

# Analisis Karakteristik Dielektrik Berbagai Minyak Nabati Sebagai Alternatif Isolasi Cair untuk Transformasi Tenaga

Gustio Riki Kartiko Anggara  
Gustioriki84@gmail.com  
Univversitas Jember

Supriyadi Prasetyono  
Supriyadi.teknik@unej.ac.id  
Univversitas Jember

RB. Moch. Gozali  
gozali.teknik@unej.ac.id  
Univversitas Jember

## Abstrak

Artikel ini membahas tentang Analisis Karakteristik Dielektrik Berbagai Minyak Nabati Sebagai Alternatif Isolasi Cair Untuk Transformator Tenaga. Minyak nabati pada penelitian ini fokus pada tiga macam minyak nabati yaitu minyak kemiri sunan, minyak jarak, dan minyak kelapa sawit. Penelitian ini mengulas karakteristik dialektik ketiga minyak tersebut terhadap perubahan suhu. Minyak nabati ini akan dibandingkan dengan minyak transformator yaitu *Shell Diala B*, untuk mengetahui kelayakan minyak isolasi nabati. Artikel ini menggunakan metode studi literatur dan pengumpulan data, dengan menggunakan dasar teori transformator yaitu apabila arus listrik bolak-balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi itu akan berubah menjadi magnet. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketiga minyak nabati ini memiliki karakteristik tegangan tembus yang sama terhadap perubahan suhu, yaitu pada tegangan suhu 30°C. Selanjutnya, ketiga jenis minyak ini masih dibawah standar SPLN 49-1: 1982 yaitu sebesar 30 kV dan masih belum memiliki kelayakan minyak isolasi transformator. Minyak kelapa sawit apabila dinaikkan menjadi 70°C maka tegangan tembus mengalami kenaikan yang cukup drastis yaitu sebesar 48,58 kV. Hal ini telah memenuhi standar apabila dibandingkan dengan minyak *Sell diala B* yang pada saat perubahan suhu 70°C tegangan tembusnya sebesar 47,09 kV.

**Kata Kunci** — Karakteristik Dialektrik, Minyak Nabati, Transformator, Minyak Isolasi, Peubahan Suhu

## Abstract

This article discusses the analysis of the dielectric characteristics of various vegetable oils as an alternative to liquid insulation for power transformers. Vegetable oil in this study focused on three kinds of vegetable oil, namely kemiri sunan oil, castor oil, and palm oil. This study reviews the dialectical characteristics of the three oils with respect to temperature changes. This vegetable oil will be compared with transformer oil, namely Shell

*Diala B*, to determine the feasibility of vegetable insulating oil. This article uses literature study and data collection methods, using the basic theory of transformers, namely when alternating electric current flows around an iron core, the iron core will turn into a magnet. The results of this study indicate that these three vegetable oils have the same breakdown voltage characteristics to temperature changes, namely at a temperature voltage of 30°C. Furthermore, these three types of oil are still below the standard SPLN 49-1: 1982 which is 30 kV and still do not have the feasibility of transformer insulation oil. When palm oil is increased to 70°C, the breakdown voltage increases quite drastically, which is 48.58 kV. This has met the standard when compared to Sell diala B oil which when the temperature changes 70°C the breakdown voltage is 47.09 kV.

**Keywords** — Dielectrical characteristics, vegetable oil, transformator, insulating oil, temperature change

## I. PENDAHULUAN

Transformator daya merupakan peralatan listrik yang paling vital pada transmisi energi listrik. Dimana tanpa adanya transformator daya maka pengiriman energi listrik dari pusat pembangkit listrik menuju konsumen tidak dapat dilakukan. Karena pada dasarnya fungsi dari transformator daya untuk menaikkan atau menurunkan tegangan yang mengalir dari pembangkit listrik. Transformator yang bekerja secara terus menerus akan mengalami pemanasan karena energi listrik yang berkapasitas besar mengalir secara terus menerus juga. Oleh karena itu diperlukan minyak isolasi yang berfungsi sebagai pendingin dan penyerap panas pada inti dan belitan transformator daya.

Minyak isolasi memiliki dua jenis yaitu minyak isolasi yang terbuat dari bahan minyak bumi dan minyak isolasi yang terbuat dari bahan tumbuh-tumbuhan. Selama ini minyak isolasi transformator daya yang sering digunakan adalah minyak isolasi terbuat dari bahan minyak bumi. Minyak isolasi yang terbuat dari bahan minyak bumi memiliki beberapa kerugian, bahan minyak bumi yang tidak dapat

diperbarui, kurang ramah lingkungan berupa limbah minyak dan lain sebagainya. Maka dari itu diperlukan suatu alternatif pengganti sebagai minyak isolasi transformator.

Bahan-bahan dari tumbuhan yang dapat menghasilkan minyak antara lain biji kemiri, biji jarak dan biji kelapa sawit. Untuk dapat menghasilkan minyak maka biji harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Sehingga dapat diperoleh berupa minyak kemiri sunan, minyak jarak dan minyak kelapa sawit.

Pada penelitian yang terdahulu telah meneliti tentang minyak kemiri sunan, minyak jarak dan minyak kelapa sawit sebagai salah satu alternatif minyak isolasi transformator daya. Namun belum ada yang membandingkan antara ketiga minyak nabati ini manakah dari minyak kemiri sunan, minyak jarak dan minyak kelapa sawit yang memiliki karakteristik dielektrik yang paling bagus untuk dijadikan salah satu alternatif pengganti minyak isolasi transformator daya.

Artikel ini mengulas mengenai minyak kemiri sunan, minyak jarak dan minyak kelapa sawit akan dibandingkan dengan salah satu minyak transformator yaitu *Shell Diala B*. Hal ini berguna untuk mengetahui kelayakan minyak isolasi nabati dibandingkan minyak isolasi transformator yang terbuat dari bahan minyak bumi.

Permasalahan dalam artikel ini yaitu, pertama, Bagaimana karakteristik dielektrik minyak kemiri sunan, minyak jarak, dan minyak kelapa sawit terhadap perubahan suhu. Kedua, Bagaimana perbandingan karakteristik ketiga minyak nabati dengan karakteristik minyak *Shell Diala B* yang diperlukan sebagai minyak transformator. Adapun tujuan dalam artikel ini adalah pertama, untuk mengetahui karakteristik dielektrik minyak kemiri, minyak jarak, dan minyak kelapa sawit terhadap perubahan suhu. Kedua, mengetahui perbandingan karakteristik ketiga minyak nabati dengan karakteristik yang diperlukan sebagai minyak transformator.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

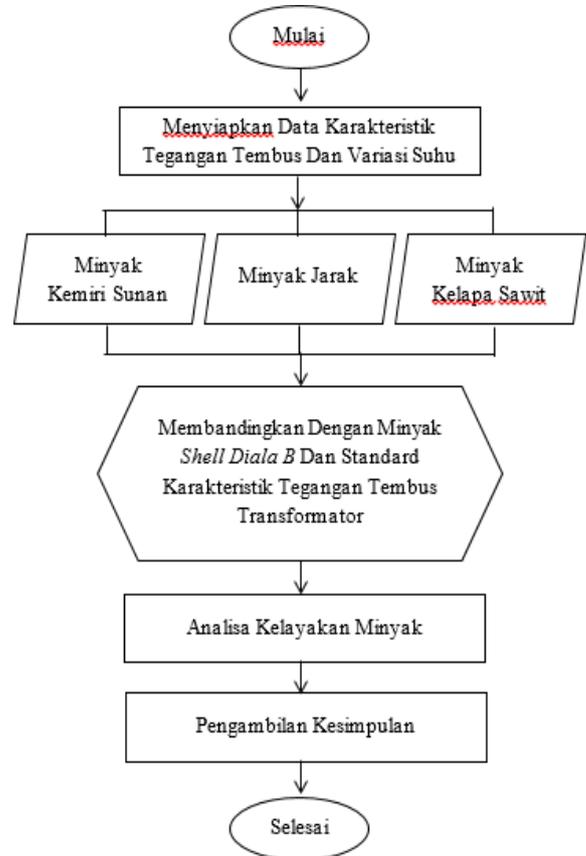
Penelitian yang akan dilakukan ini mengacu pada pengaruh variasi suhu terhadap tegangan tembus. Variasi suhu yang digunakan berbeda-beda guna untuk mengetahui pengaruh kenaikan suhu terhadap tegangan tembus. Variasi suhu yang digunakan adalah sebesar 30°C, 70°C dan 100°C. Besarnya variasi suhu ini sama antara minyak yang satu dengan yang lainnya supaya dapat dibandingkan karakteristiknya. Terdapat beberapa jenis minyak nabati yang dibutuhkan dan sebuah minyak transformator dalam penelitian ini. Jenis minyak yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu: minyak kemiri sunan, minyak jarak, dan minyak kelapa sawit. Sedangkan minyak *Shell Diala B* digunakan sebagai pembanding.

Berdasarkan jenis-jenis minyak nabati tersebut maka masing-masing minyak akan dianalisa karakteristik tegangan tembusnya yang ditinjau dari perubahan suhu. Kemudian karakteristik juga dianalisa dari perubahan grafik tentang bagaimanakah kenaikannya. Masing-masing jenis minyak nabati yang telah dianalisa karakteristiknya, lalu akan

dibandingkan dengan karakteristik minyak *Shell Diala B* untuk mengetahui perbedaan minyak nabati murni dengan minyak transformator yang biasa digunakan dalam transformator.

### B. Perancangan Penelitian

Alur penelitian menggunakan *Flowchart* Penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hal ini berkaitan dengan bagaimana alur penelitian secara spesifik yang dilakukan secara terstruktur.



Gbr 1. Alur Penelitian

## III. HASIL PENELITIAN

Minyak nabati yang telah diketahui karakteristik tegangan tembus terhadap variasi suhu akan dibandingkan satu sama lain untuk mengetahui kriteria minyak nabati manakah diantaranya yang paling unggul tegangan tembusnya. Kemudian minyak nabati akan dibandingkan tegangan tembus terhadap variasi suhu minyak isolasi transformator *Shell Diala B*. Perbandingan bertujuan guna untuk mengetahui perbedaan karakteristik tegangan tembus antara minyak nabati sebagai salah satu bahan pokok alternatif pengganti minyak isolasi transformator dengan minyak isolasi transformator *Shell Diala B* yang sering digunakan pada saat ini. Analisa pada karakteristik tegangan tembus minyak isolasi nabati ini mengacu berdasarkan SPLN 49-1: 1982 untuk mengetahui kelayakan pada masing-masing minyak nabati.

A. Tegangan Tembus

Bahasan pertama adalah tegangan tembus pada minyak kemiri sunan. Pada karakteristik tegangan tembus minyak kemiri sunan ini menggunakan volume minyak sebesar 1000 ml. Untuk variasi perubahan suhu yang digunakan sebesar 30°C, 70°C dan 100°C. Hal ini dapat terlihat pada Tabel 1.

TABEL 1  
KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS DAN VARIASI SUHU MINYAK KEMIRI SUNAN

Minyak Kemiri Sunan	
Suhu (°C)	Tegangan Tembus (kV)
30	12,833
70	21
100	23,5

(Sumber: Fajriansya Perdana, 2017)

Tabel 1 menunjukkan bahwa data karakteristik tegangan tembus minyak kemiri sunan dengan suhu yang bervariasi yaitu 30°C, 70°C dan 100°C. Ketika suhu dimulai pada 30°C tegangan tembus minyak kemiri sunan sebesar 12,833 kV, ketika suhu naik menjadi 70°C maka tegangan tembus juga naik yaitu sebesar 21 kV. Ketika suhu pada pada minyak kemiri sunan dinaikkan menjadi 100°C maka tegangan tembus juga naik sebesar 23,5 kV. Dapat dilihat bahwa nilai dari tegangan tembus minyak kemiri sunan pada masing-masing memiliki kenaikan searah dengan naiknya suhu. Semakin tinggi suhu pada minyak maka tegangan tembusnya juga semakin besar nilainya.



Gbr 2. Karakteristik tegangan tembus dan variasi suhu minyak kemiri sunan

Grafik tegangan tembus minyak kemiri sunan dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa suhu mempengaruhi besarnya tegangan. Ketika suhu pada minyak kemiri sunan semakin tinggi maka nilai tegangan tembusnya juga akan semakin tinggi. Pada saat suhu sebesar 30°C dinaikkan menjadi suhu 70°C, tegangan tembus memiliki kenaikan pada grafik dengan kemiringan sekitar 40 derajat. Ketika suhu 70°C menuju ke suhu 100°C dapat dilihat bahwa grafik tegangan tembus pada minyak kemiri sunan mengalami penurunan dengan sedikit melandai dari pada yang sebelumnya. Hal ini terjadi karena kenaikan tegangan tembus yang terjadi pada minyak kemiri sunan pada

suhu 70°C - 100°C lebih kecil dibandingkan saat suhu 30°C - 70°C.

Pada gradien pada Gambar 2 apabila ditarik garis lurus antara bawah dan puncak grafik, maka dapat dianalisa bahwa grafik tegangan tembus pada minyak kemiri sunan memiliki kriteria yang naik. Hal ini terjadi karena tegangan tembus minyak pada saat suhu 30°C - 70°C memiliki kenaikan tegangan tembus yang lebih tinggi sebesar 8,17 kV dibandingkan pada saat suhu 70°C - 100°C yang hanya sebesar 2,50 kV.

TABEL 2  
KENAIKAN TEGANGAN TEMBUS MINYAK KEMIRI SUNAN

Suhu (°C)	Minyak Kemiri sunan (kV)
30 – 70	8,17
70 – 100	2,50
30 – 100	10,67

Kenaikan tegangan tembus pada minyak kemiri sunan dapat dilihat pada tabel 2, dimana kenaikan tegangan tembus ini ditinjau dari perubahan suhu minyak kemiri sunan sebesar 30°C, 70°C, dan 100°C. Dapat dilihat kenaikan tegangan tembus pada perubahan suhu 30°C - 70°C yaitu sebesar 8,17 kV. Jumlah kenaikan pada suhu ini lebih besar dibandingkan ketika suhu 70°C - 100°C yang hanya memiliki kenaikan tegangan tembus sebesar 2,50 kV. Jumlah kenaikan tegangan tembus ini relatif kecil jika dibandingkan dengan total keseluruhan tegangan tembus yaitu sebesar 10,67.

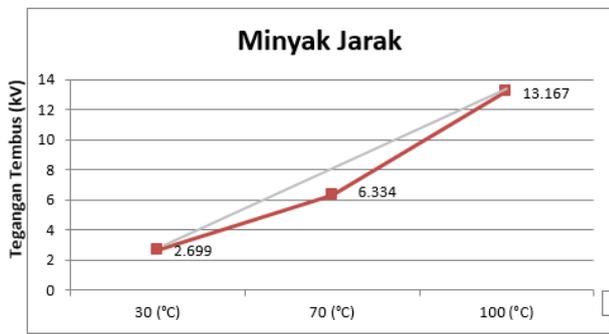
Bahasan kedua yaitu mengenai Tegangan Tembus Minyak Jarak. Pada karakteristik tegangan tembus minyak jarak ini menggunakan volume minyak sebesar 1000 ml. Untuk variasi perubahan suhu yang digunakan sebesar 30°C, 70°C dan 100°C. Data karakteristik tegangan tembus minyak jarak dapat dilihat pada tabel 3.

TABEL 3  
KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS DAN VARIASI SUHU MINYAK JARAK

Minyak Jarak	
Suhu (°C)	Tegangan Tembus (kV)
30	2,699
70	6,334
100	13,167

(Sumber: Kirana Sari Widyaningrum, Dedy Kurnia Setiawan, bambang Sri Kaloko, 2017)

Tabel 3 merupakan karakteristik tegangan tembus pada minyak jarak, dengan menggunakan variasi suhu sebesar 30°C, 70°C dan 100°C. Pada minyak jarak saat suhu sebesar 30°C maka tegangan tembusnya sebesar 2,699 kV. Kemudian ketika suhu naik sebesar 70°C tegangan tembus juga mengalami kenaikan sebesar 6,334 kV dan pada saat suhu naik sebesar 100°C maka tegangan tembus naik sebesar 13,167 kV. Dapat disimpulkan bahwa suhu memiliki pengaruh terhadap tegangan tembus yaitu ketika suhu minyak jarak dinaikkan maka tegangan tembusnya juga akan semakin tinggi.



Gbr 3. Karakteristik tegangan tembus dan variasi suhu minyak jarak

Pada Gambar 3 merupakan grafik karakteristik tegangan tembus terhadap variasi suhu pada minyak jarak. Ketika pada saat suhu 30°C menuju ke suhu 70°C grafik tegangan tembus pada minyak jarak memiliki kenaikan. Namun kenaikan pada grafik ini sedikit melandai. Kemudian saat suhu dinaikkan menjadi 100°C tegangan tembus pada minyak jarak juga memiliki kenaikan. Akan tetapi grafik kenaikan pada saat suhu 100°C jauh lebih besar dari pada grafik pada saat suhu 70°C. Peristiwa ini terjadi karena suhu memiliki pengaruh yang cukup penting pada minyak jarak. Maka dari itu semakin panas suhu pada minyak jarak maka tegangan tembusnya pun juga akan semakin tinggi. Begitu pula dengan kenaikan tegangan tembusnya, ketika temperatur semakin tinggi maka kenaikan tegangan tembus juga akan lebih besar dari pada yang sebelumnya.

TABEL 4  
KENAIKA TEGANGAN TEMBUS MINYAK JARAK

Suhu (°C)	Minyak Jarak (kV)
30 – 70	3,64
70 – 100	6,83
30 – 100	10,47

Berdasarkan table 4 menunjukkan bahwa, tegangan tembus minyak jarak yang dipengaruhi oleh suhu lama kelamaan memiliki grafik karakteristik yang melandai menuju keatas. Hal ini juga disebabkan oleh suhu yang semakin panas yang menjadi penyebab kenaikan tegangan tembus yang semakin besar.

Kenaikan tegangan tembus pada minyak jarak dapat dilihat pada tabel 3.4. Diketahui pada perubahan suhu saat 30°C - 70°C tegangan tembus pada minyak jarak sebesar 3,64 kV. Kemudian saat perubahan pada suhu 70°C - 100°C tegangan tembusnya sebesar 6,83 kV. Ini artinya kenaikan tegangan tembus saat suhu 100°C memiliki kenaikan hampir dua kali lipat dari yang sebelumnya. Hal ini dapat terjadi karena perubahan suhu yang semakin tinggi pada minyak jarak menjadi salah satu faktor yang besar pada tegangan tembus minyak jarak. Apabila dijumlah keseluruhan kenaikan tegangan tembus dari suhu 30°C sampai 100°C maka kenaikan tegangan tembusnya yaitu sebesar 10,47 kV.

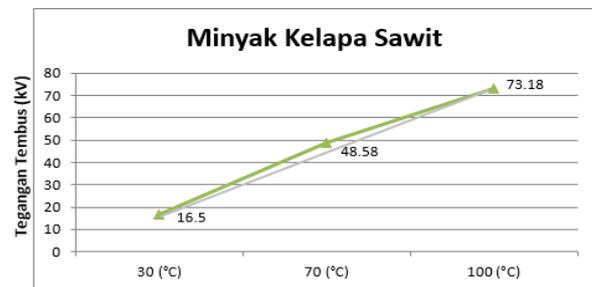
Bahasan yang ketiga, yaitu tegangan tembus minyak kelapa. Pada karakteristik tegangan tembus minyak kelapa sawit ini menggunakan volume minyak sebesar 1000 ml. Untuk variasi

perubahan suhu yang digunakan sebesar 30°C, 70°C dan 100°C. Data karakteristik tegangan tembus minyak kelapa sawit dapat dilihat pada tabel 5.

TABEL 5  
KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS DAN VARIASI SUHU MINYAK KELAPA SAWIT

Minyak Kelapa Sawit	
Suhu (°C)	Tegangan Tembus (kV)
30	16,5
70	48,58
100	73,18

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada saat suhu minyak kelapa sebesar 30°C maka tegangan tembus sebesar 16,5 kV. Kemudian keadaan suhu dinaikkan sebesar 70°C maka tegangan tembus minyak kelapa juga mengalami kenaikan yaitu sebesar 48,58 kV. Dan ketika suhu naik menjadi 100°C maka tegangan tembus juga naik yaitu sebesar 73,18 kV. Dari data karakteristik diatas dapat disimpulkan ketika suhu pada minyak kelapa naik maka juga mengalami kenaikan tegangan tembus.



Gbr 4. Karakteristik tegangan tembus dan variasi suhu minyak kelapa sawit

Gambar 4 menunjukkan bahwa tegangan tembus minyak kelapa sawit terhadap perubahan suhu, ketika pada saat perubahan suhu 30°C - 70°C grafik tegangan tembus minyak kelapa sawit bersifat naik. Kemudian ketika saat perubahan suhu 70°C - 100°C, pola garis pada grafiknya memiliki penurunan. Namun penurunan pada polanya tidak terlalu drastis bila dibandingkan dengan minyak kemiri sunan dan minyak jarak. ini artinya minyak kelapa sawit memiliki perubahan suhu yang lebih stabil juga antara minyak kemiri sunan dan minyak jarak. apabila ditarik secara garis lurus maka dapat dilihat pola pergeseran grafiknya tidak terlalu jauh.

Tabel 6 merupakan tabel kenaikan tegangan tembus minyak kelapa sawit terhadap perubahan suhu. Dapat dilihat ketika pada saat perubahan suhu 30°C - 70°C tegangan tembusnya sebesar 32,08 kV. Kemudian pada saat perubahan suhu 70°C - 100°C kenaikan tegangan tembusnya menjadi lebih kecil nilainya yaitu sebesar 24,60 kV. Namun jumlah persentase penurunannya tidak terlalu banyak dibandingkan total kenaikan tegangan dari perubahan suhu 30°C - 100°C yaitu sebesar 56,68 kV

TABEL 6  
KENAIKA TEGANGAN TEMBUS MINYAK KELAPA SAWIT

Suhu (°C)	Minyak Jarak (kV)
30 - 70	32,08
70 - 100	24,60
30 - 100	56,68

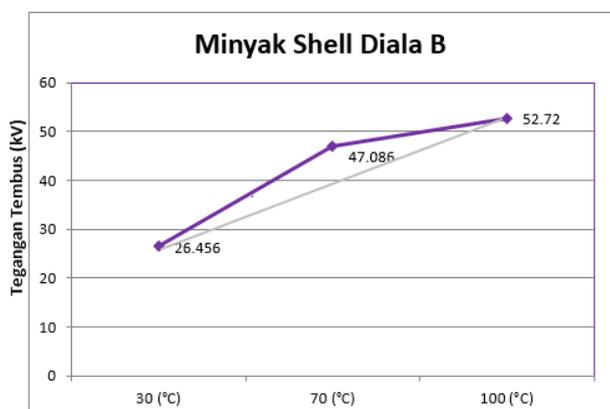
Bahasan yang keempat, yaitu Tegangan Tembus Minyak *Shell Diala B*. Karakteristik tegangan tembus minyak *Shell Diala B* ini menggunakan volume minyak sebesar 1000 ml. Untuk variasi perubahan suhu yang digunakan sebesar 30°C, 70°C dan 100°C. Data karakteristik tegangan tembus minyak *Shell Diala B* dapat dilihat pada tabel 7.

TABEL 7  
KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS DAN VARIASI SUHU MINYAK *SHELL DIALA B*

Minyak <i>Shell Diala B</i>	
Suhu (°C)	Tegangan Tembus (kV)
30	26,456
70	47,086
100	52,720

(Sumber: Wahyu Kunto Wibowo, Yuningtyastuti, Abdul Syakur, 2008).

Minyak *Shell Diala B* merupakan minyak isolasi transformator yang terbuat dari bahan mineral. Dapat dilihat pada tabel 7 merupakan karakteristik tegangan tembus dan variasi suhu minyak *Shell Diala B* dengan variasi suhu yang sama dengan minyak kemiri sunan, minyak jarak dan minyak kelapa yaitu sebesar 30°C, 70°C dan 100°C. Pada keadaan pertama minyak *Shell Diala B* yang telah diteliti dengan suhu sebesar 30°C tegangan tembusnya sebesar 26,456 kV. Kemudian suhu naik sebesar 70°C maka tegangan tembusnya juga naik menjadi 47,086 kV. Setelah itu suhu dinaikkan lagi menjadi sebesar 100°C maka tegangan tembus juga mengalami kenaikan tegangan tembus yakni sebesar 52,720 kV. Dari karakteristik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu minyak isolasi transformator *Sell Diala B* maka tegangan tembusnya juga akan semakin tinggi pula.



Gbr 5. Karakteristik tegangan tembus dan variasi suhu minyak *shell diala B*

Gambar 5 merupakan karakteristik tegangan tembus terhadap perubahan suhu minyak *Sell Diala B*. Dapat diketahui perubahan tegangan tembus saat perubahan suhu 30°C - 70°C memiliki pola grafik yang naik. Setelah itu ketika suhu mengalami perubahan 70°C - 100°C maka pola grafiknya juga naik. Namun kenaikan tegangan tembus lebih rendah dibandingkan ketika perubahan suhu 30°C - 70°C. Hal ini terjadi kearen semakin tinggi perubahan suhu pada minyak *Sell Diala B* maka jumlah kenaikannya semakin menurun. Namun memiliki tegangan tembus yang memenuhi standar minyak isolasi transformator. Apabila grafiknya ditarik garis secara lurus maka pola grafiknya menjauh dari rata-rata kenaikan tegangan tembusnya.

TABEL 8  
KENAIKA TEGANGAN TEMBUS MINYAK MINYAK *SHELL DIALA B*

Suhu (°C)	Minyak Jarak (kV)
30 - 70	32,08
70 - 100	24,60
30 - 100	56,68

Berdasarkan tabel 8, dapat diketahui perubahan tegangan tembus saat perubahan suhu 30°C - 70°C memiliki pola kenaikan. Setelah itu ketika suhu mengalami perubahan 70°C - 100°C maka pola grafiknya juga naik. Namun kenaikan tegangan tembus lebih rendah dibandingkan ketika perubahan suhu 30°C - 70°C. Hal ini terjadi kearen semakin tinggi perubahan suhu pada minyak *Sell Diala B* maka jumlah kenaikannya semakin menurun. Namun memiliki tegangan tembus yang memenuhi standar minyak isolasi transformator. Apabila grafiknya ditarik garis secara lurus maka pola grafiknya menjauh dari rata-rata kenaikan tegangan tembusnya.

B. Data Kenaikan Tegangan Tembus Terhadap Perubahan Suhu

Berdasarkan data yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat diberikan sebuah kesimpulan sebagaimana table 9.

TABEL 9  
KENAIKAN TEGANGAN TEMBUS TERHADAP PERUBAHAN SUHU

Suhu (°C)	Kenaikan Minyak Isolasi (kV)			
	Minyak Kemiri Sunan	Minyak Jarak	Minyak Kelapa Sawit	Minyak <i>Shell Diala B</i>
30 - 70	8,17	3,64	32,08	20,63
70 - 100	2,50	6,83	24,60	5,63
30 - 100	10,67	10,47	56,68	26,26

Pada tabel 9 adalah tabel kenaikan tegangan tembus terhadap perubahan suhu pada masing-masing minyak yang telah dilakukan pengujian, dapat dilihat bahwa pada saat minyak isolasi berada pada suhu 30°C ketika suhu pada masing- masing minyak isolasi dinaikkan menjadi 70°C, minyak jarak memiliki kenaikan tegangan tembus yang paling



rendah sebesar 3,64. Hal ini berbanding terbalik dengan minyak kelapa sawit yang memiliki kenaikan tegangan tembus yang paling tinggi yaitu sebesar 32,08 kV. Begitu pula pada saat suhu pada keadaan 30°C dinaikkan menjadi suhu sebesar 100°C. Minyak kelapa sawit memiliki kenaikan tegangan tembus yang paling tinggi yaitu sebesar 56,68 kV. Hal ini dapat terjadi karena temperatur memiliki pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik tegangan tembus minyak isolasi. Maka dari itu ketika minyak mengalami kenaikan temperatur maka tegangan tembus juga akan semakin tinggi.

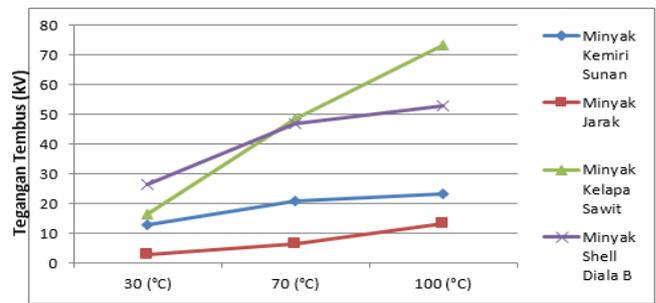
C. Perbandingan Karakteristik Tegangan Tembus Minyak Nabati dengan Minyak Sell Diala B

Tabel 10 adalah perbandingan tegangan tembus terhadap perubahan suhu minyak nabati dengan minyak shell diala B

TABEL 10  
PERBANDINGAN TEGANGAN TEMBUS TERHADAP PERUBAHAN SUHU MINYAK NABATI DENGAN MINYAK SHELL DIALA B

Suhu (°C)	Kenaikan Minyak Isolasi (kV)			
	Minyak Kemiri Sunan	Minyak Jarak	Minyak Kelapa Sawit	Minyak Shell Diala B
30	12,833	2,699	16,5	26,456
70	21	6,334	48,58	47,086
100	23,5	13,167	73,18	52,720

Dapat dilihat perbandingan tegangan tembus minyak nabati dengan minyak Sell Diala B pada tabel 10. Awal mula pada suhu ruangan sebesar 30°C, minyak kemiri sunan, minyak jarak dan minyak kelapa memiliki tegangan tembus berturut-turut sebesar 12,833 kV, 2,699 kV dan 16,5 kV. Tegangan tembus pada minyak nabati ini cenderung lebih kecil dibandingkan dengan minyak Sell Diala B yang telah digunakan sebagai minyak isolasi transformator memiliki tegangan tembus sebesar 26,456 kV pada suhu 30°C. Ini artinya minyak nabati murni masih belum memenuhi standar sebagai minyak isolasi transformator daya. Namun tegangan tembus minyak kelapa sawit pada suhu 70°C tegangan tembusnya tidak berbeda jauh dengan minyak Sell Diala B yaitu sebesar 48,58 kV dan 47,086 kV. Dalam suhu 70°C ini minyak kelapa sawit memungkinkan untuk menjadi salahsatu alternatif minyak isolasi transformator daya. Namun untuk awal suhu ruangan sebesar 30°C minyak kelapa sawit masih belum memenuhi standar dan masih perlu campuran zat aditif berupa fenol atau BHT guna untuk meningkatkan tegangan tembusnya. Pada minyak kemiri sunan dan minyak jarak meskipun suhu telah dinaikkan menjadi 100°C, namun tegangan tembusnya masih belum memenuhi standar minyak isolasi transformator berdasarkan SPLN 49-1 : 1982 yaitu sebesar 30 kV. Dari perbandingan berbagai minyak nabati tersebut dapat diketahui bahwa diantara minyak isolasi nabati yang memiliki tegangan tembus terbaik adalah minyak kelapa sawit. Namun tegangan tembus minyak kelapa sawit juga masih kurang dibandingkan dengan minyak Sell Diala B.



Gbr 6. Grafik Perbandingan Tegangan Tembus Terhadap Variasi Suhu dengan beberapa Jenis Minyak

Pada Gambar 6 dapat dilihat grafik perbandingan tegangan tembus pada keseluruhan minyak isolasi. Pada suhu 30°C tegangan tembus yang paling mendekati minyak Sell Diala B adalah minyak kelapa sawit sebesar 16,50 kV. Tegangan tembus minyak jarak berada pada bagian yang sangat rendah sebesar 2,7 kV. Kemudian ketika tegangan dinaikkan maka tegangan tembus pada minyak kelapa sawit menjadi naik secara drastis hingga melebihi tegangan tembus minyak Sell Diala B. Untuk tegangan minyak kelapa sawit pada suhu 70°C ini sebesar 48,58 kV sedangkan tegangan tembus minyak Sell Diala B sebesar 47,09 kV. Pada suhu ini minyak kemiri sunan dan minyak jarak masih memiliki tegangan tembus yang paling bawah. Kemudian ketika suhu dinaikkan menjadi 100°C semua tegangan tembus juga mengalami kenaikan. Tegangan tembus minyak kelapa sawit sebesar 73,18 kV dan minyak Sell Dila B sebesar 52,72 kV. Dapat dilihat pada grafik bahwa naiknya tegangan tembus minyak kelapa sawit semakin tinggi hingga melebihi jauh tegangan tembus minyak Sell Diala B. Berbeda dengan tegangan tembus minyak kemiri sunan dan minyak jarak yang masih belum mencapai standar SPLN 49-1 : 1982 sebesar 30 kV meskipun sudah dinaikkan suhunya sebesar 100°C.

IV. KESIMPULAN (PENUTUP)

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Minyak kemiri sunan dan minyak jarak murni belum memenuhi standar tegangan tembus minyak isolasi transformator daya meskipun telah dilakukan perubahan suhu sampai dengan 100°C
2. Pada suhu 30°C minyak kelapa sawit memiliki tegangan tembus sebesar 16,5 kV. Pada suhu ini minyak kelapa sawit belum memenuhi standar tegangan tembus berdasarkan SPLN 49-1 : 1982 sebesar 30kV. Namun pada saat suhu dinaikkan menjadi 70°C nilai tegangan tembusnya naik secara drastis yaitu sebesar 48,58 kV. Dalam suhu ini minyak kelapa sawit telah memenuhi standar tegangan tembus.
3. Ketiga minyak isolasi nabati antara minyak kemiri sunan, minyak jarak dan minyak kelapa memiliki karakteristik yang sama ketika dipengaruhi oleh suhu yaitu ketika suhu dinaikkan maka tegangan tembus juga akan semakin tinggi.

4. Pada suhu 70°C dan 100°C minyak kelapa sawit telah melebihi tegangan tembus minyak *Sell Diala B*. Pada minyak kelapa tegangan tembusnya berturut-turut sebesar 48,58 kV dan 73,18 kV. Sedangkan ptegangan tembus minyak *Shell Diala B* berturut-turut sebesar 47,086 kV dan 52,72 kV

#### REFERENSI

- [1] Adyaksa, M. P. 2016. Investigasi Interaksi Komponen Pangan Melalui Pendekatan Metodologi Sensoris Rata (*Rate-All-That-Apply*) dengan Menggunakan Minyak Kelapa dan Minyak Sawit. *Skripsi*. Malang: Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya.
- [2] Aldianto Wahyu Ramadhan. 2019. Kinerja Dielektrik Minyak Goreng Kelapa Sawit Dengan Aditif Fenol Sebagai Alternatif Isolasi Cair Transformator Daya. Universitas Jember.
- [3] Fajriansya Perdana. 2017. Studi Karakteristik Minyak Kemiri Sunan Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Transformator Daya Dengan Penambahan Aditif Fenol. Universitas Jember.
- [4] Farah Adibah. 2016. Studi Karakteristik Minyak Jarak Sebagai Alternatif Isolasi Cair Pada Transformator Daya Menggunakan Destilasi Vakum Dengan Variasi Fenol. Universitas Jember.
- [5] I Made Yuliara. 2016. *Regresi Linier Sederhana*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana.
- [6] Kurrahman, Harief Taufik., dan Syamsir Abduh. 2016. Studi Tegangan Tembus Minyak Kemiri Sunan Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Transformator Daya. *JE Tri*. 13(2): 11-28.
- [7] Nur Wahyu Utomo. 2019. Studi Karakteristik Bio Transformer Oil Berbahan Dasar Minyak Kemiri Sunan (*Reutealis Trisperma Blanco*) Sebagai Alternatif Isolasi Cair Pada Transformator Daya. Universitas Jember.
- [8] Perusahaan Listrik Negara (PLN), 1982 *Minyak Isolasi Transformator*. Jakarta: SPLN 49-1 Tahun 1982.
- [9] Rudi Kurnianto & M. Taufan, 2012. *Breakdown Strength Of Biodegradable Dielectric Liquid: The Effect Of Temperature And Viscosity*. Dept. Of Electrical Engineering, Tanjung pura University.
- [10] Wahyu Kunto W, Yuningtyastuti, Avdul Syakur. 2008. *Analisi Karakteristik Breakdown Voltage Pada Dielektrik Minyak Shell Diala B pada suhu 30 sampai 130 derajat celcius, jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*.
- [11] Widyaningrum, Kirana Sari., Dedy Kurnia Setiawan, dan Bambang Sri Kaloko. 2017. Pengaruh Variasi Suhu Destilasi Terhadap Karakteristik Minyak Jarak Sebagai Alternatif Isolasi Cair pada Transformator Daya. Universitas Jember.

