh Inlet Pump (M3) menuju heater. Setelah melalui proses pemanasan, minyak langsung menuju ke Pre - Filter untuk kembali difiltrasi dengan cartridge 10 micron.
3. Melalui Flow Control Valve (FCV) minyak masuk ke dalam vacuum Chamber. Dibagian inilah, terjadinya proses dehidrasi dan degasifikasi, dimana uap air dan gas akan diekstrak oleh vacuum pump dan mechanical booster
 Vacuum chamber dilengkapi oleh:
 - a. Level Switch High (LS1)
 Mendeteksi Volume maksimum minyak pada vacuum chamber memberi signal pada FCV yang akan mengalihkan minyak agar tidak masuk ke dalam vacuum chamber sehingga mengurangi volume minyak yang berlebih di dalam vacuum chamber.
 - b. Level Switch Low (LS2)

- c. Mendeteksi volume minimum minyak pada vacuum chamber memberi signal "off pada Outlet Pump sehingga volume minyak dapat bertambah kembali di dalam vacuum chamber.

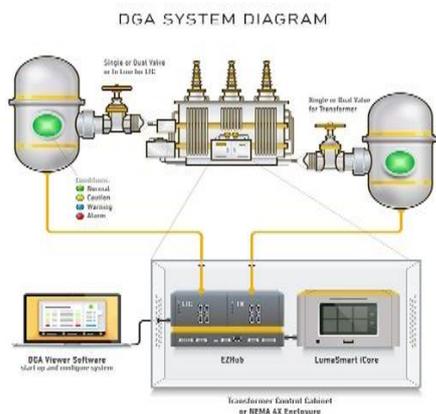
d. *Foam Control System*

Beberapa jenis minyak trafo dapat menimbulkan "foam di dalam vacuum chamber. Untuk mengatasi hal tersebut, vacuum chamber dilengkapi dengan sensor yang dapat mendeteksi foam. Jika foaming terjadi, Sensor akan memberikan signal kepada solenoid valve (SVI) untuk terbuka dan akan mengurangi foam tersebut.

- 4. Berikutnya minyak akan masuk ke dalam *fuler's earth tank*, dimana keasaman dan warna minyak akan diperbaiki.
- 5. Selanjutnya senyawa fenol masuk melalui inlet valve yang kemudian dipompa oleh inlet pump yang kemudian masuk sampai fulers earth tank.
- 6. Kemudian proses purifikasi berlangsung dimana senyawa fenol akan memperbaiki keasaman dan warna minyak trafo dan mengurangi tingkat masing – masing gas yang terlarut pada minyak trafo termasuk juga TDCG (*Total Dissolved Combustible Gas*) dan juga akan menghilangkan kotoran zat – zat endapan lain yang mungkin saja lolos pada tahapan filtrasi / penyaringan.
- 7. Dengan bantuan dari *Outlet Pump* (M4), minyak dengan kondisi baik akan keluar dari fuller's earth tank menuju fine - filter untuk filtrasi tahap akhir. Filtrasi dengan cartridge 0.5 micron ini akan memastikan minyak yang kembali ke dalam trafo tidak mengandung kotoran / sedimen yang dapat merusak kompen trafo.
- 8. Proses Purifikasi dan Rekonsiliasi minyak transformator selesai dan minyak tersebut kemudian akan di uji pada pengujian DGA (*Dissolved Gas Analysis*) dan BDV (*Breakdown Voltage*).

B. Langkah Kerja Pengujian DGA

Berikut ini merupakan gambar rangkaian pengujian *Dissolved Gas Analysis*:



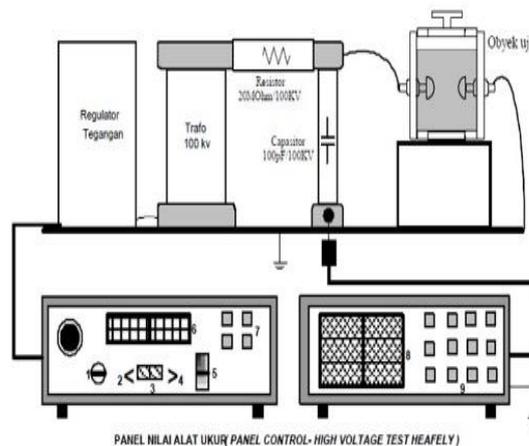
Gambar 8 Rangkaian Pengujian DGA

Berikut langkah-langkah pengujian *Dissolved Gas Analysis*:

- 1. Membuka drain valve pada tangki trafo.
- 2. Melakukan proses pembersihan atau flushing terlebih dahulu.
- 3. Menutup stop kran dan pasang jarum pada Syringe.
- 4. Membuka katup pada Syringe dan suntikan pada selang silikon.
- 5. Menyedot minyak dari selang (pastikan tidak ada udara yang masuk kedalam Syringe).
- 6. Menutup kembali katup pada Syringe.
- 7. Memindahkan minyak dari Syringe ke Vial dengan cara menyuntikkan minyak ke dalam vial.
- 8. Melakukan pengambilan sampel minyak dengan proses yang sama untuk minyak tangki utama bagian bawah dan OLTC.
- 9. Memberi label pada Vial sampel minyak dan simpan Vial serta lindungi dari paparan sinar matahari.

C. Langkah Kerja Pengujian BDV

Berikut ini merupakan gambar rangkaian pengujian *Breakdown Voltage*:



Gambar 9 Rangkaian Pengujian BDV

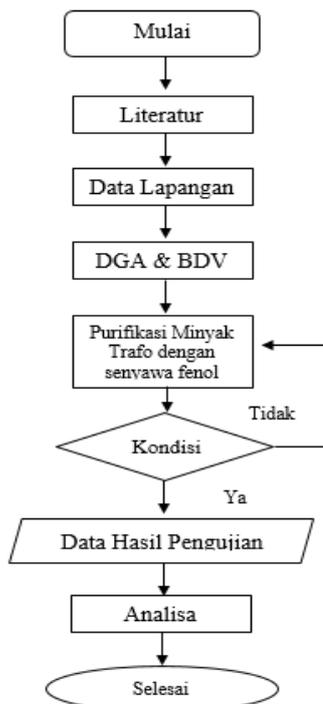
Berikut langkah-langkah pengujian *Dissolved Gas Analysis*:

- 1. Persiapkan alat pengujian BDV.
- 2. Ukur gap antara kedua electroda sebesar 2.5 mm sesuai standart IEEE menggunakan fuller gauge.
- 3. Masukkan sedikit minyak sampling ke tabung pengujian, kemudian bilas. Buang minyak yang sudah di gunakan untuk membilas.
- 4. Masukkan minyak sampel secara perlahan, hindari terjadi gelembung saat penuangan.
- 5. Pasangkan tabung pengujian pada mesin pengujian BDV.
- 6. Sambungkan mesin pengujian BDV ke sumber AC 220V.
- 7. Nyalakan mesin pengujian BDV.

8. Atur parameter pengujian yaitu waktu, batas tegangan dan standart pengujian.
9. Mulai pengujian dengan menekan tombol test.
10. Tunggu pengujian selesai sebanyak 6x test.
11. Setelah pengujian selesai print hasil pengujian.
12. Matikan mesin pengujian BDV dan lepas sumber AC 220V.
13. Kembalikan tabung pengujian ke mesin BDV
14. Pint out hasil pengujian yang sudah diuji 6X

III. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir dalam pengujian DGA dan BDV beserta proses purifikasi dan rekonsiliasi dapat dilihat pada Gambar 10 :



Gambar 10 Diagram Alir Pengujian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Presentase dan Perbandingan Penambahan Senyawa Fenol Pada Minyak Transformator Untuk Proses Purifikasi Dan Rekonsiliasi

Berikut ini merupakan tabel name plate dari spesifikasi peralatan mesin purifikasi dan rekonsiliasi yaitu oil treatment plant untuk melakukan perbandingan presentase penambahan senyawa fenol terhadap minyak trafo :

Tabel 3 Name Plate mesin Purifikasi

Spesifikasi Peralatan	
Nama Alat	Oil Treatment Plant
Konstruksi	Tipe Kato Elektrik
Kapasitas	6000 Liter/jam
Sistem	Online dan offline
Source	Gearing pump motor (3kw)

Berdasarkan data dari Nameplate Spesifikasi peralatan *Oil Treatment Plant* (Mesin Purifikasi) bahwa kapasitas volume tangki yaitu sebesar 6000 Liter, Maka perbandingannya menjadi :

1. Presentase 1 : 3

Minyak Trafo	:	Senyawa Fenol
1	:	3
1500 L	:	3/1 Minyak Trafo
1500 L	:	3/1 x 1500 L
1500 L	:	4500 L

Total Perbandingan 1500 L + 4500 L = 6000 L (Sesuai dengan volume kapasitas tangki mesin purifikasi *Oil Treatment Plant*).

Dengan perbandingan tersebut maka setelah di uji dengan pengujian BDV (Breakdown Voltage) untuk mengetahui tegangan tembusnya, maka tegangan tembusnya menjadi :

Tabel 4 Purifikasi Dengan Perbandingan 1 : 3

TEST	Kondisi awal (KV)	Kondisi akhir (KV)	Jenis minyak yang diuji	Jarak sela elektroda (mm)
1	65	27,5	Diala Shell S	2.5 mm
2	67,5	28,7		
3	34,6	18,9		
4	53,5	14		
5	64,6	16,5		
6	29,8	7		
RATED	52,5	18,8		

2. Presentase 3 : 3

Minyak Trafo	:	Senyawa Fenol
3	:	3
3000 L	:	3/3 Minyak Trafo
3000 L	:	3/3 x 3000 L
3000 L	:	3000 L

Total Perbandingan 3000 L + 3000 L = 6000 L (Sesuai dengan volume kapasitas tangki mesin purifikasi *Oil Treatment Plant*)

Dengan perbandingan tersebut maka setelah di uji dengan pengujian BDV (Breakdown Voltage) untuk mengetahui tegangan tembusnya, maka tegangan tembusnya menjadi:

Tabel 5 purifikasi dengan perbandingan 3 : 3

TEST	Kondisi awal (KV)	Kondisi akhir (KV)	Jenis minyak yang diuji	Jarak sela elektroda (mm)
1	65	65,5	Diala Shell S	2.5 mm
2	67,5	67,8		
3	34,6	34,9		
4	53,5	53		
5	64,6	60		
6	29,8	25,4		
RATED	52,5	51,1		

3. Presentase 3 : 1

- Minyak Trafo : Senyawa Fenol
- 3 : 1
- 4500 L : 1/3 Minyak Trafo
- 4500 L : 1/3 x 4500 L
- 4500 L : 1500 L

Total Perbandingan 4500 L + 1500 L = 6000 L (Sesuai dengan volume kapasitas tangki mesin pusifikasi Oil Treatment Plant).

Dengan perbandingan tersebut maka setelah di uji dengan pengujian BDV (Breakdown Voltage) untuk mengetahui tegangan tembusnya, maka tegangan tembusnya menjadi :

Tabel 6 purifikasi dengan perbandingan 3 : 1

TEST	Kondisi awal (KV)	Kondisi akhir (KV)	Jenis minyak yang diuji	Jarak sela elektroda (mm)
1	65	91.8	Diala Shell S	2.5
2	67.5	89.1		
3	34.6	68.6		
4	53.5	90.6		
5	64.6	71.9		
6	29.8	93.6		
RATED	52.5	84.3		

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian laboratorium, bahwa dengan mempertimbangkan beberapa sifat, baik sifat kimia dan juga sifat fisika dari senyawa fenol, dan berdasarkan pengujian BDV (*Breakdown Voltage*) maka di dapat sebuah perbandingan terbaik untuk melakukan percampuran atau proses mixing antara senyawa fenol dan minyak transformator jenis diala shell s yaitu 3 banding 1 sehingga tegangan tembus yang diperoleh menjadi lebih meningkat dan minyak tersebut dapat digunakan kembali.

B. Analisa Data Hasil Pengujian Breakdown Voltage (BDV)

Penggunaan minyak transformator harus dilakukan pengujian yang pasti, terlebih transformator yang digunakan adalah transformator yang memiliki tegangan tinggi dan memiliki kapasitas yang besar. Pada PLN UPT Banda Aceh memiliki transformator dengan daya 29 MVA dengan tegangan input 11.8 KV dan output 6 KV yang digunakan untuk pengoperasian motor - motor. Untuk itu fungsi minyak transformator sangatlah penting dan harus dilakukan pengujian breakdown voltage (BDV) minimal 6 kali untuk mengetahui baik dengan tidak baiknya minyak transformator apakah terjadi kegagalan ataupun tidak maka salah satunya dilakukannya pengujian tegangan tembus. Adapun data pengujian Breakdown Voltage (BDV) dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 Data Pengujian Tegangan Tembus

TEST	Kondisi awal (KV)	Kondisi akhir (KV)	Jenis minyak yang diuji	Jarak sela elektroda (mm)
1	65	91.8	Diala Shell S	2.5
2	67.5	89.1		
3	34.6	68.6		
4	53.5	90.6		
5	64.6	71.9		
6	29.8	93.6		
RATED	52.5	84.3		

Dari hasil yang didapat pada waktu overhaul di Unit Auxiliary Transformator (UAT) seperti yang ditunjukkan pada tabel 7 maka dapat dianalisa pada Pengujian Sebelum dan sesudah Purifikasi.

Minyak trafo berfungsi sebagai media isolasi, pendingin dan pelindung belitan primer dan sekunder dari oksidasi agar tidak terjadi panas saat transformator bekerja. Untuk pengujian tegangan tembus pertama minyak transformator dilakukan sebelum dilakukannya purifikasi minyak trafo.

Adapun hasil pengujian pertama tegangan tembus pada minyak transformator sebelum dilakukannya purifikasi sebesar 65 KV pengujian kedua sebesar 67.5 KV pengujian ketiga sebesar 34.6 KV pengujian keempat sebesar 53.5 KV pengujian ke 5 sebesar 64.6 KV pengujian ke 6 sebesar 29.8 KV Dari hasil pengujian semuanya, tegangan tembus rata - rata sebesar 52.5 KV minyak sebelum dilakukannya purifikasi ini masih dalam kondisi baik. Meskipun demikian namun tetap dilakukannya purifikasi karena pertimbangan kondisi TDCG yang sudah dalam kondisi 4, dan setelah dipurifikasi dengan penambahan senyawa fenol maka nilai tegangan tembus semakin meningkat yaitu tegangan tembus rata – ratanya menjadi 84.3 KV.

C. Analisa Data Hasil Pengujian Dissolved Gas Analysis (DGA)

Standar IEEE menetapkan standarisasi untuk melakukan analisis berdasarkan jumlah gas terlarut pada

sampel minyak, berikut ini data hasil pengujian DGA minyak transformator sebelum dan sesudah dipurifikasi dengan senyawa fenol :

Tabel 8 Jenis Gas yang terlarut pada pengujian DGA

NO	JENIS - JENIS GAS	PPM KONDISI AWAL	PPM KONDISI AKHIR
1	Hydrogen	272	<5
2	Carbon dioxide	5050	792
3	Carbon monoxide	196	54
4	Ethylene	19	10
5	Ethane	87	10
6	Methane	10	1
7	Acetylene	<0,5	<0.5
8	Water	38	0
TDCG		5672	77

Adapun hasil pengujian pertama sebelum dilakukannya Purifikasi mendapat nilai TDCG 5672 maka apabila disesuaikan dengan standar menempatkan TDCG pada posisi 4, dimana posisi 4 menyatakan TDCG pada tingkat ini menunjukkan adanya kerusakan pada isolator kertas dan kerusakan minyak trafo pada kondisi ini sudah meluas. Maka bila dilihat dari standart IEEE minyak sangat perlu untuk di purifikasi.

Kemudian setelah dilakukannya purifikasi minyak trafo mendapatkan nilai TDCG 77 artinya dengan dilakukannya purifikasi dapat membuat minyak seperti baru lagi walaupun tidak 100% namun sudah sangat mendekati. Karena kalau dilihat dari total TDCG sudah sangat membaik setelah dilakukannya Purifikasi minyak trafo. Maka bila dibandingkan data sebelum purifikasi dengan data DGA sesudah dilakukannya purifikasi sangat besar perubahan nilai TDCG minyak tersebut sehingga minyak bias di Reuse / digunakan kembali.

Dari hasil perbandingan antara pengujian sebelum dilakukannya purifikasi dengan sesudah dilakukannya purifikasi maka sangat jauh tingkat perbedaan bila dilihat dari grafik tersebut. Maka dari sini dapat kita ketahui bahwa dengan melakukan purifikasi dengan penambahan senyawa fenol dapat mengurangi nilai TDCG sehingga minyak dapat digunakan kembali.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan survey pengujian minyak Transformator 29 MVA di PT. PLN UPT Banda Aceh UIP3B Sumatera, Hasilnya Dapat Disimpulkan Sebagai Berikut :

1. Pada minyak unit auxiliary transformator (UAT) sebelum dilakukan purifikasi memiliki tegangan tembus rata - rata sebesar 52.5 KV, angka yang masih dalam batas standar IEC - 156 tegangan tembus, namun melihat nilai TDCG yang sudah pada kondisi 4 dan kondisi minyak yang sudah semakin keruh, dengan demikian perlu dilakukannya purifikasi / rekonsiliasi agar tidak terjadi kerusakan yang semakin meluas dan minyak tersebut dapat digunakan kembali.

2. Pada minyak transformator UAT Setelah dilakukan purifikasi dengan penambahan senyawa fenol dan dengan perbandingannya yaitu 3 : 1 maka setelah dilakukannya pengujian tegangan tembus, nilai rata – ratanya menjadi lebih meningkat yaitu sebesar 84.3 KV, ini menunjukkan bahwa senyawa fenol dapat meningkatkan tegangan tembus minyak transformator.
3. Hasil pengujian Disolved Gas Analysis (DGA) sebelum dilakukan purifikasi, nilai TDCG yaitu 5672 sedangkan setelah dilakukan purifikasi dengan penambahan senyawa fenol maka nilai TDCG menjadi 77 sehingga minyak tersebut dapat digunakan kembali karena telah sesuai dengan standar IEC dan IEEE.
4. Dari hasil 2 pengujian yaitu pengujian tegangan tembus (BDV) dan DGA, kedua pengujian tersebut setelah di purifikasi / rekonsiliasi dengan penambahan senyawa fenol menunjukkan minyak transformator dapat digunakan kembali karena telah sesuai dengan standar tegangan tembus (BDV) dan DGA baik standar IEC dan juga standar IEEE.

REFERENSI

- [1] Arora, Rohit Kumar. **Different DGA Techniques for Monitoring of Transformers**, Crompton Greaves Ltd : India, 2013.
- [2] Dhlimini, Sizwe Magiya. **Transformator Diagnosis Using Artificial Intelilligent and Dissolved Gas Analysis**, University of the Witwatersrand : 2007.
- [3] K. M. Gradnik, **Physical - Chemical Oil Tests, Monitoring and Diagnostic of Oil - filled Transformers**, Proceedings of 14th International Conference on Dielectric Liquids, Austria, July 2002.
- [4] K. Evita, K. Rudy, P. B. Ghiri, **Analisis Karakteristik Tegangan Tembus Pada Minyak Trafo**, Prosiding Seminar Nasional P3M, 2017.
- [5] Naidu, aM. aS., dan V Kamaraju. a. **High Voltage Engineering Second Edition**, A United States : TheaMcGraw Hill, 1996.
- [6] Salam, Abdel, **High Voltage Engineering**, Marcel Dekker Inc, New York, 1993.
- [7] Supriyanto, D., Syukur, A., & Nugroho A. **Analisis Karakteristik Tegangan Tembus Minyak Trafo Sebelum dan Sesudah Dipurifikasi dengan Fenol**, Jurnal Universitas Diponegoro Semarang, 2011
- [8] Y. Dewilda, R. Afrianita, & F. F. Iman, **Degradasi Senyawa Fenol Oleh Mikroorganisme Laut**, Jurnal Teknik Lingkungan Unand, Vol.9, No.1, pp 59 – 73, 2012.