

## Pengaruh Penambahan Fenol Terhadap Tegangan Tembus Minyak Transformator

Amelya Indah Pratiwi<sup>1\*</sup>, Krisdianto Nurkamiden<sup>2</sup>, , Frengky Eka Putra S<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Universitas Ichsan Gorontalo

\**amelyaindahpratiwi@gmail.com*

### Abstract

*The failure of transformer insulation often occurs due to various kinds of things, one of which is failure in the oil isolation caused by the condition of oil that has been dirty or has been contaminated with other particles in the transformer. Phenol is a chemical that can purify or cleanse particles or impurities that are in used transformer oil, so that it can increase the breakdown stress on used insulation oil. Phenol contains acid which can attract particles and impurities in the transformer oil which results in a decrease in the breakdown strength of the insulating oil. The results of testing of used isolation oil by adding phenol as much as 10, 15 and 20 ml showed an increase in the value of breakdown voltage with a distance of 2.5 mm ball inlet electrode. Translucent stresses that meet the SPLN standard 49-1: 1982, that is  $\geq 30$  kV at intervals of 2.5 mm were obtained by adding 20 ml of phenol to the volume of used 400 ml transformer oil.*

*Keywords : Phenol, Breakdown voltage, Transformer oil*

### Abstrak

Kegagalan isolasi pada trafo sering kali terjadi disebabkan oleh berbagai macam hal, salah satunya kegagalan pada isolasi minyak yang disebabkan keadaan minyak yang sudah kotor atau sudah terkontaminasi dengan partikel-partikel lain didalam trafo tersebut. 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. Hasil pengujian minyak isolasi bekas dengan menambahkan Fenol sebesar 10, 15 dan 20 ml menunjukkan peningkatan nilai tegangan tembusnya, dengan jarak sela elektroda bola 2,5 mm. Tegangan tembus yang memenuhi standar SPLN 49-1 : 1982 yaitu  $\geq 30$  kV pada jarak sela 2,5 mm diperoleh dengan penambahan phenol sebesar 20 ml pada volume minyak trafo bekas 400 ml.

*Kata kunci : Fenol, tegangan tembus, minyak trafo*

### 1. Pendahuluan

Salah satu komponen *vital* dari sistem penyaluran daya listrik adalah transformator yang berfungsi mengubah tingkat tegangan tinggi ke tingkat tegangan yang lebih rendah dan sebaliknya. Gagal kerja peralatan paling banyak disebabkan karna kegagalan isolasi

peralatan tersebut. Isolasi yang digunakan pada transformator adalah isolasi cair atau lebih dikenal dengan sebutan minyak trafo atau minyak transformator. 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. Oleh karena itu dilakukan upaya pemurnian pada minyak trafo untuk memperbaiki kualitas sesuai standar yang diharapkan. Pada penelitian ini, pemurnian dilakukan dengan menggunakan zat adiktif berupa *fenol* yang bersifat adsorben dengan teknik *mixing*, *deposited* dan *filtering*.

Tabel 1 di bawah menunjukkan standar tegangan tembus minyak trafo berdasarkan IEC 156.

Tabel 1. Standar Tegangan Tembus Minyak Transformator

Tegangan Operasi (kV)	Untuk Minyak Baru	Untuk Minyak Sudah Dipakai
	IEC 156 IEC 156 kV / 2.5 mm	IEC 156 IEC 156 kV / 2.5 mm
> 170	≥ 50	≥ 50
70 – 170	≥ 50	≥ 40
< 70	≥ 50	≥ 30

Zat – zat kontaminasi pada minyak trafo mengakibatkan kekuatan dielektrik minyak trafo berkurang[1]. Kekuatan dielektrik dari isolasi minyak trafo dapat dinilai dari kemampuan untuk menahan tegangan tembus. Selain kontaminasi pada minyak trafo, kenaikan suhu minyak trafo dan jarak sela bola elektroda juga berpengaruh pada nilai tegangan tembus minyak trafo[2]. Sebagai pendingin minyak transformator harus mampu meredam panas yang ditimbulkan oleh

tegangan transformator yang terlalu tinggi. Kekentalan minyak transformator tidak boleh terlalu tinggi agar mudah bersirkulasi. Kekentalan relatif minyak transformator tidak boleh lebih dari 4,2 pada suhu 20°C dan 1,8 - 2 pada suhu 50°C[3].

Minyak transformator yang telah mengalami kontaminasi partikel-partikel pengotor dapat dimurnikan dengan *filterisasi*, *distillation* dan *degauss*[1]. Penelitian yang dilakukan [1] dan [4] dengan membandingkan karakteristik dielektrik minyak trafo sebelum dan sesudah pemurnian membuktikan peningkatan nilai tegangan tembus pada minyak trafo yang telah terpurifikasi.

Kontaminan pada minyak trafo dapat diserap oleh *Fenol*. *Fenol* merupakan senyawa yang dapat menimbulkan bau tidak sedap, bersifat racun dan korosif terhadap kulit (iritasi), menyebabkan gangguan kesehatan manusia dan kematian pada organisme yang terdapat pada air dengan nilai konsentrasi tertentu[5]. *Fenol* atau Asam Karbolat juga disebut benzenol adalah Zat Kristal tak berwarna yang memiliki bau khas. Rumus kimianya adalah C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH dan strukturnya memiliki gugus hidroksil (-OH) yang berikatan dengan cincin fenil.



Gambar.1. Ikatan Kimia pada fenol

## 2. Metoda Penelitian

### 2.1. Objek Penelitian

Objek yang diteliti adalah minyak transformator Shell Dialla kondisi bekas, dengan menggunakan jarak sela 2.5 mm dengan takaran minyak trafo bekas 400 ml (d disesuaikan dengan kapasitas wadah pengujian yang digunakan dan ukuran *fenol* yang ditambahkan), dan *Fenol*. Penelitian [6] menyebutkan bahwa dengan penambahan fenol pada minyak nabati, kekuatan dielektrik minyak nabati tersebut lebih tinggi sebelum ditambahkan fenol. Persentase fenol yang ditambahkan ≥ 8,52% agar tegangan tembus

bisa memenuhi standar SPLN 49-1982 yakni  $\geq 30$  kV/2,5 mm jarak sela[7].



Gambar 2. Minyak Trafo Bekas

Tegangan tembus pada minyak trafo bekas dengan ditambahkan cairan fenol dapat diketahui dengan pengujian tegangan tembus di Laboratorium tegangan tinggi. Elektroda yang digunakan pada pengujian minyak trafo adalah elektroda setengah bola dengan mengatur jarak sela bola 2,5 mm dengan perbandingan fenol setiap kali percobaan 10 ml, 15 ml, dan 20 ml, takaran fenol yang dipilih kemudian membandingkan hasil tegangan tembus masing – masing.



Gambar 3. Fenol

Pegujian pertama adalah kondisi minyak bekas yang belum ditambahkan fenol. Pegujian berikutnya minyak bekas yang telah diuji kemudian ditambahkan kembali fenol sebanyak 10 ml kemudian diuji tegangan tembusnya. Demikian perlakuan yang sama untuk penambahan fenol 15, 20 ml. gambar 4 di bawah menunjukkan diagram alir dari

pengujian tegangan tembus isolasi minyak trafo dengan penambahan zat fenol.

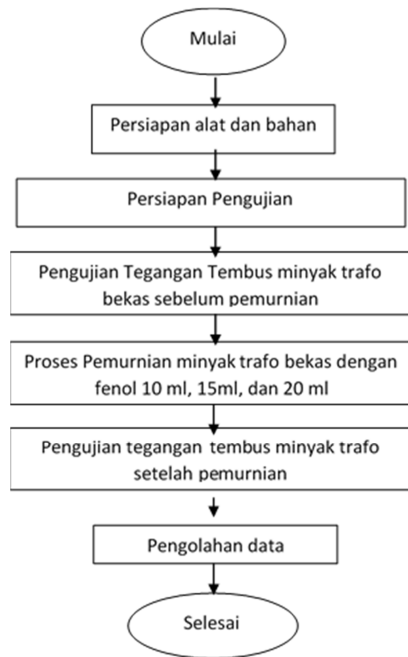
## 2.2. Tahapan dan Diagram Alir Penelitian

### Tahapan Pengujian

1. Menyiapkan peralatan ujian
2. Mengatur jarak sela bola 2.5 mm
3. Memasukkan minyak trafo bekas ke wadah pengujian
4. Menaikkan tegangan sampai terjadi loncatan bunga api
5. Mencatat tegangan tembus minyak trafo
6. Tahapan Pemurnian minyak trafo yakni dengan memasukkan fenol sebanyak 10 ml kedalam gelas uji berisi minyak trafo bekas kemudian diaduk dan didiamkan sampai kotoran mengendap di dasar wadah kemudian disaring dengan kertas saring.
7. Menaikkan tegangan sampai terjadi loncatan bunga api
8. Mencatat tegangan tembus minyak trafo
9. Point 6-8 diulangi untuk ukuran 15 ml dan 20 ml.



Gambar 4. Rangkaian Pengujian Tegangan Tembus Isolator



Gambar 5. Flowchart Pengujian Minyak Bekas

### 3. Hasil Penelitian

#### 3.1. Pengujian Minyak Trafo Bekas Tanpa Penambahan Fenol

Dari hasil pengujian minyak trafo bekas diperoleh nilai tegangan tembus yang disajikan pada tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Tegangan Tembus Minyak Trafo Bekas Tanpa Penambahan Fenol

Jumlah Pengujian	Hasil Tegangan Tembus Minyak Trafo Bekas / kV
1	11.28
2	10.10
3	12.06
4	9.00
5	9.99
6	9.95
7	10.87
Rata-Rata	10.464 kV

Dalam percobaan tersebut didapatkan hasil pengujian yang tertinggi yaitu pada percobaan yang ketiga dengan nilai tegangan tembusnya adalah sebesar 12.06 kV. Sedangkan nilai yang terendah terdapat pada pengujian yang keempat yaitu 9 kV. Sehingga dalam 7 kali pengujian mendapatkan hasil nilai tegangan tembus dengan rata – rata sebesar 10.464 kV. Hal ini disebabkan karena

kekuatan dielektrik dari minyak trafo tersebut sudah menurun karena pengotoran/kontaminasi berbagai partikel yang jika diberikan medan listrik pada larutan akan menimbulkan gelembung udara yang nilai dielektriknya jauh lebih rendah dari dielektrik minyak itu sendiri. Berikut di bawah akan dilihat pengaruh penambahan fenol terhadap tegangan tembus minyak trafo.

#### 3.2. Tegangan Tembus Minyak Trafo Bekas Dengan Penambahan Fenol

Minyak trafo Bekas kemudian ditambahkan dengan fenol dengan konstrasi 10 ml, 15 ml dan 20 ml.

Tabel 3. Tegangan Tembus Pengaruh Konsentrasi Fenol

Konsentrasi Fenol (ml)	Tegangan Tembus Rata-rata (kV)
0 ml	10,464 kV
10 ml	17.328 kV
15 ml	22.145 kV
20 ml	30.952 kV

Berdasarkan tabel 3 di ketahui bahwa dengan meningkatnya konsentrasi larutan fenol pada minyak trafo akan meningkatkan nilai tegangan tembus minyak trafo, pada saat ditambahkan fenol 20 ml, tegangan tembus minyak trafo meningkat menjadi 30.952 dan sudah memenuhi nilai standar tegangan tembus minyak trafo yang megacu pada dengan standar SPLN 49-1 : 1982 untuk tegangan tembus yaitu  $\geq 30$  kV dengan jarak sela 2.5 mm.

Tabel 4. Persentase Penambahan Zat Fenol Terhadap Tegangan Tembus Pada Minyak Isolasi

Minyak Bekas	Zat Fenol	% Perbandingan	Rata-Rata Tegangan Tembus
400 ml	0 ml	0 %	10.464 kV
400 ml	10 ml	2.50%	17.328 kV
400 ml	15 ml	3.75%	22.145 kV
400 ml	20 ml	5.00%	30.952 kV

Penambahan fenol 5 ml disetiap skenario pengujian menghasilkan kenaikan tegangan tembus isolasi minyak trafo dimana tegangan tembus tertinggi diperoleh dengan konsentrasi fenol 5 % pada minyak bekas. Di bawah ini akan disajikan persentase kenaikan tegangan tembus dengan penambahan zat fenol pada minyak trafo bekas

Tabel 5. Perbandingan Konsentrasi Fenol

Konsentrasi fenol (ml)	Tegangan Tembus (kV)	Persentase Kenaikan Tegangan Tembus (%)
0	10.464	-
10	17.328	65,59
15	22.145	27,79
20	30.952	39,77

Persentase kenaikan tegangan tembus dengan bertambahnya konsentrasi fenol pada minyak trafo bekas menunjukkan kecenderungan persentase yang makin menurun

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Pengujian tegangan tembus isolasi minyak trafo bekas yang ditambahkan dengan zat fenol dengan takaran 10, 15 dan 20 ml dapat ditarik kesimpulan :

1. Pada setiap pengujian dapat mempengaruhi dan meningkatkan tegangan tembus minyak trafo bekas yang diuji
2. minyak trafo bekas sebelum ditambahkan fenol dengan 7 kali percobaan mendapatkan jumlah rata – rata sebesar 10.464 kV, dan minyak trafo bekas yang ditambahkan fenol dengan takaran 10, 15, dan 20 dengan 7 kali percobaan tiap masing – masing takaran, dan diperoleh jumlah rata – rata 17.328 kV, 22.145 kV dan 30.952 kV.

#### 5. Saran

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut analisis kestabilan lereng dengan perangkat lunak geostudio yang berlisensi agar dapat dibuat simulasi retaining wall serta back filling, sehingga akan didapatkan FK lebih akurat.

#### 6. Daftar Pustaka

- [1] N. Dedi “Kegagalan Isolasi Minyak Trafo,”*Media Elektrika*, Vol.3 No. 2, pp 1-10, 2010.
- [2] K. Evita, K. Rudy, P. B. Ghiri, “Analisis Karakteristik Tegangan Tembus Pada Minyak Trafo NYNNAS dan APPAR Terhadap suhu”, *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat*, 2017.
- [3] Chumaidy, A.”Analisis Kegagalan Minyak Isolasi Pada Transformator Daya Berbasis Kandungan Gas Terlarut”.*Program Studi Teknik Elektro FTI-ISTN*, pp 41–54, 2012.
- [4] H. Shilvi, Yuningtyasturi, dan S. Abdul, “Analisis Perbandingan Karakteristik Dielektrik Pada Minyak Bekas Transformator 20 kV Sebelum dan Setelah Purifikasi Dengan Adsorben”, *Jurnal Transient*, Vol.4, No.3, 2015.
- [5] 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.
- [6] P. K. Rendy, M. Fri, “Karakteristik tegangan tembus arus bolak-balik pada minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas*) Sebagai Alternatif Minyak Isolasi Cair, *Jurnal Jom FTEKNIK*, Vol.4, No. 2, 2017.
- [7] SPLN 49-1 : 1982 tentang Pedoman Penerapan Spesifikasi dan Pemeliharaan Minyak Isolasi. Diakses melalui laman [www.id.scribd.com](http://www.id.scribd.com).