

# Pengaruh Viskositas Dan Kadar Air Terhadap *Breakdown* Isolasi Minyak Transformator Shell Diala B

Nirmalasari, Diki Ariwinoto, Lanto M. Kamil Amali, Ade Irawaty Tolago  
Teknik Elektro  
Universitas Negeri Gorontalo  
Gorontalo, Indonesia  
nirmalasari0301@gmail.com

## *Abstrak*

Faktor yang mempengaruhi menurunnya mutu dalam ketersediaan pelayanan energi listrik adalah gangguan terhadap minyak transformator, hal ini bisa disebabkan berbagai faktor diantaranya berupa adanya kontaminasi partikel-partikel serta uap air pada transformator. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh viskositas dan kadar air terhadap breakdown voltage minyak transformator Shell Diala B. Metode pengujian breakdown voltage berdasarkan standar IEC 156, elektroda setengah bola dengan jarak antara elektroda 2.5 mm. Hasil pengujian viskositas dan kadar air terhadap breakdown voltage minyak transformator Shell Diala B menunjukkan viskositas pada minyak transformator dapat mempengaruhi breakdown voltage minyak transformator, semakin kecil nilai viskositas yang terkandung dalam minyak transformator, maka breakdown voltage minyak transformator akan semakin besar. Demikian pula kadar air yang ada didalam minyak transformator, semakin banyak kadar air yang terkandung didalam minyak transformator maka breakdown voltage yang terjadi pada minyak transformator akan semakin cepat (buruk).

*Kata Kunci - Breakdown voltage; kadar air; minyak transformator; viskositas.*

## *Abstract*

*The factors that affect the quality in the availability of electrical energy services are disturbances to transformer oil, this can be caused by various factors such as contamination of particles and moisture in the transformer. This study aims to describe the effect of viscosity and water content on the breakdown voltage of Shell Diala B transformer oil. The breakdown voltage test method is based on the IEC 156 standard, hemispherical electrodes with a distance of 2.5 mm between the electrodes. The results of testing the viscosity and water content of the breakdown voltage of Shell Diala B transformer oil show that the viscosity of transformer oil can affect the breakdown voltage of transformer oil, the smaller the viscosity value contained in transformer oil, the greater the breakdown voltage of transformer oil. Likewise, the water content in transformer oil, the more water content contained in transformer oil, the breakdown voltage that occurs in transformer oil will be faster (bad).*

*Keywords - Voltage breakdown; air content; transformer oil; viscosity.*

## I. PENDAHULUAN

Berbagai permasalahan dalam hal menjaga kehandalan pasokan energi listrik juga terjadi di PT. PLN UP3 Area Gorontalo. Dimana salah satu faktor yang mempengaruhi menurunnya mutu dalam ketersediaan pelayanan energi listrik adalah gangguan terhadap minyak transformator, dimana penyebabnya bisa dari beban transformator yang tinggi, dan adanya kontaminasi partikel-partikel dan uap air pada transformator.

Minyak transformator merupakan media isolasi dan pendingin pada transformator untuk

memisahkan penghantar listrik yang bertegangan sehingga penghantar tidak terjadi lompatan listrik atau percikan api.[1] Minyak transformator berkerja secara bersirkulasi mengisolasi bagian inti dan belitan didalam transformator sehingga dapat menjadi media pemindah panas, isolasi dan media pendingin.[2]-[3] Akan tetapi transformator yang beroperasi secara terus menerus akan mempengaruhi sifat dan komposisi dari minyak transformator itu sendiri, hal ini dapat menyebabkan tegangan lebih dan pemanasan termal karena adanya energi panas yang ditimbulkan oleh penghantar listrik.[4] Panas yang ditimbulkan penghantar dapat menyebabkan

naiknya temperature isolasi diatas suhu maksimumnya.[5] Apabila kondisi pemanasan ini berlangsung terus menerus isolasi dapat mengalami pemburukan dan dapat menyebabkan kegagalan isolasi yang dapat menyebabkan breakdown isolasi, kondisi ini dapat disebabkan oleh kandungan dalam minyak trafo telah terkontaminasi dengan partikel-partikel dan uap air dalam transformator, agar tidak terjadi kegagalan isolasi maka perlu diketahui terlebih dahulu kemampuan kerja isolasi yang digunakan.[1]-[6] Sebagai bahan isolasi dan media pendingin minyak transformator memerlukan syarat-syarat tertentu, hal ini sebagaimana dijelaskan dalam SPLN 49-1 : 1980.[7]-[8] Adapun persyaratan yang harus terpenuhi dalam minyak transformator diantaranya adalah viskositas, kandungan air dan breakdown isolasi.[9]

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini yaitu Bagaimana pengaruh viskositas dan kadar air terhadap breakdown isolasi minyak transformator Shell Diala B dalam kondisi baru dan bekas?

Penelitian ini bertujuan untuk Mendeskripsikan pengaruh viskositas dan kadar air terhadap breakdown isolasi minyak transformator Shell Diala B dalam kondisi baru dan bekas agar dapat mengetahui layak atau tidaknya penggunaan bahan isolator untuk waktu yang cukup lama.

Pengaruh Kontaminan Air Terhadap Tegangan Tembus pada Minyak Trafo dan Minyak Kelapa murni oleh Andri Suherman, 2016 menjelaskan Isolasi cair pada umumnya menggunakan minyak mineral karena mempunyai daya serap panas yang baik dan memiliki karakteristik dielektrik yang bagus sebagai isolator, namun karena sifatnya yang kurang ramah lingkungan, maka perlu dicari solusi untuk mengatasinya sehingga dicoba meneliti karakteristik minyak organik dalam hal ini minyak kelapa murni sebagai pengganti isolasi cair minyak mineral sekaligus untuk mengetahui pengaruh kontaminan air terhadap parameter, seperti tegangan tembus, viskositas, dan angka kenetralannya.[9]

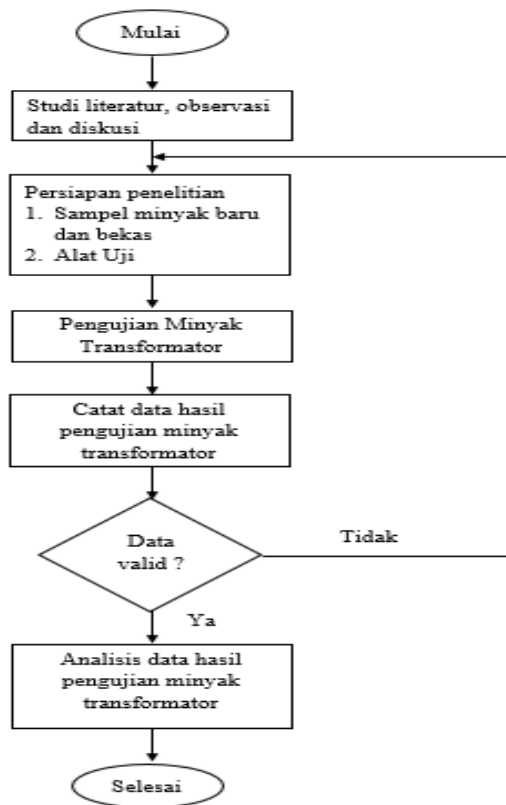
## II. METODE

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimen pengujian. Metode eksperimen pengujian merupakan suatu tindakan dan pengamatan yang dilakukan untuk membuktikan sendiri apa yang sementara diteliti. Serta dapat menganalisis dan menarik kesimpulan dari proses yang dialaminya.[10] Minyak transformator yang digunakan dalam pengujian breakdown voltage adalah shell diala B (minyak baru dan minyak bekas). Pengujian breakdown voltage dilakukan sesuai standar IEC 156.[11]-[12]-[13] Dimana elektroda yang digunakan adalah elektroda setengah bola dengan jarak antar elektroda 2,5 mm. Suhu pada minyak transformator yang diuji diatur dari suhu 28<sup>0</sup>C, 58<sup>0</sup>C dan 88<sup>0</sup>C untuk mendapatkan nilai viskositas yang berbeda-beda. Dan kadar air pada minyak transformator yang diuji ditambahkan kadar air 1 ml, 2 ml dan 3 ml untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap breakdown voltage.[14]

Penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengujian karakteristik minyak transformator diantaranya adalah pengujian viskositas, kadar air dan tegangan tembus. Penelitian ini menguji dan menganalisis bagaimana pengaruh temperatur terhadap karakteristik minyak dan pengaruh perubahan nilai karakteristik viskositas serta kadar air minyak terhadap tegangan tembus minyak transformator. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran baru bagaimana pengaruh temperatur terhadap karakteristik minyak transformator serta pengaruh nilai viskositas dan kadar air terhadap tegangan tembus minyak transformator.[1]

- Analisis data hasil pengujian

Selanjutnya dilakukan analisis data hasil pengujian minyak transformator Shell Diala B, dengan mendeskripsikan pengaruh viskositas dan kadar terhadap breakdown isolasi minyak transformator. Adapun gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Pengujian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang telah dilakukan pada minyak trafo shell diala dengan metode uji IEC 156 dapat dilihat berdasarkan hasil dan pembahasan di bawah ini.

#### A. Pengukuran Massa Jenis Minyak Transformator Shell Diala B

Hasil pengukuran massa jenis minyak transformator Shell Diala B pada sampel minyak baru dan minyak bekas dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Nilai Rata-Rata Pengukuran Masa Jenis Minyak Transformator Shell Diala B

Nilai Rata-rata pengukuran massa jenis minyak transformator Shell Diala B			
Sampel minyak	Massa piknometer tanpa minyak transformator (g)	Massa piknometer dengan minyak transformator (g)	Volume minyak transformator dipiknometer (cm <sup>3</sup> )
Minyak Baru	33,7	72,63	50
Minyak Bekas	33,7	72,73	50

Berdasarkan hasil diatas dilakukan perhitungan melalui persamaan (1)

$$\rho = \frac{m2-m1}{v} \quad (1)$$

Dimana :

$\rho$  = massa jenis minyak transformator (gram/cm<sup>3</sup>)

$m1$  = massa piknometer tanpa minyak transformator (gram)

$m2$  = massa piknometer dengan minyak transformator (gram)

$v$  = volume minyak transformator dipiknometer (m<sup>3</sup> atau cm<sup>3</sup>)

Massa jenis minyak transformator Shell Diala B (minyak baru) diperoleh sebesar 0,7786 g/cm<sup>3</sup> sedangkan masa jenis minyak transformator Shell Diala B (minyak bekas) sebesar 0,7806 g/cm<sup>3</sup>

#### B. Viskositas Minyak Transformator Shell Diala B

Pengujian minyak transformator pada uji coba nilai viskositas dilakukan dengan memanaskan minyak transformator dari suhu 28<sup>o</sup>C, 58<sup>o</sup>C, dan 88<sup>o</sup>C. Hasil pengujian viskositas minyak transformator Shell Diala B pada sampel minyak baru dan minyak bekas diperlihatkan pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Pengujian Viskositas Minyak Transformator Shell Diala B

Nilai Rata-Rata Pengujian Viskositas Minyak Transformator Shell Diala B (cP)			
Sampel minyak	Suhu 28 <sup>o</sup> C	Suhu 58 <sup>o</sup> C	Suhu 88 <sup>o</sup> C
Minyak baru (cP)	39,6	24,27	17,33
Minyak bekas (cP)	40,13	25,07	22,4

Hasil pengujian viskositas minyak transformator Shell Diala B pada sampel minyak baru dan minyak bekas pada tabel 2 diatas dapat dilakukan perhitungan matematis untuk mengkonversi nilai viskositas dinamis kedalam viskositas kinematik dengan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut

$$V = \frac{\mu}{\rho} \quad (2)$$

Dimana:

$V$  = Viskositas kinematic (cSt)

$\mu$  = Viskositas dinamis (poise)

$\rho$  = Massa jenis isolasi cair ( $g/cm^3$ )

Perhitungan viskositas kinematik minyak transformator Shell Diala B pada temperatur suhu  $28^0$  (Minyak baru)

Diketahui:  $\mu = 39,6 \text{ cP} = 0,396 \text{ P}$

$\rho = 0,7786 \text{ g/cm}^3$

Ditanya:  $V \dots ?$

Penyelesaian:  $V = \frac{\mu}{\rho}$

$$V = \frac{0,396}{0,7786}$$

$$V = 0,5086 \text{ St}$$

$$V = 50,86 \text{ cSt}$$

Hasil perhitungan nilai viskositas kinematik pada sampel minyak baru dengan temperatur suhu  $28^0$  sebesar 50,86 cSt. Perhitungan dilakukan kembali pada temperatur suhu  $58^0$  dan  $88^0$  dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Viskositas Kinematik Minyak Transformator Shell Diala B

Nilai Viskositas Kinematik Minyak Transformator Shell Diala B			
Sampel minyak	Temperatur $^0C$		
	$28^0$	$58^0$	$88^0$
Minyak baru (cSt)	50,86	31,17	22,26
Minyak bekas (cSt)	51,41	32,12	28,70

### C. Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B

Pengujian minyak transformator pada uji coba breakdown voltage dilakukan dengan memanaskan minyak transformator dari suhu  $28^0C$ ,  $58^0C$ , dan  $88^0C$ . Hasil pengujian breakdown voltage pada sampel minyak baru dan minyak bekas diperlihatkan pada tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Pengujian Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B

Nilai rata-rata hasil Pengujian Breakdown Voltage			
Sampel minyak	Temperatur		
	$28^0$	$58^0$	$88^0$
Minyak baru (kV)	24,90	34,18	46,43
Minyak bekas (kV)	16,33	29,51	37,26

### D. Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B Setelah Ditambahkan Kadar Air

Hasil breakdown voltage setelah ditambahkan kadar air pada sampel minyak baru diperlihatkan pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Pengujian Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B (Minyak Baru)

Nilai Rata-Rata Pengujian Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B Setelah Ditambahkan Kadar Air (Minyak Baru)			
Penambahan kadar air (ml)	Breakdown Voltage (kV)		
	$28^0C$	$58^0C$	$88^0C$
1 ml	15,21	22,67	28,66
2 ml	12,04	15,13	19,83
3 ml	9,78	11,45	14,46

Hasil pengujian breakdown voltage setelah ditambahkan kadar air pada sampel minyak bekas diperlihatkan pada tabel 6.

Tabel 6.

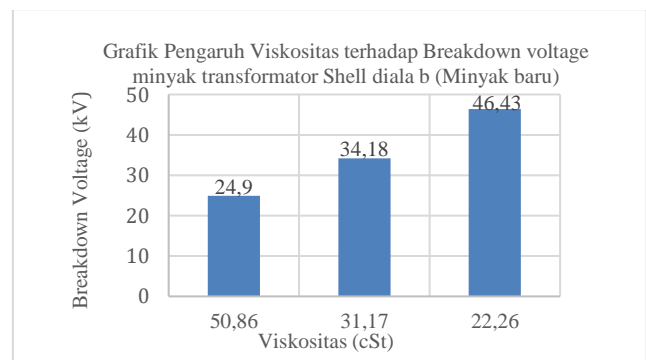
Nilai Rata-Rata Pengujian Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B (Minyak Bekas)

Nilai Rata-Rata Pengujian Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B Setelah Ditambahkan Kadar Air (Minyak Bekas)			
Penambahan kadar air (ml)	Breakdown Voltage (kV)		
	$28^0C$	$58^0C$	$88^0C$
1 ml	11,42	19,39	25,05
2 ml	8,52	13,83	16,33
3 ml	6,35	8,43	10,63

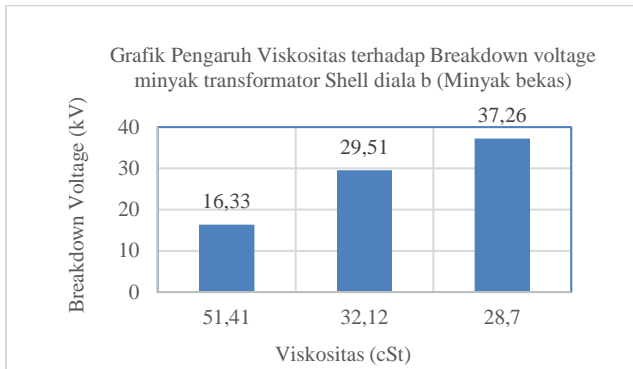
### E. Pembahasan

#### 1. Analisis Pengaruh Viskositas Terhadap Breakdown Isolasi Minyak Transformator Shell Diala B

Hasil perhitungan viskositas kinematik pada sampel minyak baru dan minyak bekas diperoleh seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 dan gambar 3:



Gambar 2. Grafik Pengaruh Viskositas Terhadap Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B (Minyak Baru)

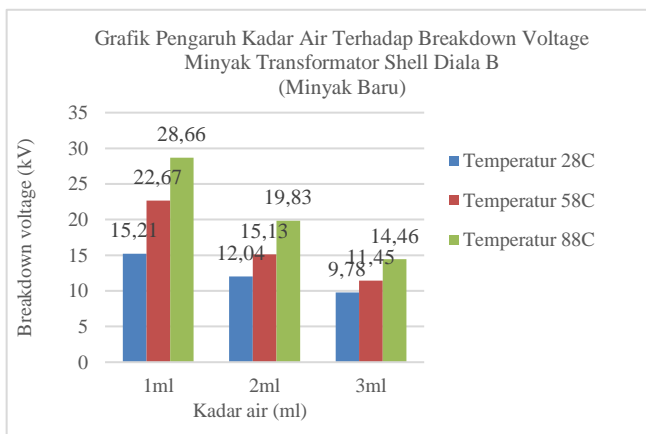


Gambar 3. Grafik Pengaruh Viskositas Terhadap Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B (Minyak Bekas)

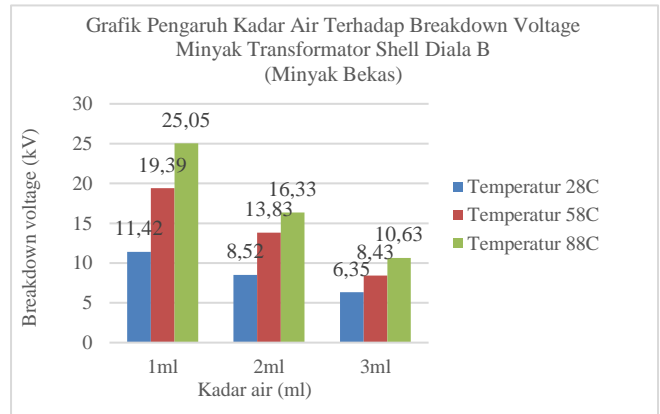
Dari gambar tersebut dapat diketahui *breakdown voltage* minyak transformator semakin meningkat (semakin baik) seiring dengan menurunnya tingkat nilai viskositas kinematik pada minyak transformator. Hal ini dapat disebabkan karena terjadinya kontaminasi pada minyak transformator yang memiliki nilai viskositas yang kecil lebih rendah dibandingkan dengan minyak transformator yang mempunyai viskositas tinggi.[15]

## 2. Analisis pengaruh kadar air terhadap breakdown voltage minyak transformator shell diala b

Hasil pengujian breakdown voltage setelah ditambahkan kadar air pada sampel minyak baru dan minyak bekas diperoleh grafik, seperti ditunjukkan pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Kadar Air Terhadap Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B (Minyak Baru)



Gambar 5. Grafik Pengaruh Kadar Air Terhadap Breakdown Voltage Minyak Transformator Shell Diala B (Minyak Bekas)

Dari gambar 4 dan 5 dapat diketahui breakdown voltage minyak transformator semakin cepat (buruk) seiring dengan bertambahnya kandungan air yang terdapat dalam minyak transformator shell diala b. Hal ini terjadi karena kandungan air yang tinggi pada minyak transformator shell diala b dapat mengakibatkan korosi serta endapan, bahan kontaminan seperti air memiliki sifat alami untuk bergerak ke daerah yang bertekanan listrik diantara elektroda karena air merupakan molekul polar yang bersifat konduktif.[8] Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kenaikan temperatur suhu pada minyak transformator dapat memberikan pengaruh terhadap breakdown voltage minyak transformator. Dimana semakin tinggi temperatur suhu pada minyak transformator shell diala b maka nilai breakdown voltage pada minyak transformator akan semakin meningkat.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang kami lakukan pengaruh viskositas dan kadar air terhadap breakdown isolasi minyak transformator shell diala b viskositas pada sampel minyak baru sebesar 31,17 cSt dan pada sampel minyak bekas sebesar 28,7 cSt sudah memenuhi standar breakdown volatege menurut IEC 156 sebesar 30 kV/2.5 mm. Kadar air yang terkandung dalam minyak transformator dapat mempengaruhi breakdown voltage minyak transformator dimana semakin banyak kadar air yang terkandung didalam minyak transformator maka breakdown voltage minyak transformator akan semakin cepat (buruk).

REFERENSI

- [1] H. T. Yanto, "Analisis Pengaruh Perubahan Kadar Air Dan Viskositas Terhadap Tegangan Tembus Minyak Transformator Nynas Nitro," 2014.
- [2] S. Dinyanti, *Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember*, no. September 2019. 2021.
- [3] J. Siburian, "Karakteristik transformator," *Jurnal Teknologi Energi UDA*, vol. VIII, no. 21, pp. 21, 23, 2019.
- [4] dan A. I. Wahyu Kunto Wibowo, Herminarto Nugroho, Nita Indriani Pertiwi, "Analisis Efek Viskositas Terhadap Tegangan Tembus Minyak Transformator," *Jurnal Teknologa*, vol. 1, no. 1, pp. 16–21, 2018.
- [5] I. M. D. Harinata, J. Ilham, and T. I. Yusuf, "Karakteristik Tegangan Tembus Isolasi Cair dan Isolasi Udara pada Beberapa Perubahan Suhu dan Diameter Elektroda," *Jurnal Teknik*, vol. 17, no. 1, pp. 1–18, 2019, doi: 10.37031/jt.v17i1.39.
- [6] D. Nugroho, "Kegagalan Isolasi Minyak Trafo," *Media ElektriKa*, ISSN 1979-7451, vol. 3, no. 2, pp. 1–10, 2010.
- [7] C. Widyastuti and R. A. Wisnuaji, "Analisis Tegangan Tembus Minyak Transformator Di PT. PLN (Persero) Bogor," *Elektron : Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 2, pp. 75–78, 2019, doi: 10.30630/eji.11.2.128.
- [8] J. Energi, "Pengaruh Kadar Air Terhadap Tegangan Tembus," vol. 10, no. 2, pp. 129–136, 2018.
- [9] D. Program, S. Elektro, U. Darma, P. Studi, T. Elektro, and U. Darma, "ANALISIS KARAKTERISTIK MINYAK TRANSFORMATOR STARLITE 400 kVA TERHADAP TEGANGAN TEMBUS," vol. X, no. 1, pp. 91–99, 2020.
- [10] D. Serdar, "Penerapan Metode Eksperimen Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Ilmiah Siswa Sekolah Dasar Kelas Tinggi," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 11, no. 1, p. 134, 2019, [Online]. Available: [http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484\\_SISTEM\\_PEMBETUNGAN\\_TERPUSAT\\_STRATEGI\\_MELESTARI](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI).
- [11] W. Y. Kunto Wibowo and A. Syakur, "Analisis karakteristik breakdown voltage pada dielektrik minyak shell diala b pada suhu 30 0 C-130 0 C," *Dipenogoro University*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2011.
- [12] ISO\_25178-2:2012, "International Standard International Standard," *61010-1 © Iec:2001*, vol. 2003, p. 13, 2003.
- [13] I. Standard 11266, *Standard Test Method for Furanic Compounds in Electrical Insulating Liquids by High-Performance Liquid Chromatography*. 2014.
- [14] D. Supriyanto, A. Syakur, and A. Nugroho, "Analisis Karakteristik Tegangan Tembus Minyak Trafo Sebelum Dan Sesudah Di Purifikasi Dengan Fenol," *Dipenogoro University*, pp. 1–3, 2016.
- [15] N. I. Aryanti, "Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember," *Digital Repository Universitas Jember*, no. September 2019, pp. 2019–2022, 2021.