

## ANALISIS PENGARUH SUHU TERHADAP TEGANGAN TEMBUS MINYAK PELUMAS 15W-40 JENIS SINTETIS DAN NON SINTETIS

Muh Rifai Damogalad<sup>1</sup>, Faiz Farhan Mohamad<sup>2</sup>, Lanto Moh Kamil Amali<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Negeri Gorontalo (UNG)

E-mail: faydamogalad@gmail.com<sup>1</sup>, faizfarhanmohamad@gmail.com<sup>2</sup>, kamilamali@ung.ac.id<sup>3</sup>

### Abstract

Engine lubricating oil or better known as engine oil is a substance that serves to lubricate the engine. All types of oil are basically the same. Namely as a lubricant so that the engine runs smoothly and hassle free. It also functions as a cooler and insulator. Oil contains fine layers, serves to prevent the occurrence of collisions between metal and metal engine components to a minimum, preventing scratches or wear. Breakdown is an event when the magnetic field is increased (voltage is continuously increased), the atoms will ionized and up to the limit of the insulator's ability to withstand the voltage, the insulator will turn into a conductor. The purpose of this study was to determine whether there is an effect of temperature changes on the breakdown voltage value of engine oil when heating occurs in synthetic and non-synthetic engine oil. The method used is the experimental method. The research subjects that will be studied are synthetic and non-synthetic type 15w-40 oil in new condition. In data collection, 15w-40 mineral and synthetic oil samples were taken and then tested at normal temperature three times then the oil was heated and samples were taken at every 120°C, 90°C, 60°C and at the initial temperature after being heated and each sample was carried out three times. The test is carried out based on the SPLN Test Standard 49-1 with the IEC 156 test method, a transformer oil as an insulating material must have a minimum breakdown voltage of 30kV/2.5mm.

**Keywords:** Lubricating Oil, Breakthrough Voltage, Temperature Change

### Abstrak

Minyak pelumas mesin atau yang lebih dikenal oli mesin adalah zat yang berfungsi melumasi mesin. Semua jenis oli pada dasarnya sama. Yakni sebagai bahan pelumas agar mesin berjalan mulus dan bebas gangguan. Sekaligus berfungsi sebagai pendingin dan penyekat. Oli mengandung lapisan-lapisan halus, berfungsi mencegah terjadinya benturan antar logam dengan logam komponen mesin seminimal mungkin, mencegah goresan atau keausan. Tegangan tembus (breakdown) 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. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah ada pengaruh perubahan suhu terhadap nilai tegangan tembus oli mesin ketika terjadi pemanasan pada oli mesin sintetis dan non sintetis. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Subjek penelitian yang akan diteliti adalah oli tipe 15w-40 jenis sintetis dan non sintetis dalam keadaan baru. Pada pengumpulan data, dilakukan pengambilan sampel oli 15w-40 mineral dan sintetis kemudian dilakukan uji coba pada suhu normal sebanyak tiga kali lalu oli dipanaskan dan diambil sampel di setiap 120°C, 90°C, 60°C dan disuhu awal setelah dipanaskan dan setiap sampel dilakukan tiga kali pengujian. Pengujian Dilakukan Berdasarkan Standar Uji SPLN 49-1 dengan metode uji IEC 156, suatu minyak tranformator sebagai bahan isolasinya harus memiliki tegangan tembus minimal 30kV/2,5mm.

**Kata kunci:** Minyak Pelumas, Tegangan Tembus, Perubahan Suhu

## PENDAHULUAN

Pelumas adalah zat kimia yang umumnya berupa cairan yang diberikan di antara dua benda bergerak dengan tujuan untuk mengurangi gaya gesek. Sedangkan pelumasan adalah tindakan menempatkan pelumas antara permukaan yang saling bergeser untuk mengurangi

keausan dan friksi (Sukirno, 2010). Kebutuhan pelumas di Indonesia saat ini terus meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi kendaraan bermotor serta mesin-mesin industri. Salah satu penggunaan pelumas paling utama adalah pelumas mesin yang dipakai pada mesin pembakaran dalam (*internal combustion*). Minyak pelumas mesin atau yang lebih dikenal sebagai oli mesin banyak ragam dan macamnya. Bergantung pada jenis penggunaan mesin itu sendiri yang membutuhkan oli yang tepat untuk menambah atau mengawetkan usia pakai (*life time*) mesin. Keadaan optimum pelumasan logam dapat dicapai jika permukaan logam yang bersentuhan dilapisi secara sempurna oleh minyak pelumas, guna mendapatkan minyak pelumas yang sempurna. Karakteristik dan jenis oli yang digunakan harus diperhatikan (Mujiman, 2011).

Pelumas mesin yang banyak beredar di pasaran saat ini secara komersial adalah jenis pelumas dengan bahan dasar minyak mineral dan minyak sintetis. Pelumas berbahan dasar minyak mineral berasal dari minyak mentah yang biasanya terdiri dari senyawa parafin, naftalena, dan aromatik (Nugrahani, 2007). Minyak mineral ini memiliki sifat tidak berwarna, transparan, tidak berbau, dan tersusun dari campuran senyawa organik sederhana. Kelebihan dari minyak pelumas berbahan dasar mineral adalah memiliki sifat fisik dan kimia yang mudah dikontrol, harganya murah dibandingkan minyak pelumas berbahan dasar sintetis, mudah dicampur dengan bahan aditif untuk menambah kualitas pelumas. Minyak pelumas berbahan sintetis merupakan minyak pelumas yang biasanya ditambah dengan senyawa kimia tertentu yang tidak ada dalam minyak mineral. Senyawa kimia yang molekulnya dirancang sesuai dengan molekul minyak mineral, dan biasanya ditambah dengan zat aditif yang tujuannya meningkatkan kualitas pelumas. Kelebihan minyak pelumas sintetis ini yaitu kestabilannya terhadap suhu tinggi dan oksidasi cukup tinggi. Jangka waktu penggunaan cukup lama, memiliki sifat penguapan yang rendah, dan meningkatkan kinerja berbagai mesin cukup tinggi. Semakin banyaknya jenis pelumas saat ini, tentu membuat konsumen dihadapkan pada berbagai pilihan pelumas, karena pada umumnya produsen pelumas mengklaim pelumas mereka yang paling baik. Konsumen sangat membutuhkan produk pelumas yang bermutu tinggi dan tersedia pada saat dibutuhkan. Mutu dari minyak pelumas ini salah satunya ditentukan oleh sifat fisika yaitu indeks viskositas.

Beberapa hal terkait pemahaman ataupun informasi terkait minyak adalah sebagai berikut:

#### 1. Pelumas Dasar

Pelumas dasar adalah sejenis minyak atau campuran minyak yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pelumas. Pada formulasi pelumas, 70-90% campuran merupakan minyak pelumas dasar dan ditambah dengan bahan aditif untuk meningkatkan sifat-sifatnya. Pelumas dasar dapat dikelompokkan menjadi tiga (Askew 2004):

##### a) Minyak Pelumas Mineral

Minyak mineral merupakan salah satu jenis minyak pelumas yang banyak digunakan pada saat ini. Pelumas dasar ini merupakan hidrokarbon yang mengalami serangkaian proses pemurnian dan dapat digolongkan menjadi

empat jenis, yaitu parafin, olefin, naftanik, dan aromatik. Kandungan lain di dalam minyak mineral adalah sulfur, nitrogen dan logam. Keunggulan penggunaan minyak mineral sebagai pelumas dasar adalah: (1) harga murah (2) daerah suhu operasi lebar, meliputi seluruh pemakaian dalam industri, mesin-mesin transportasi, alat-alat berat lain, (3) penambahan bahan aditif dapat meningkatkan mutu dan kinerja, (4) tidak merusak bantalan (5) stabil selama penyimpanan. Kebutuhan minyak mineral meningkat, sedangkan persediaan minyak bumi di dunia menipis karena bersifat tidak terbarukan. Minyak bumi bersifat tidak terdegradasi karena mengandung senyawa aromatik dan racun.

b) Minyak Pelumas Sintetis

Minyak pelumas yang dibuat dengan proses kimiawi dengan menggabungkan beberapa bahan aditif. Pada awalnya, pelumas yang digunakan pada kendaraan tempo dulu adalah berasal dari minyak bumi, pada perkembangannya tidak mampu melayani mesin-mesin dengan teknologi tinggi maka dilakukan penambahan bahan aditif. Selanjutnya, hasil penelitian menunjukkan bahwa pelumas konvensional dari minyak bumi yang telah ditambah dengan bahan aditif, tidak mampu mendukung kinerja mesin baru, maka dilakukan penggantian dengan bahan lain yang bukan berasal dari minyak bumi. Bahan ini merupakan bahan kimia yang memiliki kemampuan lebih unggul daripada minyak mineral dalam semua sifat dasar yang diperlukan, maka terbentuklah pelumas sintetis (Nugroho, 2005). Pelumas sintetis dapat dikelompokkan dalam dua kelas, yaitu ester organik dan hidrokarbon yang diolah secara sintetis, baik yang berasal dari petrokimia maupun oleokimia. Beberapa pelumas dasar sintetis adalah polialfaolefin (PAO), ester sintetis, seperti monoester, diester, esterphthalat, poliester (POE), dan ester kompleks dan polialkilenglikol (PAG), yaitu polimer petrokimia hasil reaksi antara etilen oksida dan propilen oksida (Nugrahani, 2008).

2. Klasifikasi pelumas berdasarkan kekentalan

Berdasarkan viskositas atau kekentalan yang dinyatakan dalam nomor-nomor *Society of Automotive Engineer* (SAE). Angka SAE yang lebih besar menunjukkan minyak pelumas yang lebih kental.

a) Oli monograde, yaitu oli yang indeks kekentalannya dinyatakan hanya satu angka. Contoh DEO SAE 30.

b) Oli *multigrade*, yaitu oli yang indeks kekentalannya dinyatakan dalam lebih dari satu angka. Contoh DEO SAE 15W-40.

3. Karakteristik mutu pelumas

Oli atau minyak pelumas memiliki ciri-ciri fisik antara lain

a) Viskositas

Viskositas atau kekentalan suatu minyak pelumas adalah pengukuran dari mengalirnya bahan cair dari minyak pelumas, dihitung dalam ukuran standar. Makin besar perlawanannya untuk mengalir, berarti makin tinggi viskositas-nya, begitu pula sebaliknya.

b) Indeks viskositas

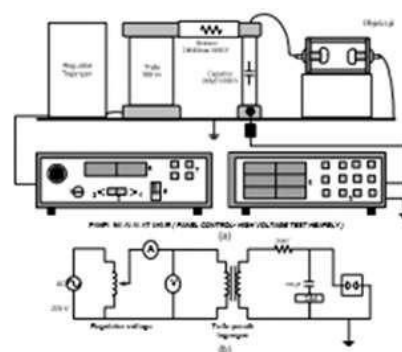
Tinggi rendahnya indeks ini menunjukkan ketahanan kekentalan minyak pelumas terhadap perubahan suhu. Makin tinggi angka indeks minyak pelumas, makin kecil perubahan viskositas-nya pada penurunan atau kenaikan suhu. Nilai indeks viskositas ini terbagi dalam 3 golongan, yaitu:

- *High Viscosity Index* (HVI) di atas 80.
- *Medium Viscosity Index* (MVI) 40–80.
- *Low Viscosity Index* (LVI) di bawah 40.

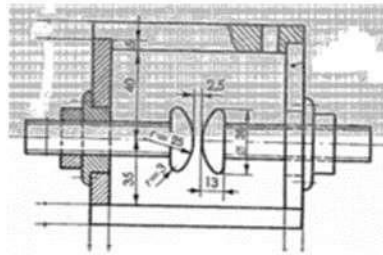
Penelitian dilaksanakan terhadap bahan minyak pelumas mesin tipe 15w-40 dari 2 merek oli yaitu petronas dan Castrol. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap tegangan tembus pada bahan pengujian. Diharapkan dari hasil penelitian ini diketahui sifat yang dimaksud sehingga dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain, bahan ini bisa merupakan alternatif untuk digunakan sebagai bahan isolasi dan pendingin untuk pelumas mesin.

### METODE PENELITIAN

Metode ini dilakukan sesuai standar IEC 156. Elektroda yang digunakan adalah elektroda medan seragam dengan bentuk setengah bola dengan jarak 2,5mm. Suhu minyak pelumas diukur dari suhu awal 27C sampai dengan suhu 120C untuk mendapatkan nilai viskositas yang berbeda-beda. Gambar 1 Menunjukkan Rangkaian Pengujian tegangan tinggi dan gambar 2 menunjukkan elektroda setengah bola.



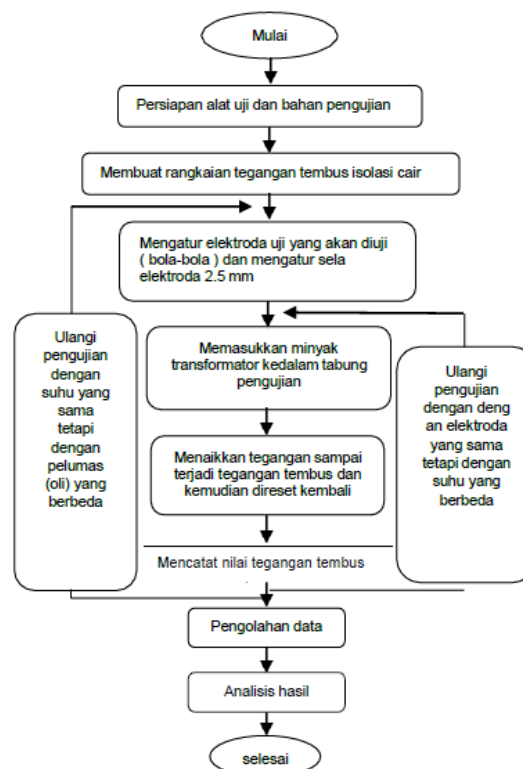
Gambar 1. Rangkaian pengujian



Gambar 2. Elektroda setengah bola

### Tahap Pengujian Isolasi Cair

Prosedur pengujian pada penelitian tegangan tembus minyak transformator mengacu pada *standard* SPLN No 49-1:1982 yaitu:



Gambar 3. Flow chart pengujian isolasi cair

### Bahan Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui tegangan tembus dari suatu bahan uji yakni minyak pelumas sintetis dan non sintetis. Jenis minyak pelumas yang digunakan sebagai bahan uji pada penelitian ini adalah jenis minyak pelumas mesin jenis Petronas Dan Castrol 15w-40. Pengujian tegangan tembus bahan dilakukan dengan variasi suhu. Sehingga pada percobaan ini suhu bahan yang diuji berbeda-beda mulai dari suhu normal sebelum dipanaskan lalu disuhu setelah dipanaskan dari suhu 120°C, 90°C, 60°C dan disuhu awal setelah dipanaskan dan setiap suhu dilakukan tiga kali pengujian. Proses pemanasan dilakukan menggunakan alat pemanas (*Api*). Suhu bahan selalu dipantau dengan menggunakan termometer. Sehingga apabila pada pengetesan suhu bahan turun maka

dilakukan proses pemanasan kembali. Tetapi apabila suhu bahan terlalu tinggi, maka bahan ditunggu beberapa saat hingga suhunya sama dengan yang diharapkan.

### **Peralatan Pengujian**

- HV Trafo penaik tegangan, tegangan primer 220 Volt, tegangan sekunder 100 kV, berfungsi untuk menaikkan tegangan dengan spesifikasi 1 fasa, 3 belitan, 220/100 kV, merek Terco Swedia.



Gambar 4. Hv trafo

- Voltmeter Elektrostatis yang berfungsi sebagai alat ukur tegangan tembus yang terletak pada control desk.



Gambar 5. Control desk

- Pembagi kapasitif (Kapasitor), yang berfungsi untuk pembagi tegangan pada standar tertentu, dengan spesifikasi 100 pF, 100 kV, merek Terco



Gambar 6. Pembagi kapasitif

- Jenis oli pelumas yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis Oli :
1. Castrol GTX Synthetik
  2. Petronas Syntium 500 Non synthetic



Gambar 7. Jenis oli pelumas

### **Pengujian Tegangan Tembus**

Pengujian Tegangan Tembus dengan rentang temperature suhu normal oli yaitu  $27^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $90^{\circ}\text{C}$ , dan  $120^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 8. Proses pengujian tegangan tembus

saat melakukan pengujian tegangan tembus dilakukan dengan cara:

1. Ukur suhu sampel minyak yang akan diuji seperti pada gambar 9. Atur jarak antara elektroda uji menjadi 2,5 mm dan tuangkan 400 ml sampelminyak ke dalam kotak uji.



Gambar 9. Pengukuran suhu

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 kontrol 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 .



Gambar10. Panel kontrol

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Berikut Hasil Penelitian Pengukuran Tegangan Tembus minyak pelumas sintetis dapat dilihat pada Tabel 1, Dan untuk tegangan tembus minyak pelumas non sintetis dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1. Hasil Pengujian**

No	Tegangan Tembus	
	Suhu (°C)	Hasil Pengujian (kV)
1	27°C (Normal)	1. 18,47
		2. 12,41
		3. 17,11
2	60°C	1. 29,34
		2. 26,95



		3. 23,93
3	90°C	1. 23,56
		2. 27,92
		3. 29,25
4	120°C	1. 27,05
		2. 21,36
		3. 20,06

**Tabel 2. Hasil Pengujian**

No	Tegangan Tembus	
	Suhu (°C)	Hasil Pengujian (kV)
1	27°C (Normal)	1. 12,43
		2. 19,09
		3. 20,97
2	60°C	1. 28,74
		2. 20,31
		3. 21,55
3	90°C	1. 23,66
		2. 23,03
		3. 31,45
4	120°C	1. 31,80
		2. 32,05
		3. 29,82

Dari tabel data hasil pengujian diatas, terlihat bahwa tegangan tembus tiap-tiap bahan yang diuji dalam percobaan ini mempunyai kecenderungan naik seiring dengan kenaikan temperature suhu. Walaupun pada level suhu tertentu beberapa pelumas menunjukkan karakteristik penurunan seiring kenaikan suhu. Tetapi secara umum bisa kita dikatakan bahwa karakteristik tegangan tembus minyak pelumas yang diuji dalam pengujian adalah naik seiring dengan adanya kenaikan suhu masing-masing pelumas.

Dari data pengujian diatas untuk kedua bahan tegangan akan semakin naik seiring dengan kenaikan suhu, tetapi pada bahan minyak pelumas Petronas Syntium cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan minyak pelumas Castrol GTX Synthetik.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian tegangan tembus minyak pelumas sintetis dan non sintetis pada saat suhu normal dan setelah dipanaskan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pengaruh perubahan suhu akan mempengaruhi nilai tegangan tembus (semakin meningkat suhu maka akan semakin meningkat pula nilai tegangan tembus).

2. Bahan minyak pelumas (non sintetis) lebih baik mutunya (nilai tegangan tembus lebih tinggi) dibanding minyak pelumas sintetis.

## DAFTAR PUSTAKA

- W. K. Wibowo, Ir. Yuning Tyastuty, A. Syakur. Analisis Karakteristik Breakdown Voltage Pada Dielektrik Minyak Shell Diala B Pada Suhu 30<sup>0</sup>C-130<sup>0</sup>C.
- I. M. D. Harinata, J. Ilham, and T. I. Yusuf. (2019). Karakteristik Tegangan Tembus Isolasi Cair dan Isolasi Udara pada Beberapa Perubahan Suhu dan Diameter Elektroda. *Jurnal Teknik*, vol. 17, no. 1, pp. 1–18.
- R. K. Putra and F. Murdiya. (2017). Karakteristik Tegangan Tembus Arus Bolak Balik Pada Minyak Jarak Pagar ( *Jatropha curcas* ) Sebagai Alternatif Isolasi Cair. vol. 4, pp. 1–11.
- S.R.A. Adnan, Nazila. A. Pally, Lanto Moh Kamil Amali, Ervan Hasan Harun. Analisis Karakteristik Tegangan Tembus Oli Sepeda Motor Dengan Variasi Suhu Yang Berbeda. *Jurnal Teknik*, vol. 11, no. 2, pp. 79-83
- Alfian Junaidi. Pengaruh Perubahan Suhu Terhadap Tegangan Tembus Pada Bahan Isolasi Cair. vol. 2, no. 2, pp. 1-5
- C. Widyastuti, O. Handayani, Tasdik Darmana. (2018). Pengaruh Kadar Air Terhadap Tegangan Tembus Minyak Transformator Distribusi. vol. 10.
- , SPLN 49-1, Minyak Isolasi, Perusahaan Umum Listrik Negara, 1982
- , SPLN 49-2, Minyak Isolasi, Perusahaan Umum Listrik Negara, 1982
- W. G. Winanta, I. N. O., Amrita, A. A. N., & Ariastina. (2019). Studi Tegangan Tembus Minyak Transformator. *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 6(3), pp. 10-18.
- Nugrahani, R.A., (2007). Perancangan Proses Pembuatan Pelumas Dasar Sintetis Dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) melalui Modifikasi Kimiawi, Disertasi Program Doktor, Institut Pertanian Bogor.