

**SKRIPSI**

**PENGUJIAN MINYAK NYNAS NITRO LIBRA SEBAGAI ISOLATOR  
PADA TRANSFORMATOR TENAGA 150 KV MENGGUNAKAN  
METODE PENGUJIAN WARNA, KADAR AIR, DAN TEGANGAN  
TEMBUS DI GARDU INDUK BANTUL**

**Disusun oleh:**

**Dimas Septe Ardianta**

**NIM. 20150120009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2019**

**HALAMAN PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dimas Septe Ardianta

NIM : 20150120009

Jurusan : Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir (Skripsi) ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari ditemukan hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 20 April 2019

Yang Menyatakan,



Dimas Septe Ardianta

NIM. 20150120009

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Kupersembahkan karya kecil ini untuk:*

### ***Ibu Sri Handayani dan Bapak Samidi Samtosudjono***

*Kedua orang tua saya yang saya cintai, yang telah merawat dan membesarkan saya dengan penuh kasih dan sayang, yang telah mendidik dan membimbing saya, yang telah mendukung dan memotivasi serta mendoakan saya untuk menjadi lebih baik dikemudian hari, terimakasih bapak, ibuk*

### ***Wulan Suciati dan Mas Hanafi***

*Kakak saudara yang menyemangati saya ketika sedang terjadi konflik saat pengerjaan skripsi, yang mampu memotivasi saya lagi supaya menjadi seseorang yang sabar, dan rendah hati ketika mendapatkan masalah dikala sedang melakukan sebuah kewajiban yang berat*

## MOTTO

“Jawaban sebuah keberhasilan adalah terus belajar dan tak kenal putus asa”

“Yang membedakan orang sukses dan orang gagal bukan karena yang satu memiliki kemampuan dan ide lebih baik, tapi karena berani mempertaruhkan ide, menghitung resiko, dan bertindak cepat”

---\*\*\*---

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ

وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ

Karena sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan, Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh(urusan) yang lain, dan hanya kepada tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(Qs. Al –Insyiraah [94] :5-8)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENGESAHAN I.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENGESAHAN II .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERNYATAAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
MOTTO.....	iv
INTISARI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Batasan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Tujuan Tugas Akhir .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat Tugas Akhir .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Metodologi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.7 Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Landasan Teori .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Transformator Daya.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2 Kelas Insulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3 Minyak Transformator.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.2.4 Syarat-Syarat Minyak Isolator Yang Sesuai Standar	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5 <i>Oil Quality</i> (Karakteristik)	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.6 Standar Warna Minyak Transformator ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.7 Proses Percepatan Penuaan Thermal ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.8 Teori Kegagalan Isolasi Cair	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Metode Analisis Kandungan Air	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Analisis Kekuatan Dielektrik	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Subjek, Waktu dan Tempat Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Populasi dan Sampel	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.1 Populasi	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2.2 Sampel	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Variabel Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Metode dan Rancangan Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1 Metode Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2 Rancangan Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Instrumen Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6 Alat dan Bahan Penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7 Gambar Rangkaian Pengujian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8 Bagan Pengujian Minyak Isolasi	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8.1 Bagan Alir Uji Warna Minyak	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8.2 Bagan Alir Uji Kandungan Air Minyak	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.8.3 Bagan Alir Uji Tegangan Tembus Minyak	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.9 Prosedur Pengujian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.9.1 Prosedur Pengujian Jenis Warna Minyak Transformator	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.9.2 Prosedur Pengujian Kandungan Air Minyak Transformator	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.9.3 Prosedur Pengujian Tegangan Tembus Minyak Transformator ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.10 Lembar Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.11 Teknik Pengumpulan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.12 Teknik Analisis Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV PEMBAHASAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1 Objek dan Area Studi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Hasil Pengujian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1 Data Hasil Pengujian Jenis Warna Minyak Baru	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2 Data Hasil Pengujian Jenis Warna Minyak Sedang Dipakai .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3 Data Hasil Pengujian Jenis Warna <i>Crude Oil</i> Transformator.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4 Data Hasil Pengujian Kadar Air <i>Crude Oil</i> /Minyak Bekas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.5 Data Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Baru .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.6 Data Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Sedang Dipakai .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.7 Data Hasil Pengujian Tegangan Tembus <i>Crude Oil</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V KESIMPULAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Prinsip Elektromagnetik..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Flowchart Alur Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.2 Flowchart Alur Pengujian ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.3 Seta Lovibond Colour Comparator.... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.4 Fibroman-C ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.5 Instrumen Penguji Tegangan Tembus Megger OTS 100AF..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.6 Rangkaian Pengujian Kadar Air ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.7 Rangkaian Pengujian Tegangan Tembus**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.8 Bagan Alir Uji Warna Minyak ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.9 Bagan Uji Kandungan Air Minyak.... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.10 Bagan Alir Uji Tegangan Tembus Minyak**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.11 Sampel Crude Oil dan Pelumas ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.12 Peletakan Sampel Minyak..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.13 Pengamatan Perbandingan Jenis Warna**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.14 Penuangan Sampel Minyak ke Dalam Gelas Ukur**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.15 Penuangan Sampel Minyak ke Dalam Gelas Uji**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.16 Penuangan Bahan Kimia Solven Xylol**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.17 Pencampuran Bahan Kimia Solvent Xylol**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.18 Pencampuran Bahan Kimia Toluene . **Error! Bookmark not defined.**



Gambar 3.19 Pemanasan Sampel Minyak dengan Campuran Bahan Kimia . **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.20 Sampel *Crude Oil* ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.21 Gelas Uji Tegangan Tembus ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.22 Kondisi Magger Tertutup ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.23 Mengaktifkan Megger OTS 100AF. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.24 Tampilan Layar Pengaturan Standar *IEC 60422* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.25 Tampilan Layar Megger OTS 100AF **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.26 Tampilan Saat Pengujian Tegangan Tembus **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.27 (a) Tampilan Hasil Pengujian, (b) Print-Out Hasil Pengujian . **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Kurva Nilai Tegangan Tembus Minyak Baru dengan Suhu Tetap- 32°C ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Kurva Nilai Dielektrik Minyak Baru dengan Suhu Tetap 32°C. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Kurva Nilai Tegangan Tembus Minyak Bekas Dipakai dengan Suhu Tetap 26°C ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Kurva Nilai Dielektrik Minyak Bekas dengan Suhu 26°C ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Kurva Nilai Tegangan Tembus Minyak Jenis *Crude Oil* dengan Suhu Tetap 22°C ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Kurva Nilai Dielektrik *Crude Oil* dengan Suhu Tetap 22°C ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Batas Standar Untuk Temperatur Naik di Atas Ambient ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- Tabel 2.2 Spesifikasi Minyak Isolasi Baru [SPLN 49-1:1982]**Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 2.3 Batasan Minyak Isolasi Bekas Pakai *IEC 422:1989***Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 2.4 Kategori peralatan berdasarkan tegangan operasinya**Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 2.5 Justifikasi Kondisi pada pengujian kualitas minyak**Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 2.6 Presentase Saturasi Air Pada Minyak (*IEC 60422 2013*)..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- Tabel 2.7 Klasifikasi Validitas Data Antara Pengujian Kadar Asam dan IFT ..... **Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 2.8 Kategori Warna Minyak Isolasi ..... **Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 2.9 Kandungan Air Pada Minyak..... **Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 3.1 Spesifikasi Minyak Nynas Nitro Libra.. **Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 3.2 Petunjuk Standar Warna Minyak *ASTM D1500***Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 3.3 Petunjuk Standar Kandungan Air Minyak *IEC 60422***Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 3.4 Petunjuk Standar Breakdown Voltage Minyak *IEC 60422* ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**
- Tabel 3.5 Data Pengujian *Crude Oil* Transformator**Error!** **Bookmark not defined.**
- Tabel 3.6 Lembar Hasil Pengujian Jenis Warna Minyak Transformator ..... **Error!**  
**Bookmark not defined.**

Tabel 3.7 Lembar Hasil Pengujian Kandungan Air Minyak Transformator .**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.8 Lembar Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Transformator .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.2 Hasil Jenis Warna Minyak Baru .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.3 Hasil Jenis Warna Minyak Sedang dipakai**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.4 Hasil Jenis Warna Minyak Bekas .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Baru**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6 Kekuatan Dielektrik Rata-Rata Minyak Baru**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Sedang Dipakai .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.8 Kekuatan Dielektrik Rata-Rata Minyak Sedang Dipakai.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Tegangan Tembus *Crude Oil***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.20 Kekuatan Dielektrik Rata-Rata Minyak *Crude Oil***Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A

AC = Alternating Current

ASTM = American Standard Testing Materials

D

D = Ketebalan Isolasi (mm)

E

E = Kekuatan Dielektrik (kV/mm)

H

HZ = Hertz

I

IEC = International Electrotechnical Commission

IEEE = Institute of Electrical and Electronics and Engineer

K

KG = Kilogram

KV = Kilo Volt

M

Mm = Milimeter

MVA = Mega Volt Ampere

O

OLTC = On Load Tap Changer

ONAN = Oil Natural Air Natural

ONAF = Oil Natural Air Force

P

PLN = Perusahaan Listrik Negara

PLTA = Pembangkit Listrik Tenaga Air

R

RS = Relative Saturation

S

SPLN = Standar Perusahaan Umum Listrik Negara

V

V<sub>BD</sub> = Voltage Breakdown

°C = Derajat Celcius

## DAFTAR LAMPIRAN

<u>LAMPIRAN 1.</u>	<u>DATA SHEET ALAT PENGUJIAN MINYAK ISOLASI TRAFU.....</u>	<u>84</u>
<u>LAMPIRAN 2.</u>	<u>DATA SHEET MINYAK TRANSFORMATOR NYNAS NITRO LIBRA.....</u>	<u>88</u>
<u>LAMPIRAN 3.</u>	<u>HASIL DATA PENGUJIAN NILAI JENIS WARNA MINYAK TRANSFORMATOR.....</u>	<u>90</u>
<u>LAMPIRAN 4.</u>	<u>HASIL DATA PENGUJIAN KANDUNGAN AIR MINYAK TRANSFORMATOR.....</u>	<u>91</u>
<u>LAMPIRAN 5.</u>	<u>HASIL DATA PENGUJIAN TEGANGAN TEMBUS MINYAK TRANSFORMATOR.....</u>	<u>92</u>
<u>LAMPIRAN 6.</u>	<u>DOKUMENTASI.....</u>	<u>93</u>
<u>LAMPIRAN 7.</u>	<u>SURAT-SURAT.....</u>	<u>98</u>