

## Karakteristik Tegangan Tembus isolasi Cair Oli Tipe 10W-30, Sebagai Alternatif Penganti Minyak Trafo

**Lanto Mohamad Kamil Amali<sup>1</sup>, Yusran Moha<sup>2</sup>, Rio Matute<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

Email: yusranmoha1@gmail.com

Nomor Telp : +62 851 4643 3806

Asal Negara: Indonesia

### ABSTRAK

Pada sistem transmisi, isolator berfungsi sebagai pemisahkan antara dua atau lebih konduktor listrik yang bertegangan, agar antara konduktor ke konduktor lainnya tidak terjadi hubung singkat atau (Short Sirkuit). Pengujian ini bertujuan untuk menguji kelayakan tegangan tembus pada isolasi Oli Enduro Matic-S 10W-30, Oli Federal Matic 30 10W-30, dan Oli Unioil Power Max Matic 10W-30 diharapkan ke 3 oli tersebut bisa mengganti isolasi minyak trafo apabila nantinya dalam keadaan mendesak tidak mendapatkan minyak trafo jadi salah satu dari ke 3 oli tersebut bisa dipergunakan sebagai pengganti minyak trafo. Penelitian ini adalah metode eksperimen kami dalam menguji kelayakan Oli 10W-30 sebagai pengganti minyak trafo. Dari hasil pengujian di dapatkan bahwa dari ke 3 oli yang di uji hanya satu oli yang memenuhi standar minyak transformator itu pun hanya dalam kondisi suhu 30°C yaitu Oli Enduro Matic-S 10W-30 dengan nilai 36.44 kV. Sedangkan di saat suhu 40°C dan 50°C tegangan tembus yang di hasilkan menurun drastis sehingga tidak sesuai lagi dengan standar minyak transformator. oleh karena itu dari ke 3 oli yang telah di uji tidak ada yang cocok digunakan sebagai isolator minyak trafo. Karena dari hasil yang didapatkan dari ke 3 oli tidak stabil atau berada di bawah standar minyak transformator, seperti yang kita ketahui bahwa trafo akan berkerja dengan temperature yang berbeda beda karena pengaruh naik turunnya beban transformator.

**Kata kunci:** Tegangan Tembus, Isolasi Cair, Oli 10W-30.

### ABSTRACT

*In the transmission system, the insulator serves as a separator between two or more voltage conductors, so that there is no short circuit between one conductor and another (Short Circuit). This test aims to test the feasibility of the breakdown voltage on the insulation of Enduro Matic-S 10W-30 Oil, Federal Matic 30 10W-30 Oil, and Unioil Power Max Matic 10W-30 Oil. urgently not to get transformer oil so one of the 3 oils can be used as a substitute for transformer oil. This research is our experimental method in testing the feasibility of 10W-30 Oil as a substitute for transformer oil. From the test results, it was found that from the 3 oils tested, only one oil that met the transformer oil standard was only in a temperature condition of 30°C, namely Enduro Matic-S 10W-30 Oil with a value of 36.44 kV. Meanwhile, when the temperature is 40°C and 50°C, the resulting breakdown voltage decreases drastically so that it is no longer in accordance with transformer oil standards. Therefore, from the 3 oils that have been tested, none are suitable for use as transformer oil insulators. Because the results obtained from the 3 oils are unstable or below the transformer oil standard, as we know that the transformer will work with different temperatures due to the influence of the ups and downs of the transformer load.*

**Keywords:** Breakthrough Voltag, Liquid Insulation, 10W-30 oil.

### 1. PENDAHULUAN

Pada sistem transmisi, isolator berfungsi sebagai pemisahkan antara dua atau lebih konduktor listrik yang bertegangan, agar antara konduktor ke konduktor lainnya tidak terjadi hubung singkat atau (Short Sirkuit) [1]. Minyak trafo atau minyak transformator adalah suatu yang digunakan sebagai isolasi liquid sebagai pendingin kepada transformator [2]. Setengah bagian isolasi harus memiliki kemampuan untuk bisa menahan tegangan tembus, sebagai fungsi peredam panas pada trafo ini harus bisa meredam suhu panas yang timbul diakibatkan sistem kerja trafo. Dengan dua kemampuan penting yang pada minyak trafo diharapkan bisa melindungi trafo dari gangguan-gangguan yang tidak diinginkan. Seperti kita ketahui bahwa minyak trafo memiliki senyawa atau kandungan hidrokarbon, yang mana senyawa hidrokarbon yang ada ialah senyawa hidrokarbon parafinik, aromatik dan tak ketinggalan

senyawa hidrokarbon naftenik. Selain senyawa-senyawa dari keluarga hidrokarbon tadi adapun senyawa yang dikenal dengan istilah zat aditif walaupun disebutkan bahwa zat aditif kandungannya sangat sedikit [3].

Persyaratan minyak transformator [4] yang pertama yaitu Daya tahan isolasi harus kuat, menyesuaikan dengan IEC 296 minyak trafo harus Class 1 dan 2 yaitu belum di Filter atau minyak baru  $> 30 \text{ kV}/2,5 \text{ mm}$  dan setelah difilter yaitu  $> 50 \text{ kV}/2,5 \text{ mm}$ . kedua viskositas yang rendah supaya tidak lebih mudah dalam bersirkulasi dan kekuatan pendinginan pun menjadi lebih baik. Pada IEC 296 Viskositas minyak isolasi class 1 pada saat suhu 40°C ialah  $< 16,5 \text{ cSt}$  [5]. Ketiga titik nyala tinggi, tidak mudah menguap sehingga dapat membahayakan transformator. Sesuai standar IEC 296 Flash point minyak transformator harus di atas pada suhu 163°C dan Pour point adalah di bawah suhu  $-30^{\circ}$  Keempat

tidak membahayakan isolasi padat lainnya. Dan Sifat kimianya (keasaman) harus stabil.

Karena fungsi dari minyak trafo adalah untuk isolasi dan pendingin tidak ada salahnya kita menguji isolator minyak dari oli motor yang biasa digunakan di motor sebagai pelumas mesin atau kurang lebih sama dengan kegunaan. Adapun minyak transfrormator yang di gunakan dalam penelitian ini adalah Oli Enduro Matic-S 10W-30, Oli Federal Matic 30 10W-30, dan Oli Unioil Power Max Matic 10W-30 yang biasa digunakan untuk pelumas atau pendingin pada mesin motor disini kami akan mengujunya apakah oli motor ini layak digunakan sebagai isolator minyak pada trafo. Karena secara umum oli motor ini banyak digunakan atau dapat dijumpai dipasaran disamping itu harganya terjangkau.

Oli 10W-30 ini mempunyai karakteristik yang memiliki sifat bisa tetap mengalir di suhu  $-30^{\circ}\text{C}$ , namun di suhu tinggi kekentalannya hanya berkisar antara 9,3 cSt hingga 12,5 cSt [6]. Minyak ini biasa digunakan sebagai pelumas mesin kendaraan bermotor. Minyak oli ini terdapat bahan detergent-dispersant additive, jadi minyak oli ini bisa meminimalisir kotoran pada mesin, oli ini juga terdapat bahan aditif sehingga dapat mengatasi anti oksidasi, anti karat, anti aus dan anti busa [7]. Sebelumnya sudah ada yang melakukan pengujian isolator cair oli menggunakan oli mesran super SAE 40W [8]. Perbedaan dengan penelitian ini adalah hasil yang diperoleh, karena proses pengujian yang digunakan hampir sama dan tipe oli yang digunakan juga berbeda.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai pembanding kelayakan tegangan tembus pada isolasi, Oli 10W-30 diharapkan oli tersebut bisa mengganti isolasi minyak trafo apabila nantinya dalam keadaan mendesak tidak mendapatkan minyak trafo jadi salah satu dari ke 3 oli tersebut bisa dipergunakan sebagai pengganti minyak trafo.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah metode eksperimen kami dalam menguji kelayakan Oli 10W-30 sebagai pengganti minyak trafo

### 2.1 Terco Swedia

Terco Swedia adalah alat simulasi yang digunakan untuk hal-hal pengujian dalam tegangan tinggi seperti pada gambar 1. Terco Swedia mempunyai komponen utama yang terdiri dari Kilo Volt Meter yaitu sebuah alat yang digunakan untuk mengukur besar tegangan listrik yang ada dalam sistem tenaga listrik [9]. Kemudian pengatur Tegangan (Voltage Regulator) Merupakan alat yang digunakan untuk mengatur besar kecilnya tegangan keluaran. Kemudian Bejana Pengujian (Oil Test Cup) yaitu alat yang digunakan sebagai tempat minyak trafo yang akan di uji. Dan Trasformator Tegangan

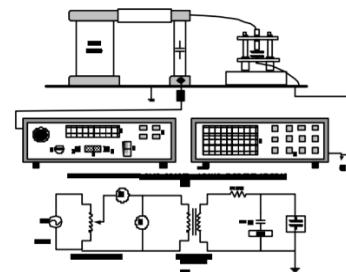
Tinggi. Trafo adalah suatu alat listrik yang berfungsi sebagai menaikkan tegangan atau bisa juga digunakan sebagai menurunkan tegangan. [10].

Gambar 1. Terco Swedia



### 2.2 Rangkaian Pengujian

Berikut rangkaian yang digunakan dalam pengujian tegangan tembus menggunakan Terco swedia dapat dilihat pada gambar 2.

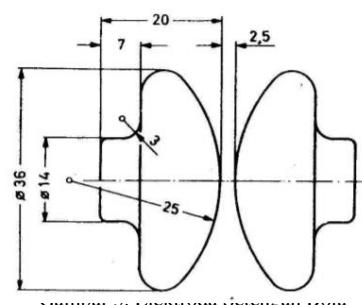


Gambar 2. Rangkaian Pengujian

Mengetahui standar kelayakan isolator tegangan tembus di minyak trafo, wajib melakukan pengujian agar mengetahui kelayakan minyak trafo. Pengujian kelayakan minyak trafo ini dengan melakukan menaikkan tegangan pada trafo. Guna untuk memberikan tegangan tinggi arus bolak balik, ke setiap fasanya [11].

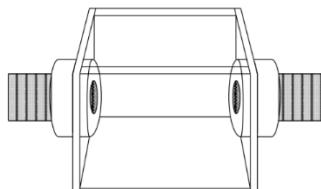
### 2.3 Elektroda Setengah Bola

Elektroda setengah bola dapat dilihat pada gambar 3. Menggunakan standar IEC 156 untuk mengukur tegangan tembus isolator cair yang mempunyai ukuran 50 mm. Elektroda setengah bola dibuat dari bahan alumunium. Jarak diameter elektroda yang digunakan saat pengujian ialah 2 mm dan 2.5 mm, dan 3 mm ini digunakan bertujuan karena jarak antara elektroda atau sela elektroda akan berpengaruh pada tegangan tembus yang dihasilkan pada isolasi cair [12].



### 2.4 Bejana Pengujian Horizontal

Bejana pengujian adalah sebagai sebuah bahan yang penting dalam proses pengujian isolasi car ini. Bejana pengujian dibuat dari bahan plastik jenis akrilik dengan diameter ketebalan 3 mm. Pengujian kali ini yang dipakai ialah Bejan Pengujian yang berbentuk horizontal seperti pada Gambar 4 [13].



Gambar 4. Bejana Pengujian Horisontal.

## 2.5 Aturan Pengujian

Di dalam melakukan pengujian harus mengacu pada standard pengujian IEC maupun ASTM D877-67 tentang cara standard pengujian tegangan tembus isolasi cair menggunakan lempengan elektroda (*Standard Method of Test for Dielectric Breakdown Voltage of Insulating Liquids Using Disk Electrodes*) [14].

### 1. Jarak elektroda

Jarak antar elektroda selama pengujian harus 0.100 inci (2.54 mm). Ini akan ditentukan dengan standard pengaturan  $0.100 \pm 0.0005$  inch (2.54 + 0.013 mm) atau pelat baja yang dapat dilepaskan dengan ketipisan 0.0995 dan 0.1005 inci. Kadang-kadang (2.527 dan 2.553 mm). Jarak harus di periksa kembali apa bila ada perbaikan atau pembersihan di dalam bejana [15].

### 2. Ketentuan

- 1) Minyak trafo dipakai sebagai isolator, pendingin.
- 2) Minyak trafo mempunyai kekuatan dielektrikum.
- 3) Syarat minimum pengukuran  $\leq 30$  kV/2,5 mm [8].

### 3. Pengujian suhu.

Dalam Pengujian Suhu kami melalukan 3 kali percobaan suhu yang pertama kami sesuaikan dengan suhu ruangan sekitar  $30^{\circ}\text{C}$ , pada percobaan ke dua kami menaikan suhunya ke  $40^{\circ}\text{C}$ , dan pada percobaan ke tiga kami menaikan suhunya dengan memanaskan lagi sampai pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$ . *temperature suhu* yang ada pada minyak trafo sangat berpengaruh pada tegangan tembus yang akan dihasilkan sehingga kami melakukan nya sampai 3 kali dengan suhu yang berbeda-beda agar kami dapat mengatahui dari ke 3 isolator oli mana yang layak di pakai sebagai penganti minyak transformator.

### 4. Jangkauan tegangan yang muncul.

Tegangan akan diterapkan dan ditambah dari kosong pada jangkauan  $3 \text{ KV/s} \pm 20\%$  selama breakdown terjadi sebagai petunjuk telah dioperasikannya rangkaian, dan nilai akan terekam sehingga kami dapat mengetahui tegangan tembus yang telah di uji dan kami juga

melakukan 3 kali percobaan pada suhu yang sama agar bisa mendapatkan nilai yang akurat.

### 5. Prosedur Percobaan

Peralatan yang dapat digunakan Terco Swedia. Prosedur Percobaan:

Bersihkan bejana pengujian dari kotoran dengan air.

- 1) Ambil salah satu oli yang akan di uji, di saat pengambilan oli usahakan tidak tersentuh dengan tangan atau lama terpapar udara luar karena oli sangat rentang kena kotoran.
- 2) Tuangkan oli pada bejana pengujian.
- 3) Nyalakan mesin Terco Swedia. Lalu tekan tombol start.
- 4) Naikan tegangan sampai tegangan bisa menembus isolator oli tersebut control desk dari mesin Terco swedia akan merekam secara otomatis tegangan tembus yang dihasilkan dari oli tersebut. Setelah control desk berhenti lalu tekan tombol reset guna untuk meriset data kembali seperti semula.

Pengujian dilakukan 3 (kali) untuk mengetahui nilai rata-ratanya dengan waktu berjara 1 menit untuk membersihkan sisa-sisa pengujian seperti cairan yang hangus pada isolator oli tersebut yang ada pada bejana pengujian biasnya sisa-sisa pengujian itu dijadikan jembatan untuk tegangan tembus. Bahan yang akan digunakan dalam pengujian yaitu Oli Enduro Matic-S 10W-30, Oli Federal Matic 30 10W-30 dan Oli Unioil Power Max Matic 10W-30 dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



## 3. HASIL PENGUJIAN

Hasil yang di dapatkan dari pengujian tegangan tembus isolator oli pada suhu ruangan atau  $30^{\circ}\text{C}$  ditunjukkan pada (tabel 1-3), sedangkan hasil yang di dapatkan dari pengujian tegangan tembus isolator oli setelah dilakukan proses penaikan suhu sebesar  $40^{\circ}\text{C}$  ditunjukkan pada (tabel 4-6) dan hasil yang di dapatkan dari pengujian tegangan tembus isolator oli pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  ditunjukkan pada (tabel 7-9) berikut ini.

1. Hasil Pengujian Tegangan Tembus isolator oli pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$ .

**Tabel 1. Oli Enduro Matic-S 10W-30**

Pengujian	Tegangan Tembus/2.5 mm (kV)	Suhu (°C)
1	33,85	30
2	42,82	30
3	32,67	30

Nilai Rata-Rata = 36,44 Kv

#### Federal Matic 30 10W-30

Pengujian	Tegangan Tembus/2.5 mm (kV)	Suhu
1	22,96	30
2	22,7	30
3	19,64	30

Nilai Rata-Rata = 21,76 Kv

#### Unioil Power Max Matic 10W-30

Dapat dilihat dari hasil pengujian nilai rata-rata pada suhu 30°C bahwa oli Enduro Matic-S 10W-30 yang paling tinggi dengan hasil 36.44 kV dibandingkan dengan Oli Federal Matic 30 10W-30

Pengujian	Tegangan Tembus/ 2.5 mm (kV)	Suhu (°C)
1	21,54	30
2	20,29	30
3	19,4	30

Nilai Rata-Rata = 20,41 Kv

Unioil Power Max Matic 10W-30.

2. Hasil Pengujian Tegangan Tembus Isolator oli pada suhu 40°C.

#### Tabel 4. Oli Enduro Matic-S 10W-30

Pengujian	Tegangan Tembus/2 mm (kv)	Suhu (°C)
1	24,5	40
2	21,50	40
3	18,99	40

Nilai Rata-Rata = 21,66 Kv

#### Federal Matic 30 10W-30

Pengujian	Tegangan Tembus/2.5 mm (kV)	Suhu (°C)
1	11.44	40
2	10.15	40
3	12.33	40

Nilai Rata-Rata = 11,30 Kv

#### Unioil Power Max Matic 10W-30

Pada suhu 40°C dapat dilihat dari hasil pengujian bahwa nilai rata-rata yang di hasilkan dari masing-masing oli turun dengan drastis kecuali Oli

Tabel 2. Oli

Pengujian	Tegangan Tembus/2.5 mm (kV)	Suhu (°C)
1	21,51	40
2	20,29	40
3	19,40	40

Nilai Rata-Rata = 20,4 Kv

Unioil Power Max Matic 10W-30 bahwa dapat dilihat

dia mampu mempertahankan nilai tegangan tembus dari suhu 30°C dengan nilai 21.76 kV dan di saat suhu dinaikkan pada 40°C mendapatkan nilai 20.4 kV dengan ini Oli Unioil Power Max Matic 10W-30 adalah oli yang mampu menjaga nilai tegangan tembus pada suhu 30°C dan 40°C.

3. Hasil Pengujian Tegangan Tembus Isolator Oli Pada Suhu 50°C.

#### Tabel 7. Oli Enduro Matic-S 10W-30

Pengujian	Tegangan Tembus/2.5 mm (kV)	Suhu (°C)
1	8.7	50
2	8.56	50
3	7.94	50

Nilai Rata-Rata = 8,4 Kv

Tabel 8. Oli

#### Federal Matic 30 10W-30

#### Tabel 9. Oli Unioil Power Max Matic 10W-30

Pengujian	Tegangan Tembus/2.5 mm (kV)	Suhu (°C)
1	13,82	50
2	12,33	50
3	9,80	50

Nilai Rata-Rata = 11,98 kV

Pengujian	Tegangan Tembus/2.5 mm (kV)	Suhu (°C)
1	8,60	50
2	7,94	50
3	4,22	50

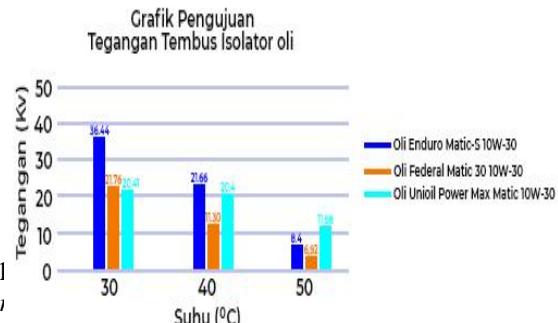
Nilai Rata-Rata = 6,92 kV

Tabel 5. Oli

Di saat suhu di naikan ke 50°C dapat dilihat bahwa hasil yang didapatkan dari masing-masing oli nilainya sangat rendah, hasil yang paling tinggi pada suhu 50°C di peroleh oleh Oli Unioil Power Max Matic 10W-30 dengan nilai 11,98 kV.

Tabel 6. Oli

Berikut grafik dari hasil perngujian tegangan tembus Isolator Oli:



Gambar 6. Grafik Pengujian Tegangan Tembus Isolator Oli.

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa Setelah dilakukan pengujian tegangan tembus oli dapat dilihat dari gambar 6 bahwa yang paling mencolok yaitu oli Oli Enduro Matic-S 10W-30 tegangan tembus pada suhu 30°C dengan hasil 36.44 Kv itu sudah memenuhi standar minyak transformator bahwa standar  $\leq 30$  kV/2,5 mm, namun saat di uji pada suhu 40°C dan 50°C tegangan tembusnya turun secara drastis. Sedangkan Oli Federal Matic 30 10W-30 dan Oli Unioil Power Max Matic 10W-30 dari kedua oli tersebut dapat dilihat bahwa tegangan tembus yang di hasilkan tidak memenuhi standar  $\leq 30$  kV. Namun pada Oli Unioil Power Max Matic 10W-30 dia mampu mempertahankan nilai tegangan tembus pada suhu yang berbeda beda dibandingkan dengan ke 2 oli diatas yang dimana pada saat suhu dinaikan tegangan tembus yang dihasilkan langsung menurun dari tegangan tembus sebelumnya.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil yang telah diuji dapat disimpulkan bahwa dari ke 3 oli yang di uji hanya satu oli yang memenuhi standar minyak transformator itu pun hanya dalam kondisi suhu 30°C yaitu Oli Enduro Matic-S 10W-30 dengan nilai 36.44 kV. Sedangkan di saat suhu 40°C dan 50°C tegangan tembus yang di hasilkan menurun drastis sehingga tidak sesuai lagi dengan standar minyak transformator. Sehingga dari oli yang telah di uji yang digunakan sebagai minyak transformator bahwa dari 3 oli yang telah di uji tidak cocok dipakai untuk penganti minyak trafo. Karena dari hasil yang di dapatkan tidak stabil atau berada di bawah standar minyak transformator, seperti yang kita ketahui bahwa trafo akan berkerja dengan temperature yang berbeda beda karena pengaruh naik turunnya beban transformator, maka dari itu trafo membutuhkan minyak trafo yang stabil dalam kondisi naik turun nya suhu pada trafo.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Syakur, A., Facta, M., & Sudharto, J. (2005). *PERBANDINGAN TEGANGAN TEMBUS MEDIA ISOLASI UDARA DAN MEDIA ISOLASI MINYAK TRAFO MENGGUNAKAN ELEKTRODA BIDANG-BIDANG*. 10(2), 4.
- [2]. *Produk / Minyak Insulasi Trafo*. (n.d.). Retrieved June 7, 2021, from <http://pt-abg.com/produk/minyak-insulasi-trafo.html>.
- [3]. *Treatment oli trafo, oli trafo, oli jakarta, jasa treatment trafo, jasa treatment trafo jababeka*. (n.d.). Retrieved June 7, 2021, from <https://treatmentolitrafo.net/blog/detail/13/apa itu-minyak-trafo>.
- [4]. Mudjiono, U., & Hidayat, E. P. (n.d.). *PENGUJIAN TEGANGAN TEMBUS ISOLASI MINYAK TRANSFORMATOR FASILITAS GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA*. Vol. 20, 8.
- [5]. *Indikator permukaan minyak Gambar 216 Indikator sistem pendingin Indikator / Course Hero*. (n.d.). Retrieved June 7, 2021, from <https://www.coursehero.com/file/p2iapdr/Indikator-permukaan-minyak-Gambar-216-Indikator-sistem-pendingin-Indikator>.
- [6]. Penggunaan Oli Yang Tepat Berdasarkan Spesifikasi Mesin. (2018, July 2). *Deltalube*. <https://www.deltalube.com/penggunaan-oli-mesin-yang-tepat-berdasarkan-spesifikasi-kendaraan>.
- [7]. BeritaSatu.com. (n.d.). *Ini Fungsi Sembilan Zat Aditif Pada Oli Mesin*. beritasatu.com. Retrieved June 7, 2021, from <https://www.beritasatu.com/otomotif/309910/ini-fungsi-sembilan-zat-aditif-pada-oli-mesin>.
- [8]. Darwanto, A. (n.d.). Perbandingan Tegangan Tembus Isolasi Minyak Transformator Diala B Dan Mesran Super Sae 40 W Menggunakan Hypot Model 04521aa. 5.
- [9]. Achmadi. (2021, May 30). *Voltmeter: Definisi, Fungsi, Jenis Serta Cara Menggunakan*. <https://www.pengelasan.net/voltmeter>.
- [10]. Liputan6.com. (2019, April 2). *Fungsi Trafo yang Perlu Kamu Tahu, Agar Tak Panik Saat Mati Listrik*. liputan6.com. <https://hot.liputan6.com/read/3931888/fungsi-trafo-yang-perlu-kamu-tahu-agar-tak-panik-saat-mati-listrik>.
- [11]. Ngabei, J. D. (2013, April 2). Pengujian Tegangan Tembus Minyak | Jendela Den Ngabei. *Pengujian Tegangan Tembus Minyak / Jendela Den Ngabei*. <http://jendeladenngabei.blogspot.com/2013/04/dengan-berkembangnya.html>
- [12]. Wibowo, W. K., Yuningtyastuti, I., & Syakur, A. (n.d.). *ANALISIS KARAKTERISTIK BREAKDOWN VOLTAGE PADA DIELEKTRIK MINYAK SHELL DIALA B PADA SUHU 300C-1300C*. 11.
- [13]. Ku rrahman, H. T., & Abduh, S. (2016). *STUDI TEGANGAN TEMBUS MINYAK KEMIRI SUNAN SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI MINYAK TRANSFORMATOR DAYA*. 13, 18.
- [14]. adipurnomo. (2020, July 1). Organisasi Standar ASTM. *Referensi Standar*. <https://standarku.com/organisasi-standar-astm-adalah>.
- [15]. Krismiandaru, E., Syakur, A., & Facta, M. (n.d.). *UJI TEGANGAN TEMBUS ARUS BOLAK-BALIK PADA MINYAK JARAK SEBAGAI ALTERNATIF ISOLASI CAIR*. 7.

