

# Analisis Pengaruh Purifikasi (*Filtering*) Terhadap Kualitas Tegangan Tembus Minyak Transformator

Hoppe Khoiru Mubarok\*

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang  
Jl. Sidodadi Timur No. 24- Dr Cipto, Semarang

Email: hopekhoiru@gmail.com

## ABSTRAK

Dalam penyaluran sistem tenaga listrik, salah satu hal penting dalam peralatan adalah sistem isolasi. Sistem isolasi merupakan gabungan dari beberapa bahan isolasi pada suatu peralatan listrik. Ketika sistem isolasi pada suatu peralatan berada pada kondisi yang sudah tidak layak, maka akan berdampak buruk pada operasi peralatan tersebut. Masalah yang sering dihadapi dalam penyaluran sistem tenaga listrik adalah kegagalan isolasi. Berdasarkan hasil penelitian tegangan tembus minyak transformator mengalami kenaikan kualitas tegangan tembus setelah dilakukan purifikasi (*filtering*) dan memenuhi syarat minimum standar IEC 60269, dan minyak transformator tahan terhadap panas untuk minyak transformator sudah pakai nilai tegangan tembusnya cenderung konstan atau tidak mengalami peningkatan terlalu besar di suhu 60-70 derajat.

**Kata Kunci:** Minyak Transformator; Kegagalan Isolasi; Purifikasi (*Filtering*); Tegangan Tembus

## PENDAHULUAN

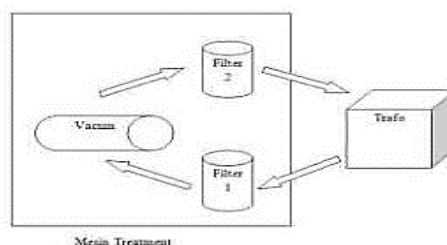
Untuk menjaga kontinuitas operasi transformator, maka pada transformator dilengkapi minyak. Minyak transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang dipergunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Sebagai bahan isolasi minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus, sedangkan sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan, sehingga dengan kedua kemampuan ini maka minyak diharapkan akan mampu melindungi transformator dari gangguan. Oleh karena itu agar sistem tenaga listrik dapat berjalan dengan baik dan handal maka keberadaan transformator harus dijaga dari gangguan khususnya yang diakibatkan oleh minyak isolasi. Karena minyak transformator mempunyai sifat sebagai media pemisah panas (disirkulasi) dan juga berfungsi sebagai isolasi (memiliki daya tegangan tembus tinggi) sehingga sebagai media pendingin dan isolasi. 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. Semakin kecilnya tegangan tembus pada minyak transformator membuktikan bahwa minyak transformator mengalami gangguan dan harus di treatment atau diganti dengan minyak transformator baru.

## STUDI PUSTAKA (OPTIONAL)

### Prinsip Kerja Minyak Transformator

Minyak Transformator merupakan salah satu bahan isolasi cair yang digunakan sebagai isolasi dan pendingin pada transformator. Sebagai bagian dari bahan isolasi, minyak harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan tembus dan sedangkan sebagai pendingin minyak transformator harus dapat menahan panas dengan kedua kemampuan maka minyak transformator mampu melindungi transformator dari gangguan ataupun kerusakan.

Proses Tahapan Purifikasi (*Filtering*)



Gambar 1 Proses Purifikasi

Adapun Tahapan proses purifikasi:

- Minyak yang ada di dalam trafo dialirkan keluar menuju filter pertama dengan bantuan daya hisap motor 3 fasa yang dipasang setelah filter pertama, sehingga minyak masuk ke dalam filter pertama. Di dalam filter ini butiran-butiran pengotor seperti sisa korosi

peralatan maupun arang yang besarnya lebih dari 10 mikron akan tersaring.

- B. Setelah itu minyak dialirkan menuju ke rung boiler vacum. Ruang ini terdapat dua heater yang disusun secara vertikal. Heater ini berfungsi memanasi minyak. Selain itu juga dipasang indikator ketinggian permukaan minyak dalam tabung vacum. Indikator ini berupa sensor infra merah. Ketika sinar infra merah terhalang oleh minyak maka motor yang berfungsi menghisap minyak dari filter akan berhenti. Di dalam ruang ini minyak dipanaskan hingga  $\pm 70^{\circ}\text{C}$ . Dalam ruang vacum, air akan menguap dibawah titik didih air (titik didih air =  $100^{\circ}\text{C}$ ). Uap air yang berasal dari pemanasan disedot keluar melalui mesin vacum. Dengan metode vacum, minyak tidak tercampur oleh udara luar.
- C. Setelah minyak terpisah dari kandungan air, selanjutnya dialirkan menuju filter kedua. Pori-pori filter ini berukuran 5 mikron. Butiran pengotor yang tidak tersaring pada filter pertama akan tersaring pada filter ini. Tahap proses di atas tersebut akan diulang – ulang atau minyak disirkulasikan secara berulang – ulang. Menurut standar PLN (Manual Book Produk Trafo) untuk minyak lama dibutuhkan 4-6 sirkulasi sedangkan minyak baru membutuhkan 2-3 sirkulasi. Akan tetapi pada dasarnya yang menjadi patokan untuk menentukan jumlah sirkulasi adalah kualitas dari minyak trafo ketika sebelum dipurifikasi.. Mesin yang digunakan mampu mensirkulasikan 1000 liter minyak dalam waktu 1 jam dengan kecepatan putar motor untuk mensirkulasikan adalah  $\pm 19$  rpm. Berarti dapat diambil kesimpulan bahwa 1 liter minyak mampu disirkulasikan dalam waktu  $\pm 7$  detik. Dengan lama waktu tersebut diharapkan proses penyaringan dan pemanasan minyak dapat optimal.

## METODE/DESAIN

### A. Tempat Penelitian

Penelitian penulis dilakukan di PT. IPSI KARYA ABADI, yang bergerak dibidang kelistrikan khususnya pada perawatan transformator seperti purifikasi oli, ganti oli transformator, rewinding, sevrice berkala. PT.IPSI KARYA ABADI terletak di Kawasan Industri Candi Jl. Gatoto Subroto blok 11B no. 8, Semarang, Jawa Tengah.

### B. Langkah Penelitian

Pada tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kualitas tegangan tembus minyak transformator sebelum difilter dan sesudah difilter. Pendekatan pada tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, melakukan pengumpulan data berdasarkan pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini dan diolah dengan penjelasan deskriptif untuk mengambil suatu kesimpulan yang sesuai dengan data dan hasil analisis. Adapun prosedur langkah-langkah dalam melakukan pendekatan, yaitu sebagai berikut :

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan penulis untuk mencari referensi atau tinjauan pustaka terutama mengenai tegangan tembus minyak transformator.

#### 2. Perizinan Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan guna mendukung penyusunan tugas akhir ini, dimana data-data yang diambil akan diolah untuk mengetahui kualitas tegangan tembus minyak transformator.

#### 3. Analisa Data

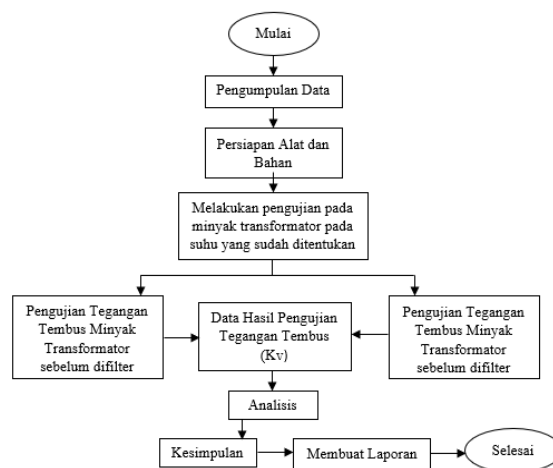
Dalam analisa data penulis menentukan parameter yang akan dibutuhkan untuk menentukan tegangan tembus minyak transformator. Teknik analisa data yang digunakan penulis adalah statistik deskriptif, statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan data yang telah terkumpul. Penulis akan menarik kesimpulan secara deskriptif mengenai apakah adanya pengaruh purifikasi (filtering) terhadap tegangan tembus minyak transformator kemudian dibandingkan dengan standar IEC 60296 untuk mengetahui apakah tegangan minyak transformator sesuai standarisasi atau tidak.

#### C. Fokus Penelitian

Fokus pada tugas akhir ini adalah mengetahui kualitas tegangan tembus minyak transformator sebelum dan sesudah di filter, dan mengetahui karakteristik minyak transformator terhadap perubahan suhu.

#### D. Tahap Pelaksanaan

Pada desain penelitian ini menggunakan desain penelitian survey dan eksperimen, yaitu dengan cara mengambil data, dan menganalisis hasil eksperimen. Desain penelitian ini dilakukan berdasarkan analisa untuk mengetahui pengaruh purifikasi (filterisasi) terhadap kualitas minyak isolasi transformator sebelum dan sesudah difilter adalah sebagai berikut :



Gambar 2 Tahap Pelaksanaan

#### E. Instrumen Pengujian

##### Alat dan Bahan Penelitian

##### 1. Breakdown Voltage Test merk Megger

Oil test set merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur tegangan tembus bahan dielektrik cair. Bejana uji presisi ini menetapkan standar akurasi untuk pengujian bahan dielektrik cair.



Gambar 3 Oil Test

2. Laboratory Bottle

Laboratory Bottle merupakan alat yang digunakan untuk menyimpan sampel minyak yang diambil dari trafo

3. Thermometer

Thermometer digunakan untuk mengukur apakah suhu pada minyak yang dipanaskan sudah sesuai dengan suhu yang diinginkan.

4. Minyak Transformator.

Minyak transformator yang diuji dan dianalisis merupakan minyak transformator jenis mineral oils dalam keadaan baru diambil dari drum penyimpanan dan minyak bekas pakai dari transformator.



Gambar 4 Minyak Transformator.

Prosedur Pengujian

Urutan pengujian isolasi cair berdasarkan IEC 156 adalah sebagai berikut:

1. Sampel minyak trafo bekas diuji terlebih dahulu untuk mengetahui tegangan tembusnya.
2. Kemudian minyak trafo bekas di filter dengan menggunakan mesin filter minyak.
3. Sebelum minyak dituang, kotak uji harus dalam keadaan bersih dan kering.
4. Pada saat menuang minyak ke dalam kotak uji harus hati-hati agar tidak menimbulkan gelembung gas dalam minyak.
5. Banyaknya minyak harus sedemikian rupa sehingga tingginya di atas puncak elektroda lebih dari 20 mm.
6. Kemudian minyak dibiarkan sesaat untuk menghilangkan gelembung gas yang masih mungkin terjadi saat pengisian minyak ke dalam kotak uji.
7. Selanjutnya tegangan naik otomatis secara bertahap 2 kV/detik sampai terjadi tembus listrik
8. Setelah terjadi tembus listrik minyak diaduk dengan suatu tangkai tipis dan bersih untuk menghilangkan gelembung gas yang timbul saat terjadi tembus listrik.
9. Setelah terjadi tembus listrik elektroda juga harus di periksa untuk meyakinkan bahwa elektroda tidak mengalami kerusakan pada permukaannya yang diakibatkan saat terjadi tembus listrik.

10. Selang dua menit pengujian di ulang kembali sampai dengan enam kali pengujian.
11. Tegangan tembus dari keenam pengujian dijumlahkan untuk mendapatkan tegangan rata-rata.

Persamaan Tegangan Tembus

Persamaan tegangan tembus minyak adalah sebagai berikut:

$$V_b = A \cdot d^n \tag{1}$$

Dimana :

$V_b$  = Tegangan tembus/breakdown (kV)

$A$  = Konstanta

$d$  = Panjang ruang celah (mm)

$n$  = Konstanta yang nilainya kurang dari 1

Kekuatan dielektrik minyak transformator dapat dihitung melalui persamaan berikut :

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{V_b(\text{rata-rata})}{d} \tag{2}$$

Dimana :

$E$  = Kekuatan Dielektrik (Kv/mm)

$V_b$  = Tegangan Tembus (Kv)

$D$  = Jarak Sela Setengah Bola (mm)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Hasil Pengujian Tegangan Tembus Sebelum di Purifikasi

Hasil pengujian tegangan tembus minyak trafo sebelum dipurifikasi transformator merk Trafindo serial 8930469 (800 kVa) dan Trafindo serial 173304309 (630 kVa) PT BOGOWONTO PRIMALARAS.

Tabel 1 Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafindo serial 8930469 (800 kva) Sebelum Dilakukan Purifikasi.

Tes Tegangan Tembus	Hasil
Pengujian 1	26,2
Pengujian 2	28,5
Pengujian 3	30,1
Pengujian 4	22,7
Pengujian 5	29,1
Pengujian 6	25,8
Jumlah (KV)	162,4
Tegangan Tembus Rata <sup>2</sup> /2,5mm	27

Berdasarkan tabel diatas terlihat tegangan tembus minyak trafo mengalami penurunan pada 6 kali percobaan, cara menghitung rata-rata tegangan tembus minyak trafo dari 6 kali pengujian sebagai berikut :

$$V_b(\text{rata-rata}) = \frac{26,2+28,5+30,1+22,7+29,1+25,8}{6} = 162,4 \text{ kV}/2,5\text{mm}$$

Berdasarkan hasil rata-rata pada perhitungan diatas dapat diketahui ketahanan dielektrik minyak trafo sebelum dilakukan purifikasi, perhitungan kekuatan dielektrik minyak trafo sebelum dipurifikasi memakai rumus sebagai berikut :

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{Vb(\text{rata-rata})}{d}$$

Keterangan :

- E : kekuatan dielektrik (kV/mm)
- Vb : tegangan tembus (kV)
- d : jarak sela bola (mm)

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{27}{2,5} = 10,8 \text{ kV/mm}$$

Tabel 2 Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafindo serial 173304309 (630 kva) Sebelum Dilakukan Purifikasi.

Tes Tegangan Tembus	Hasil
Pengujian 1	32,5
Pengujian 2	29,3
Pengujian 3	35,6
Pengujian 4	30,9
Pengujian 5	25,8
Pengujian 6	40,5
Jumlah (KV)	203,6
Tegangan Tembus Rata <sup>2</sup> /2,5mm	33,9

Berdasarkan tabel diatas terlihat tegangan tembus minyak trafo mengalami penurunan pada 6 kali percobaan, cara menghitung rata-rata tegangan tembus minyak trafo dari 6 kali pengujian sebagai berikut :

$$Vb(\text{rata-rata}) = \frac{32,5+29,3+35,6+30,9+25,8+40,5}{6} = 33,9 \text{ kV/2,5mm}$$

Berdasarkan hasil rata-rata pada perhitungan diatas dapat diketahui ketahanan dielektrik minyak trafo sebelum dilakukan purifikasi, perhitungan kekuatan dielektrik minyak trafo sebelum dipurifikasi memakai rumus sebagai berikut :

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{Vb(\text{rata-rata})}{d}$$

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{33,9}{2,5} = 13,5 \text{ kV/mm}$$

Hasil Pengujian tegangan tembus minyak trafo sebelum purifikasi, transformator Trafindo serial 193312747 (800 kVa) sebelum dipurifikasi transformator PT HANICA PUSPA MEGAPACK.

Tabel 3 Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafindo serial 193312747 Sebelum Dilakukan Purifikasi.

Tes Tegangan Tembus	Hasil
Pengujian 1	35,1
Pengujian 2	29,8
Pengujian 3	30,4
Pengujian 4	28,6
Pengujian 5	30,1
Pengujian 6	32,4
Jumlah (KV)	186,4
Tegangan Tembus Rata <sup>2</sup> /2,5mm	31

Berdasarkan tabel diatas terlihat tegangan tembus minyak trafo mengalami penurunan pada 6 kali percobaan, cara menghitung rata-rata tegangan tembus minyak trafo dari 6 kali pengujian sebagai berikut :

$$Vb(\text{rata-rata}) = \frac{35,1+29,8+30,4+28,6+30,1+32,4}{6} = 31 \text{ kV/2,5mm}$$

Berdasarkan hasil rata-rata pada perhitungan diatas dapat diketahui ketahanan dielektrik minyak trafo sebelum dilakukan purifikasi, perhitungan kekuatan dielektrik minyak trafo sebelum dipurifikasi memakai rumus sebagai berikut :

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{Vb(\text{rata-rata})}{d}$$

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{31}{2,5} = 12,4 \text{ kV/mm}$$

2. Hasil Pengujian Tegangan Tembus Sesudah di Purifikasi

A. Hasil pengujian tegangan tembus minyak trafo sesudah dipurifikasi transformator merk Trafindo serial 8930469 (800 kVa) dan Trafindo serial 173304309 (630 kVa) PT BOGOWONTO PRIMALARAS.

Tabel 4 Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafindo serial 8930469 (800 kva) Sesudah Dilakukan Purifikasi.

Tes Tegangan Tembus	Hasil
Pengujian 1	69,5
Pengujian 2	63,8
Pengujian 3	69,1
Pengujian 4	81,2
Pengujian 5	81,7
Pengujian 6	83
Jumlah (KV)	448,3
Tegangan Tembus Rata <sup>2</sup> /2,5mm	74,71

Berdasarkan tabel diatas terlihat tegangan tembus minyak trafo mengalami kenaikan setelah dilakukan purifikasi pada 6 kali pengujian, cara menghitung rata-rata tegangan tembus minyak trafo dari 6 kali pengujian sebagai berikut :

$$Vb(\text{rata-rata}) = \frac{69,5+63,8+69,1+81,2+81,7+83}{6} = 74,71 \text{ kV/2,5mm}$$

Berdasarkan hasil rata-rata pada perhitungan diatas dapat diketahui ketahanan dielektrik minyak trafo sebelum dilakukan purifikasi, perhitungan kekuatan dielektrik minyak trafo sebelum dipurifikasi memakai rumus sebagai berikut :

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{Vb(\text{rata-rata})}{d}$$

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{74,71}{2,5} = 29,88 \text{ kV/mm}$$

Tabel 5 Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafindo serial 173304309 (630 kva) Sesudah Dilakukan Purifikasi.

Tes Tegangan Tembus	Hasil
Pengujian 1	81,5
Pengujian 2	83,5
Pengujian 3	81,4
Pengujian 4	71
Pengujian 5	73,8
Pengujian 6	69,1
Jumlah (KV)	460,3
Tegangan Tembus Rata <sup>2</sup> /2,5mm	76,71

Berdasarkan tabel diatas terlihat tegangan tembus minyak trafo mengalami kenaikan setelah dilakukan purifikasi pada 6 kali pengujian, cara menghitung rata-rata tegangan tembus minyak trafo dari 6 kali pengujian sebagai berikut :

$$Vb(\text{rata-rata}) = \frac{81,5+83,5+81,4+71+73,8+69,1}{6} = 76,71 \text{ kV}/2,5\text{mm}$$

Berdasarkan hasil rata-rata pada perhitungan diatas dapat diketahui ketahanan dielektrik minyak trafo sebelum dilakukan purifikasi, perhitungan kekuatan dielektrik minyak trafo sebelum dipurifikasi memakai rumus sebagai berikut :

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{Vb(\text{rata-rata})}{d}$$

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{76,71}{2,5} = 30,68 \text{ kV}/\text{mm}$$

B. Hasil Pengujian tegangan tembus minyak trafo sesudah purifikasi, transformator Trafindo serial 193312747 (800 kVa) transformator PT HANICA PUSPA MEGAPACK.

Tabel 6 Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafindo serial 193312747 Sesudah Dilakukan Purifikasi.

Tes Tegangan Tembus	Hasil
Pengujian 1	73,9
Pengujian 2	82,2
Pengujian 3	75,3
Pengujian 4	73,3
Pengujian 5	73,9
Pengujian 6	68,7
Jumlah (KV)	446,3
Tegangan Tembus Rata <sup>2</sup> /2,5mm	74,3

Berdasarkan tabel diatas terlihat tegangan tembus minyak trafo mengalami kenaikan setelah dilakukan purifikasi pada 6 kali pengujian, cara menghitung rata-rata tegangan tembus minyak trafo dari 6 kali pengujian sebagai berikut :

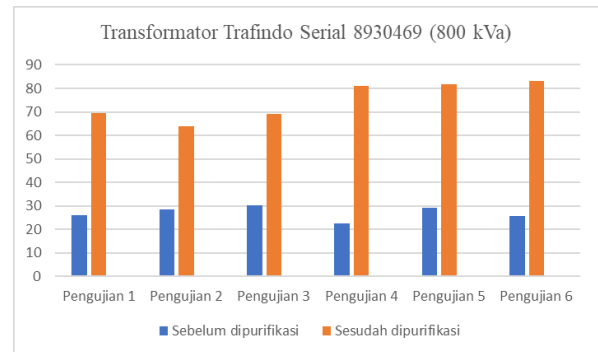
$$Vb(\text{rata-rata}) = \frac{73,9+82,2+75,3+73,3+73,9+68,7}{6} = 74,3 \text{ kV}/2,5\text{mm}$$

Berdasarkan hasil rata-rata pada perhitungan diatas dapat diketahui ketahanan dielektrik minyak trafo sebelum dilakukan purifikasi, perhitungan kekuatan dielektrik minyak trafo sebelum dipurifikasi memakai rumus sebagai berikut :

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{Vb(\text{rata-rata})}{d}$$

$$E(\text{rata-rata}) = \frac{74,3}{2,5} = 29,72 \text{ kV}/\text{mm}$$

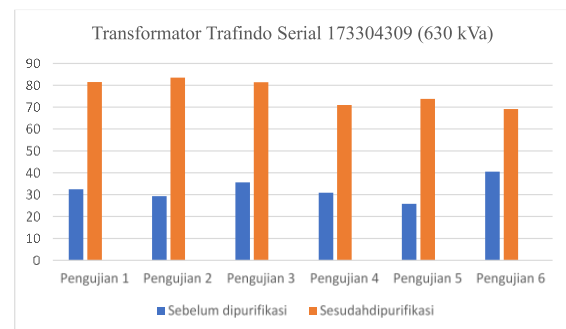
1. Perbandingan Kualitas Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafimdo Serial 8930469 (800 kVa)



Gambar 5 Grafik Perbandingan Kualitas Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafimdo Serial 8930469 (800 kVa)

Berdasarkan grafik diatas nilai rata-rata tegangan tembus dari minyak trafo yang diuji sebelum dilakukan proses purifikasi didapat hasil rata-rata 27 kVa/2,5 mm dengan menggunakan elektroda setengah bola. Kemudian setelah dilakukan proses purifikasi didapat tegangan tembus rata-rata menjadi 74,71 kVa/2,5 mm. Dan ketahanan dielektrik mengalami kenaikan sebesar 29,88 kV/mm dari yang sebelumnya 10,8 kV/mm. Maka terlihat bahwa adanya perubahan kualitas tegangan tembus minyak transformator pada tarfo trafindo serial 8930469 (800 kVa) setelah dilakukan proses purifikasi, pada 6 kali pengujian nilai tegangan tembus mengalami peningkatan. Dari 6 kali pengujian, nilai tegangan tembusnya sudah memenuhi standar tegangan tembus minyak trafo sesuai standar IEC 60296 (60 kV/2,5 mm).

2. Perbandingan Kualitas Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafimdo Serial 173304309 (630 kVa)

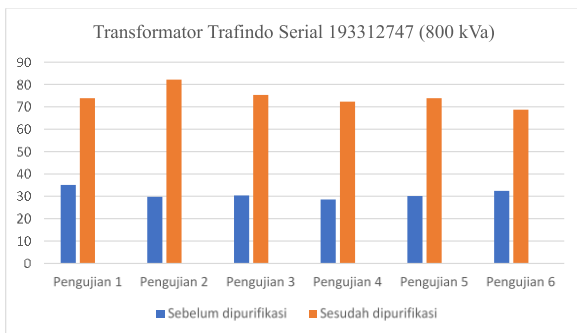


Gambar 6 Grafik Perbandingan Kualitas Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafimdo Serial 173304309 (630 kVa)

Berdasarkan grafik diatas nilai kekuatan dielektrik dari minyak trafo yang diuji sebelum dilakukan proses purifikasi didapat hasil rata-rata 33,9 kVa/2,5 mm dengan menggunakan elektroda setengah bola. Kemudian setelah dilakukan proses purifikasi didapat tegangan tembus rata-rata menjadi 76,71 kVa/2,5 mm. Dan ketahanan dielektrik mengalami kenaikan sebesar 30,68 kV/mm dari yang sebelumnya 13,56 kV/mm. Maka terlihat bahwa adanya perubahan kualitas tegangan tembus minyak transformator pada tarfo trafindo serial 173304309 (630 kVa) setelah dilakukan proses purifikasi, pada 6 kali pengujian nilai tegangan tembus mengalami peningkatan. Dari 6 kali pengujian, nilai tegangan tembusnya sudah memenuhi

standar tegangan tembus minyak trafo sesuai standar IEC 60296 (60 kV/2,5 mm).

### 3. Perbandingan Kualitas Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafindo Serial 193312747 (800 kVa)



Gamabr 7 Grafik Perbandingan Kualitas Tegangan Tembus Minyak Trafo Trafindo Serial 193312747 (800 kVa)

Berdasarkan grafik diatas nilai kekuatan dielektrik dari minyak trafo yang diuji sebelum dilakukan proses purifikasi didapat hasil rata-rata 31 kVa/2,5 mm dengan menggunakan elektroda setengah bola. Kemudian setelah dilakukan proses purifikasi didapat tegangan tembus rata-rata menjadi 74,4 kVa/2,5 mm. Dan ketahanan dielektrik mengalami kenaikan sebesar 29,72 kV/mm dari yang sebelumnya 12,4 kV/mm. Maka terlihat bahwa adanya perubahan kualitas tegangan tembus minyak transformator pada tarfo trafindo serial 193312747 (800 kVa) setelah dilakukan proses purifikasi, pada 6 kali pengujian nilai tegangan tembus mengalami peningkatan. Dari 6 kali pengujian, nilai tegangan tembusnya sudah memenuhi standar tegangan tembus minyak trafo sesuai standar IEC 60296 (60 kV/2,5 mm).

### KESIMPULAN

1. Hasil pengujian tegangan tembus minyak trafo pada trafo PT Bogowonto Primalaras serial 8930469 (800 kVa) dan serial 173303309 (630 kVa) setelah dilakukan 6 kali pengujian sebelum dilakukan proses purifikasi nilai rata-rata tegangan tembusnya 27 kV/2,5 mm dan 33,9 kV/2,5 mm yang mana masih dibawah minimum standar IEC 60296. Sedangkan pengujian tegangan tembus minyak trafo setelah dilakukan proses purifikasi nilai rata-rata tegangan tembusnya 74,71 kV/2,5 mm dan 76,71 kV/2,5 mm. kemudian pada PT Hanica Puspa Megapack dengan merk trafo trafindo serial 193312747 (800 kVa) setelah dilakukan 6 kali pengujian sebelum dilakukan proses purifikasi nilai rata-rata tegangan tembusnya 31 kV/2,5 mm. Dari hasil rata-rata tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan tembus pada minyak trafo sebelum dilakukan proses purifikasi adalah dibawah minimum standar IEC 60296. Sedangkan pengujian tegangan tembus minyak

trafo setelah dilakukan proses purifikasi nilai rata-rata tegangan tembusnya 74,3 kV/2,5 mm.

- Berdasarkan hasil pengujian pada ketiga minyak transformator, minyak transformator dari ketiga trafo tahan terhadap perubahan suhu akan tetapi untuk minyak sudah pakai nilai tegangan tembusnya lebih cenderung konstan di suhu 50°C-60°C atau tidak mengalami peningkatan yang terlalu besar dengan semakin tinggi suhu minyak saat proses purifikasi.
- Terjadinya peningkatan nilai tegangan tembus minyak transformator juga karena adanya penurunan jumlah kadar air dan partikel-partikel lain yang ada didalam minyak transformator seiring dengan meningkatnya suhu saat proses purifikasi. Ketika minyak transformator mengalami kenaikan suhu, maka jumlah kadar air dalam minyak transformator mengalami penurunan, dikarenakan titik didih air lebih kecil dibandingkan titik didih minyak transformator.

### REFERENSI

- [1] Alinda Aisteti Yani, Analisa Tahanan Isolasi Transformator 3 PT.PLN (PERSERO) Gardu Induk 150 kV Pati, 2020.
- [2] IEC 156. (1995). Insulating Liquids - Determination of The Breakdown Voltage at Power Frequency - Test Methods. Switzerland : IEC, 1995.
- [3] Ir. Soewardiyono, TRANSFORMATOR, Universitas Semarang, Semarang.
- [4] Kadir, Abdul.(2010). Transformator. Penerbit Universitas Indonesia : Jakarta.(2010).
- [5] Muhammad Fachry Akbar. Analisa Karakteristik Minyak Isolasi Transformator Daya 11kVA Menggunakan Metode DGA DAN Breakdown Voltage Pada Gardu Kilang Pertamina RU-II Dumai, 2018.
- [6] Nizar Rosyid, & Dika P. Pengujian Tegangan Tembus Pada Minyak Trafo. *Sinusoida Vol. XXIII No. 2*, 2021.
- [7] PT. PLN (Persero) P3B, Panduan Pemeliharaan Transformator Tenaga, Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta, (2003).
- [8] Saiful Karim. Pengaruh Kondisi Minyak Terhadap Keandalan Sistem Kerja Transformator (Studi Kasus Di PT. Indocement Tunggul Prakarsa, Tbk. Plant 12 Tarjun – Kalimantan Selatan). *Jurnal EEICT*. (2017).
- [9] SPLN'50-1982 dan IEC No.56.Thn.1991, Pengujian Transformator, Standar Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta.
- [10] Tajudin. Analisis Kegagalan Minyak Transformator, Elektro Indonesia, Edisi 12 Maret.(1998).
- [11] Tobing, Bonggas L. Dasar-Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi. PT Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.(2003).
- [12] Urip Mudjiono, & Edy Prasetyo Hidayat. Pengujian Tegangan Tembus Isolasi Minyak Transformator Fasilitas Gedung Rektorat
- [13] Universitas Airlangga Surabaya. *Jurnal Teknik Mesin, Tahun 20, NO. 2, Oktober 2012*.(2012).
- [14] [PLN] Perusahaan Listrik Negara. SPLN 8-2 : Transformator Tenaga – Kenaikan Suhu. Jakarta: PT PLN (Persero).(1991).
- [15] [PLN] Perusahaan Listrik Negara. Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga. Jakarta: PT.PLN [PERSERO]. 2015.