

**PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR DAN UMUR MINYAK  
TRANSFORMATOR TERHADAP DEGRADASI TEGANGAN  
TEMBUS MINYAK TRANSFORMATOR**



**Laporan Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat Menyelesaikan  
pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Listrik**

**OLEH:**

**DWIKE PUTRI**

**061830310145**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2021**

**PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR DAN UMUR MINYAK  
TRANSFORMATOR TERHADAP DEGRADASI TEGANGAN  
TEMBUS MINYAK TRANSFORMATOR**



**OLEH:**

**DWIKE PUTRI**

**061830310145**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Ir. Siswandi, M.T.**  
**NIP. 196409011993031002**

**Pembimbing II**

**Muhammad Noer, S.ST., M.T.**  
**NIP. 196505121995021001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Ir. Iskandar Lutfi, M.T.**  
**NIP. 196501291991031002**

**Koordinator Program Studi  
Teknik Listrik**

**Anton Firmansyah, S.T., M.T.**  
**NIP. 197509242008121001**

**ABSTRAK**

**PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR DAN UMUR MINYAK  
TRANSFORMATOR TERHADAP DEGRADASI TEGANGAN  
TEMBUS MINYAK TRANSFORMATOR**

(2021: xv + 65 hlm + Daftar Isi + Daftar Gambar + Daftar Tabel + Daftar Pustaka)

---

**Dwike Putri**  
**061830310145**  
**Program Studi Teknik Listrik**  
**Jurusan Teknik Elektro**  
**Politeknik Negeri Sriwijaya**

Isolasi cair minyak transformator memiliki peranan penting dalam sistem tenaga listrik. Agar kualitas minyak transformator tidak terjadi degradasi perlu dilakukan pengujian nilai tegangan tembus dan viskositas dengan minyak yang digunakan jenis shell diala S4 ZX-I. Pengujian menggunakan Alat uji Breakdown Voltage merek Megger OTS80 AF/2 dan Kinematik Viscosity Meter dengan umur minyak transformator dan temperatur yang berbeda-beda. Kelayakan minyak transformator dilihat dari hasil pengujian tegangan tembus dan viskositas berdasarkan standar IEC 60422 dan IEC 296. Dalam penelitian ini hasil pengujian dari minyak transformator shell diala S4 ZX-I baru tingkat kelayakan tegangan tembus masih baik karena  $>40\text{kV}/2,5\text{mm}$ , untuk minyak transformator shell diala S4 ZX-I bekas pakai 1 tahun tingkat kelayakannya masih wajar karena antara  $30\text{-}40\text{ kV}/2,5\text{mm}$  sedangkan minyak transformator shell diala S4 ZX-I bekas pakai 5 tahun tingkat kelayakannya buruk karena  $<30\text{ kV}/2,5\text{mm}$ . Semakin lama umur minyak transformator maka semakin kecil nilai tegangan tembus dan semakin besar viskositasnya. Dengan nilai tegangan tembus yang semakin besar dan viskositas semakin kecil menunjukkan bahwa minyak transformator tersebut masih layak untuk dipergunakan.

**Kata Kunci:** Minyak Transformator, Umur Minyak Transformator, Tegangan Tembus, Viskositas, Standar IEC 60422 dan 296

**ABSTRACT**  
**THE EFFECT OF TEMPERATURE INCREASE AND AGE**  
**TRANSFORMER OIL OF DEGRADATION BREAKDOWN**  
**VOLTAGE TRANSFORMER OIL**

(2021: xv + 65 Pages + Table of Contents + List of Images + List of Tables + References)

---

**Dwike Putri**  
**061830310145**  
**Electrical Engineering Study Program**  
**Electrical Engineering Department**  
**State Polytechnic of Sriwijaya**

Transformer oil liquid insulation has an important role in electric power systems. So that the quality of the transformer oil does not degrade, it is necessary to test the breakdown voltage and viscosity values with the oil used with the shell type Diala S4 ZX-I. The test uses the Megger OTS80 AF/2 Breakdown Voltage Test Equipment and Kinematic Viscosity Meter with different transformer oil ages and temperatures. The feasibility of transformer oil is seen from the results of the breakdown voltage and viscosity testing based on the IEC 60422 and IEC 296 standards. In this study, the test results of the new Diala S4 ZX-I shell transformer oil, the breakdown voltage feasibility level is still good because  $>40\text{kV}/2.5\text{mm}$ , for oil Diala S4 ZX-I shell transformer used for 1 year has a reasonable level of feasibility because it is between  $30\text{-}40\text{ kV}/2.5\text{mm}$ , while used Diala S4 ZX-I shell transformer oil has been used for 5 years, the feasibility is poor because it is  $<30\text{ kV}/2.5\text{mm}$ . The longer the life of the transformer oil, the smaller the breakdown voltage value and the greater the viscosity. With a higher breakdown voltage and lower viscosity, it indicates that the transformer oil is still suitable for use.

**Keywords:** Transformer Oil, Transformer Oil Age, Breakdown Voltage, Viscosity, IEC Standards 60422 and 296

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, Segala Puji hanya untuk Allah SWT serta diiringi dengan rasa syukur atas rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul **PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR DAN UMUR MINYAK TRANSFORMATOR TERHADAP DEGRADASI TEGANGAN TEMBUS MINYAK TRANSFORMATOR** sebagai syarat lulus di Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

Sholawat teriring salam senantiasa kita curahkan kepada panutan kita yakni Rasulullah Muhammad SAW, serta kepada keluarga, dan para Sahabat beliau yang takkan kita pernah lupakan pengorbanan beliau terhadap keadaan Umat-Nya. Semoga sholawat serta salam senantiasa tercurah bagi kita semua. Amin.

Dalam penyusunan Laporan Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan motivasi dari banyak pihak, terutama dari pihak keluarga khususnya kedua orangtua yang telah memberikan support dalam bentuk moril maupun materil, kepada pembimbing yang telah membimbing dalam pembuatan Laporan Akhir ini:

1. Bapak Ir. Siswandi, M.T.
2. Bapak Muhammad Noer, S.ST., M.T

Selain itu dalam kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir.Iskandar Lutfi,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Anton Firmansyah, S.T.,M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Saudari – Saudariku Yurike Pratiwi dan Elsy Tri Mareta yang telah membantu semangat dan do'a selama pengerjaan Laporan Akhir ini.
6. Kakak Dhana Ramayadi yang telah membantu banyak dalam memberikan saran, masukan dan semangat kepada penulis selama Pengerjaan Laporan Akhir.
7. Kepada teman seperjuangan kelas 6LA dan Teman-teman satu bimbingan yang telah memberikan semangat serta masukan.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis senantiasa mengharapkan saran maupun kritik yang sifatnya membangun demi bermanfaatnya Laporan Kerja Praktek ini. Akhirul kata, Semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca dan juga kepada penyusun sendiri. Mohon untuk mengucapkan Lafazd Aamiin Aamiin Ya Robbal'alamin.

Palembang, Juli 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACK .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	3
1.3.1. Tujuan .....	3
1.3.2. Manfaat .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Pengertian Transformator.....	6
2.2 Prinsip Kerja Transformator .....	7
2.3 Komponen-Komponen Transformator .....	7
2.3.1 Komponen Utama .....	7
2.3.2 Komponen Pembantu .....	12

2.4 Jenis-Jenis Transformator Berdasarkan Penggunaannya .....	15
2.5 Bahan Isolasi (Penyekat) .....	17
2.6 Bahan Isolasi Cair .....	18
2.6.1 Jeni-Jenis Minyak Isolasi Transformator .....	18
2.6.2 Pengujian Tegangan Tembus Minyak Transformator .....	20
2.6.3 Viskositas Minyak Transformator .....	22
2.6.4 Mekanisme Kegagalan Isolasi Cair .....	23

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	25
3.2 Data Pada Nameplat Transformator .....	26
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	27
3.4 Peralatan Bantu Perhitungan .....	29
3.5 Prosedur Percobaan .....	29
3.6 Flowchart Pengujian Minyak Transformator .....	31
3.7 Data Hasil Pengujian Minyak Transformator Shell Diala S4 ZX-I .....	32
3.7.1 Data Hasil Pengujian Minyak Transformator Baru .....	32
3.7.2 Data Hasil Pengujian Minyak Transformator Bekas Pakai 1 Tahun ....	33
3.7.3 Data Hasil Pengujian Minyak Transformator Bekas Pakai 5 Tahun ....	34
3.7.4 Data Hasil Pengujian Viskositas Minyak Transformator .....	35

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Data Hasil Perhitungan Tegangan Tembus Minyak Transformator .....	36
4.1.1 Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan Tegangan Tembus .....	49
4.1.2 Grafik Perbandingan Tegangan Tembus Minyak Transformator .....	50
4.2 Data Hasil Perhitungan Viskositas Minyak Transformator .....	51
4.2.1 Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan Viskositas Minyak Transformator .....	57
4.2.2 Grafik Perbandingan Viskositas Minyak Transformator .....	58
4.3 Perbandingan Pengukuran Tegangan Tembus dan Viskositas Minyak Transformator .....	59



4.3.1 Grafik Perbandingan Tegangan Tembus dan Viskositas Minyak	
Transformator .....	60
4.4 Analisa Data .....	61

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	64
5.2 Saran.....	65

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
Gambar 2.1 Kontruksi Transformator .....	6
Gambar 2.2 Kumbaran Transformator .....	7
Gambar 2.3 Inti Besi .....	8
Gambar 2.4 Minyak Tranformator .....	9
Gambar 2.5 Busing Transformator .....	10
Gambar 2.6 Konservator .....	11
Gambar 2.7 Isolasi Belitan .....	12
Gambar 2.8 Pendingin Transformator .....	12
Gambar 2.9 Tap Changer .....	14
Gambar 2.10 Alat Pernapasan (Silica Gel) .....	15
Gambar 2.11 Transformator Daya .....	15
Gambar 2.12 Transformator Distribusi .....	16
Gambar 2.13 Transformator Tegangan .....	16
Gambar 2.14 Transformator Arus .....	17
Gambar 3.1 Transformator Daya 80 MVA .....	25
Gambar 3.2 Nameplat Transformator Daya 80 MVA .....	26
Gambar 3.3 Alat Pengujian Tegangan Tembus .....	27
Gambar 3.4 Minyak Transformator .....	28
Gambar 3.5 Thermometer .....	28
Gambar 3.6 Kinematic Viscosity Meter .....	28
Gambar 3.7 Flowchart Pengujian Minyak Transformator .....	31
Gambar 4.1 Grafik Pengukuran Tegangan Tembus .....	50
Gambar 4.2 Grafik Perhitungan Tegangan Tembus .....	50
Gambar 4.3 Grafik Pengukuran Viskositas Minyak Transformator .....	58
Gambar 4.4 Grafik Perhitungan Viskositas Minyak Transformator .....	58
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Tegangan Tembus dan Viskositas Minyak Transformator Baru .....	60
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Tegangan Tembus dan Viskositas Minyak Transformator Bekas Pakai 1 Tahun .....	60

Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Tegangan Tembus dan Viskositas Minyak

Transformator Bekas Pakai 5 Tahun.....61

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal</b>
Tabel 2.1 Tipe Pendingin Transformator .....	13
Tabel 2.2 Jenis Isolasi Minyak Transformator .....	20
Tabel 2.3 Standar Minyak Transformator Pakai Standar IEC 60422.....	21
Tabel 2.4 Hubungan Kerapatan Udara relative dengan Faktor Koreksi Kerapatan Udara .....	21
Tabel 3.1 Data Hasil Pengukuran Tegangan Tembus Minyak Transformator Baru.....	32
Tabel 3.2 Data Hasil Pengukuran Tegangan Tembus Minyak Transformator Bekas Pakai 1 Tahun.....	33
Tabel 3.3 Data Hasil Pengukuran Tegangan Tembus Minyak Transformator Bekas Pakai 5 Tahun.....	34
Tabel 3.4 Data Hasil Pengukuran Viskositas Minyak Transformator.....	35
Tabel 4.1 Perhitungan Tegangan Tembus Minyak Transformator .....	48
Tabel 4.2 Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan Tegangan Tembus .....	49
Tabel 4.3 Perhitungan Viskositas Minyak Transformator .....	56
Tabel 4.4 Perbandingan Pengukuran dan Perhitungan Viskositas Minyak Transformator .....	57
Tabel 4.5 Perbandingan Tegangan Tembus dan Viskositas Minyak Transformator .....	59

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Lembar Rekomendasi Sidang .....
Lampiran 2 Lembar Kesepakatan Bimbingan .....
Lampiran 3 Lembar Bimbingan .....
Lampiran 4 Lembar Pernyataan .....
Lampiran 5 Lembar Data Tegangan Tembus dan Viskositas .....
Lampiran 6 Dokumentasi Penulis .....