

## ANALISA TEGANGAN TEMBUS AC OLI FULL SINTETIK DAN SEMI SINTETIK DENGAN VARIASI SUHU YANG BERBEDA

Reynaldi Polingala<sup>1</sup>, I Gusti Komang Apriadi<sup>2</sup>, Enrico Annelka<sup>3</sup>, L. M. Kamil Amali<sup>4</sup>

Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

Email: reynaldipolingala477@gmail.com<sup>1</sup>, komangapriadi441@gmail.com<sup>2</sup>,

Enricoannelka27@gmail.com<sup>3</sup>, kamilamali@ung.ac.id<sup>4</sup>

### Abstract

*In transformers, especially power transformers, there is transformer oil or transformer oil. Transformer oil is an insulating fluid used in transformers to help maintain temperature stability and provide insulation between the coil and the transformer core, as well as a lubricant and coolant for transformer components. This study aims to analyze the penetrating performance of full synthetic and semi-synthetic ac oil at different temperatures. Experimental methods were used in this study with temperature variations of 50°C, 75°C, and 100°C. examined using IEC 156 method. Measurement of penetrating voltage with hemispherical electrodes. The application of a test voltage in the form of alternating voltage (AC) 50 Hz to obtain the characteristics of engine oil breakdown voltage using a distance of 2.5 mm. The test results show that the performance of full synthetic oil ac penetrating is better than semi-synthetic oil ac penetrating tags at low to medium temperatures. However, at higher temperatures, the penetrating performance of semi-synthetic ac oil is better than that of full synthetic ac oil penetrating.*

**Keywords :** *Electrode, Insulation, Breakdown Voltage, Motor Oil.*

### Abstrak

Di dalam trafo khususnya trafo daya terdapat oli trafo atau transformator oil. Oli trafo adalah sebuah cairan isolasi yang digunakan dalam transformator untuk membantu menjaga kestabilan suhu dan memberikan isolasi antara kumparan dan inti transformator, dan juga sebagai pelumas dan pendingin untuk komponen trafo. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja tagangan tembus ac oli full sintetik dan semi sintetik pada suhu yang berbeda. Metode eksperimen digunakan dalam penelitian ini dengan variasi suhu sebesar 50°C, 75°C, dan 100°C. diteliti menggunakan metode IEC 156. Pengukuran tegangan tembus dengan elektroda hemispherical. Penerapan tegangan uji berupa tegangan bolak-balik (AC) 50 Hz untuk mendapatkan karakteristik tegangan tembus oli mesin menggunakan jarak 2,5 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kinerja tagangan tembus ac oli full sintetik lebih baik dibandingkan dengan tagangan tembus ac oli semi sintetik pada suhu rendah hingga sedang. Namun, pada suhu yang lebih tinggi, kinerja tagangan tembus ac oli semi sintetik lebih baik dibandingkan dengan tagangan tembus ac oli full sintetik.

**Kata Kunci:** Elektroda, Isolasi, Tegangan Tembus, Oli Motor

Corresponding Author; Reynaldi Polingala  
E-mail: reynaldipolingala477@gmail.com



### Pendahuluan

Trafo (transformator) adalah perangkat yang digunakan untuk mentransformasikan tegangan listrik dari satu tingkat ke tingkat lainnya, baik menaikkan (trafo step-up) atau menurunkan (trafo step-down) tegangan. Trafo terdiri dari dua atau lebih kumparan yang saling terhubung melalui medan magnetic yang dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir melalui kumparan-kumparan tersebut.

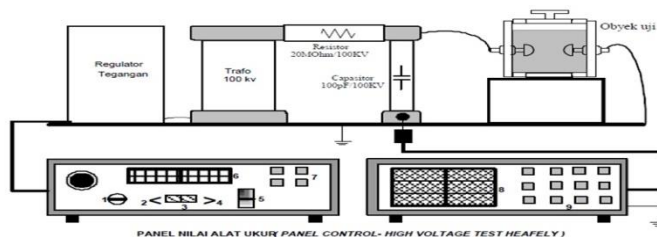
Isolasi dalam konteks trafo merujuk pada pemisahan atau perlindungan fisik dan listrik antara kumparan primer dan sekunder. Fungsi isolasi dalam trafo sangat penting untuk menjaga keamanan dan kinerja yang baik.

Isolasi umumnya terbuat dari bahan dielektrik seperti karet, plastik, atau bahan komposit khusus yang memiliki sifat isolasi yang baik. Kemampuan isolasi untuk mencegah arus listrik mengalir melalui bahan tersebut dinyatakan dalam satuan tegangan tembus yang dapat di aplikasikan pada isolasi tanpa terjadi kebocoran atau pelolosan arus. Selain itu isolasi juga dapat berfungsi sebagai pelindung terhadap kelembapan, debu, dan kontaminan lainnya yang dapat merusak peralatan listrik dan mengurangi kemampuan isolasi.

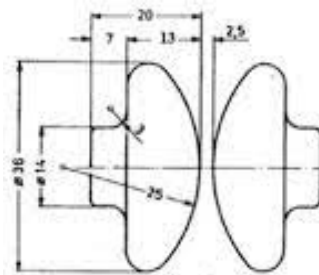
Tegangan tembus adalah kemampuan suatu bahan dielektrik untuk menahan tegangan listrik sebelum terjadi kerusakan atau kebocoran arus listrik. Penggunaan oli sebagai bahan dielektrik dalam transformator atau peralatan listrik lainnya telah menjadi praktik umum. Dalam kasus ini, oli full sintetis dan semi sintetis digunakan dalam aplikasi industri dan komersial. Namun tegangan tembus dari oli dapat dipengaruhi oleh suhu, dan perbedaan suhu dapat mempengaruhi performa dielektrik oli. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis tegangan tembus oli full sintetis dan semi sintetis dengan variasi suhu yang berbeda untuk memahami kinerjanya dan memastikan keandalannya dalam aplikasi listrik

**Metode Penelitian**

Metode ini dilakukan sesuai dengan IEC 156 menggunakan elektroda medan yang seragam, yaitu elektroda setengah bola dengan jarak 2,5 mm seperti pada gambar 2, dan suhu oli 50°C hingga 100°C. Oli yang digunakan pada pengujian ini adalah Federal matic 40 force maxx 10W-40 dan Shell Advance 10W-40. Untuk mendapatkan nilai tegangan tembus dari oli ini, maka menggunakan rangkaian uji seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Pengujian



Gambar 2. Elektroda Setengah Bola

**Peralatan yang Digunakan Saat Pengujian:**

Trafo step-up HV digunakan untuk menaikkan tegangan sesuai spesifikasi terco Sweden coba di sesuaikan tegangan utama 220V, tegangan sekunder 100kV, satu fasa, tiga fasa, 220/100kV, untuk model dan bentuk trafo dapat di lihat pada gambar 3.



Gambar 3. HV Travo

Sebuah voltmeter elektrostatis pada gambar 4 yang digunakan untuk mengukur tegangan tembus pada oli yang di hubungkan langsung pada trafo melalui kabel dan dipasang pada panel kontrol



Gambar 4. Panel Kontrol

Pembagi tegangan 100pF, 100kV yang beroperasi untuk pembagi tegangan dalam beberapa spesifikasi merk Terco biasa di sebut dengan kapasitansi (kapasitor) yang dapat di lihat pada gambar 5



Gambar 5. Pembagi Kapasitif

Jenis oli pelumas yang digunakan pada gambar 6 menggunakan jenis Oli pelumas:

- Shell Advance 10W-40
- Federal matic 40 force maxx 10W-40



Gambar 6. Jenis Oli Pelumas

Peralatan Peralatan yang digunakan pada pengujian

- Sampel oli
- Termometer
- Kompor
- Dandang
- Gelas ukur

### Prosedur Penelitian

Untuk mengetahui hasil yang di peroleh pada tegangan tembus oli sintetik dan semi sintetic pengujian ini dilakukan sebanyak 2 kali percobaan yaitu: percobaan pertama dilakukan dengan pengukuran tegangan tembus dengan kondisi oli tanpa adanya tambahan zat kimia dan perubahan apapun. Artinya kondisi oli seperti keadaan semula. Dengan pengukuran tegangan tembus dilakukan sebanyak tiga kali dan percobaan dilakukan secara bertahap dari oli satu sampe dengan oli kedua. Untuk percobaan yang kedua hampir sama dengan percobaan pertama hanya saja pada percobaan kedua dilakukan dengan memanaskan atau menaikkan suhu temperature pada oli yaitu  $50^{\circ}\text{C}$ ,  $75^{\circ}\text{C}$ ,  $100^{\circ}\text{C}$ . Saat melakukan pengujian tegangan tembus dilakukan dengan cara:

### Percobaan Pertama Dengan Kondisi Oli Netral

- a. Atur jarak antara elektroda uji menjadi 2,5 mm dan tuangkan 400 ml sampel oli ke dalam kotak uji seperti pada gambar 7



Gambar 7. Pengukuran jarak elektroda

- b. Kemudian Tegangan pada panel kontrol ditingkatkan hingga terjadi tembus listrik. Setelah terjadi tembus listrik catat dan uji sampel diuji kembali selama tiga kali serta Setiap terjadi tegangan tembus kemudian dicatat kembali sesuai dengan yang terlihat pada panel kontrol. seperti pada gambar 8



Gambar 8. Hasil pengukuran pada panel control

### Percobaan Kedua Dengan Suhu Yang Berbeda

1. Mengukur suhu sampel minyak yang akan diuji seperti pada gambar. Atur jarak antara elektroda uji menjadi 2,5 mm dan tuangkan 400 ml sampel minyak ke dalam kotak uji.



Gambar 9. Pengukuran suhu normal

2. Jika pengujian pada suhu tinggi maka oli terlebih dahulu dipanaskan pada gelas ukur seperti pada gambar 10 sebanyak 400 mL sampai suhu yang diinginkan.



Gambar 10. Proses pemanasan oli

3. kemudian Tegangan pada panel control pada gambar 11 ditingkatkan hingga terjadi tembus listrik. Setelah terjadi tembus listrik catat dan uji sampel diuji kembali selama tiga kali serta Setiap terjadi tegangan tembus kemudian dicatat kembali sesuai dengan yang terlihat pada panel kontrol.



Gambar 11. Panel control

**Hasil dan Pembahasan**

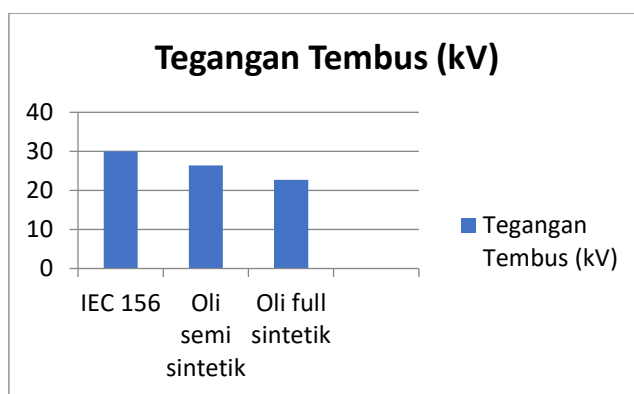
Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada oli dengan kondisi netral dan penaikan suhu kemudian hasilnya dirata-ratakan.

A. Hasil pengujian tegangan tembus pada kedua oli dengan kondisi netral

Tabel 1. Hasil Pengujian tegangan tembus pada kedua oli

NO	Tegangan tembus KV	
	Federal matic 40 force maxx 10W-40	Shell Advance 10W-40
1	15,5 KV	33,12 KV
2	27,43 KV	10,72 KV
3	29,75 KV	24,39 KV
RERATA	26,37 KV	22,74 KV

Berdasarkan pada table 1, hasil pengujian pada tegangan tembus kedua oli pada kondisi netral untuk oli Ferederal matic 40 force maxx 10W-40 dari ketiga hasil pengujian memperoleh nilai rata rata tegangan tembus sebesar 26,37 KV, sementara untuk oli shell Advance 10W-40 menghasilkan nilai rata rata tegangan tembus sebesar 22,74 KV



Gambar 12. Grafik Tegangan Tembus

Berdasarkan grafrik pada gambar 12 patokan standard isolasi cair untuk minyak trafo sesuai dengan IEC 156 adalah  $\geq 30$  kV. Dapat dilihat bahwa nilai tegangan tembus kedua oli untuk merek ini belum memenuhi standard isolasi cair untuk transformator.

B. Hasil pengujian tegangan tembus pada kedua oli dengan kondisi penaikan suhu

1. Hasil pengujian tegangan tembus pada oli federal metic 40 force maxx 10W-40

Tabel 2. Hasil Pengujian Tegangan Tembus Pada Oli Federal Matic 40 Force Maxx 10W-40

No	Tegangan Tembus (kV)	
	Suhu ( $^{\circ}$ C)	Hasil Pengujian
1	50	19,8
2	75	29
3	100	23,9

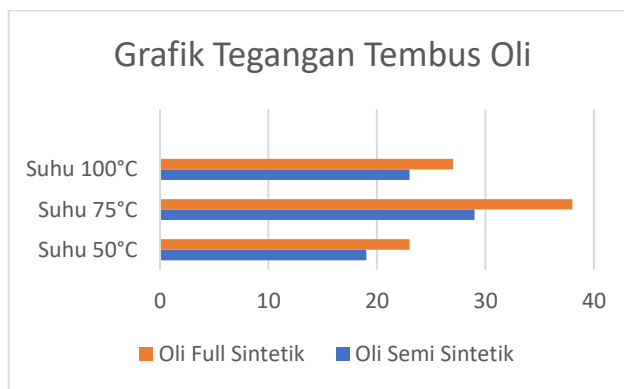
Berdasarkan pada tabel 2 Nilai rata-rata tegangan tembus pada Oli federal matic 40 force maxx 10W - 40 di suhu  $50^{\circ}$  C memiliki tegangan tembus sebesar 19,8 kV selanjutnya pada suhu  $75^{\circ}$  C tegangan tembus naik drastis menjadi 29 kV kemudian pada suhu  $100^{\circ}$  C tegangan tembus turun menjadi 23,9 kV. Sehingga tegangan tembus tertinggi memiliki tegangan tembus terbesar 29 kV pada suhu  $75^{\circ}$  C menggunakan jarak 2,5 mm sedangkan tegangan terendah 19,8 kV pada suhu  $50^{\circ}$  C menggunakan jarak 2,5 mm

2. Hasil pengujian tegangan tembus pada Oli Shell Advance 10W-40

Tabel 3. Hasil Pengujian Tegangan Tembus Pada Oli Shell Advance 10W-40

No	Tegangan Tembus (kV)	
	Suhu ( $^{\circ}$ C)	Hasil Pengujian
1	50	23,5
2	75	38,6
3	100	27,7

Berdasarkan pada tabel 3 Nilai rata-rata tegangan tembus pada Oli Shell Advance 10W-40 di suhu  $50^{\circ}$  C memiliki tegangan tembus sebesar 23,5 kV selanjutnya pada suhu  $75^{\circ}$  C tegangan tembus naik drastis menjadi 38,6 kV kemudian pada suhu  $100^{\circ}$  C tegangan tembus turun menjadi 27,7 kV. Sehingga tegangan tembus tertinggi memiliki tegangan tembus terbesar 38,6 kV pada suhu  $75^{\circ}$  C menggunakan jarak 2,5 mm sedangkan tegangan terendah 23,5 kV pada suhu  $50^{\circ}$  C menggunakan jarak 2,5 mm



Gambar 13. Pengaruh suhu pada tegangan tembus oli

Berdasarkan grafik digambar 13 hasil pengujian kondisi standar (menurut IEC 156) yang dilakukan pada oli mendapatkan nilai tegangan tembus tertinggi 38,6 kV pada oli Shell Advance 10W-40 pada jarak 2,5 mm dan tegangan tembus terendah sebesar 19,8 kV pada Oli Federal Matic 40 Force Maxx 10W-40 pada jarak sela 2,5 mm

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh pada pengujian yang dilakukan untuk tegangan tembus, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Nilai rata-rata tegangan tembus pada pengujian oli Shell Advance 10W-40 memiliki tegangan tembus terbesar 38,6 kV pada suhu  $75^{\circ}$  C dengan jarak sela 2,5 mm. Nilai tegangan tembus pada pengujian oli Federal Matic 40 Force

Maxx 10W-40 memiliki tegangan tembus terbesar 23,9 KV pada suhu 1000C dengan jarak sela 2,5 mm. Berdasarkan hasil pengujian kondisi standar (menurut IEC 156) yang dilakukan pada oli full sintetik dan semi sintetik, tegangan tembus maksimum oli Shell Advance 10W-40 pada jarak 2,5 mm adalah 38,6 kV. Ini sesuai dengan nilai standar yang ditetapkan dalam IEC 156. Menurut IEC 156, ketika digunakan sebagai minyak isolasi transformator, nilai tegangan tembus yang harus dipenuhi minyak harus antara 30 kV dan 50 kV. Jika kapasitas trafo kurang dari 70 kV, maka dapat disimpulkan oli tersebut layak digunakan sebagai pendingin dan isolator.

#### **Daftar Pustaka**

- N. Rosyidi and D. P, "Pengujian tegangan tembus pada minyak trafo," *Sinusoida*, vol. XXIII, no. 2, pp. 20–32, 2021.
- A. Syakur and M. Facta, "Perbandingan Tegangan Tembus Media Isolasi Udara Dan Media Isolasi Minyak Trafo Menggunakan Elektroda Bidang-Bidang," *Transmisi*, vol. 7, no. 2, pp. 26–29, 2005.
- M. Transformator, "merupakan suatu peristiwa apabila medan magnet dinaikkan (tegangan terus-menerus dinaikkan), atom-atom akan terionisasi dan sampai batas kemampuan isolator tersebut menahan tegangan maka isolator tersebut akan berubah menjadi konduktor. Saat kritis ini di," *J. Tek. ELektro*, vol. 1, no. 2, pp. 93–99, 2009.
- C. Widyastuti and R. A. Wisnuaji, "Analisis Tegangan Tembus Minyak Transformator Di PT. PLN (Persero) Bogor," *Elektron J. Ilm.*, vol. 11, no. 2, pp. 75–78, 2019, doi: 10.30630/eji.11.2.128.
- S. Reski, A. Adnan, N. A. Pally, L. Moh, and K. Amali, "Analisa Karakteristik Tegangan Tembus Oli Sepeda Motor Dengan Variasi Suhu Yang Berbeda," 2022.