

**SKRIPSI**

**PENGARUH PEMANASAN DAN PENAMBAHAN SENYAWA  $ZnO$   
TERHADAP PENGUJIAN TEGANGAN TEMBUS MINYAK KELAPA  
MURNI (VCO) MENGGUNAKAN ELEKTRODA BOLA – BOLA**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :  
ANA DIANA RAMBANG  
03041381520054**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH PEMANASAN DAN PENAMBAHAN SENYAWA  $ZnO$   
TERHADAP PENGUJIAN TEGANGAN TEMBUS MINYAK KELAPA  
MURNI (VCO) MENGGUNAKAN ELEKTRODA BOLA – BOLA**



**SKRIPSI**

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**ANA DIANA RAMBANG**

**03041381520054**

**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro**

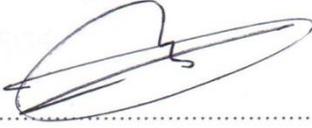


**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
NIP : 197108141999031005

**Palembang, Juli 2019  
Menyetujui,  
Pembimbing Utama**

**Ir. H. Ansyori, M.T.**  
NIP : 195708311987031001

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana stara satu (S1)

Tanda Tangan : 

Pembimbing Utama : *Anugori*

Tanggal : *25 Juli 2019*

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ana Diana Rambang  
NIM : 03041381520054  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Pengaruh Pemanasan dan Penambahan Senyawa  $ZnO$  terhadap Pengujian Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni ( $VCO$ ) Menggunakan Elektroda Bola – bola ” merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2019



Ana Diana Rambang

NIM : 03041381520054

*MOTTO :*

*A dream doesn't become reality through magic; it takes sweat, determination, and hard work. ~Colin Powell*

*Kupersembahkan kepada :*

- *Kedua Orang Tuaku*
- *Saudara Kandungku*
- *Keluarga Besariku*
- *Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya*
- *Sahabatku*
- *Keluarga Besar Teknik Elektro Angkatan 2015*
- *Bangsa dan Negara*
- *Almamater*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PENGARUH PEMANASAN DAN PENAMBAHAN SENYAWA  $ZnO$  TERHADAP PENGUJIAN TEGANGAN TEMBUS MINYAK KELAPA MURNI (*VCO*) MENGGUNAKAN ELEKTRODA BOLA – BOLA”. Shalawat dan salam tercurahkan kepada junjungan nabi besar kita Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan Insyaallah pengikutnya.

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Kepada ayahku Alm. H. Elwani, A.Md., ibuku Nurlaila beserta keluarga besar yang senantiasa mendoakan kelancaran dalam penulisan skripsi.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta staff.
3. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
4. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
5. Ibu Dr. Herlina Wahab, S.T., M.T. selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T. sebagai pembimbing akademik penulis selama masa perkuliahan yang telah membantu banyak penulis dalam memberi saran dan masukan dalam pengambilan mata kuliah.
7. Bapak Ir. H. Ansyori, M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing penulis dalam penyusunan tugas akhir serta penulisan skripsi yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
8. Bapak Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D., yang telah memberikan izin penulis untuk melakukan penelitian di Laboratorium Teknik Tegangan

Tinggi Universitas Sriwijaya, beserta bapak Lukmanul Hakim, S.T. yang sudah membantu dan mengawasi penulis dalam melakukan penelitian.

9. Bapak Ir. H. Abdul Hamid yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di Politeknik Akamigas Palembang serta memberikan bimbingan, arahan, dan juga nasehat kepada penulis agar terselesaikannya tugas akhir ini.
10. Bapak Edi Suprianto selaku teknisi di Laboratorium Eksplorasi Tambang Universitas Sriwijaya serta sudah membantu dan mengawasi penulis dalam melakukan penelitian. .
11. Teman – teman seperjuangan dari awal masuk kuliah sampai sekarang yang senantiasa menemani penulis (Annisa Sakinah, Amanda Septania G., Amelia Regita S., Grittarini Adellia, Intan Dwi Putri, Rahmat Rizki).
12. Teman – teman seperjuangan skripsi (Evander Johan M., Samuel Ricardo S., Rizki Aditama, Ridwan Sanny, Jon Thomas .H .D, M. Pharin Odiwijaya).
13. Keluarga Besar Teknik Elektro 2015 Kampus Bukit Universitas Sriwijaya.
14. Sahabat – sahabat ku yang aku sayangi (Hanna A. Izzah, Fitri Nurvita .N, A.Md. Kep, Yustika Agarti .W, A.Md. Keb., Safitri Ambar Sari, S.P., Rachella Renanda, Rima Karunia .P, Beta Ayu Mei .D, Desi K. Munthe, Puja Andelia, Annisa Salamah, S.E., Dinda Pratiwi, A.Md. Keb., Nia Safitri, S.Pt., Roikatul Jannah, S.P., Yurika Novalia S.Pd., Safitri Handayani, A.Md. Keb., Widya A. Harahap, A.Md. Kes., Innatha Amalina .P, Anisa Agustin, Thiara Refornica, Tasya Aurel F., Devita Apriliana, Ummiyati Nurwidyanovita, Nedyia Ayu Paramitha, A.Md. Keb., Yustika Wijaya, S.Pd., Dineke .B, Redza Muhammad, Erwin Saputra, S.Pd., Agung Prambudi, Fadillah Arifki, Adam Rahmanu, S.Tr., Moh. Tito Farfuqi, Rahmad Gunawan, Singgih Hari .P, Rizky Alpha .P, M. Samudra, Restu Aditya, M. Rakka Anugrah, A.Md. T., Rendi Saputra).
15. Pihak – pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal kebaikan dihadapan Allah SAW dan diharapkan Skripsi ini dapat menjadi sumbangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat menjadi manfaat bagi semua pihak yang terkait.

Palembang, Juli 2019

Penulis

## ABSTRAK

### PENGARUH PEMANASAN DAN PENAMBAHAN SENYAWA $ZnO$ TERHADAP PENGUJIAN TEGANGAN TEMBUS MINYAK KELAPA MURNI (*VCO*) MENGGUNAKAN ELEKTRODA BOLA – BOLA

(Ana Diana Rambang, 03041381520054, 2019, xvii + 56 hal. + lampiran)

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi penggunaan minyak mineral, dimana ketersediaannya yang terbatas, tidak terbarukan, serta tidak terdegradasi sehingga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan minyak mineral adalah dengan mencari alternatif pengganti isolasi cair menggunakan minyak olahan nabati, selain ketersediannya melimpah, minyak olahan nabati juga aman dan ramah lingkungan. Oleh karena itu perlunya dilakukan pengujian mengenai karakteristik minyak kelapa murni (*VCO*) dengan melakukan pengukuran tegangan tembus (*breakdown voltage*), kekentalan (*viscosity*), titik nyala api (*flash point*), dan kadar air (*water content*) nya untuk mengetahui kelayakan minyak kelapa murni (*VCO*) sebagai alternatif pengganti minyak mineral pada isolasi cair.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Universitas Sriwijaya dan laboratorium Politeknik Akamigas Palembang untuk menguji minyak kelapa murni (*VCO*). Perlu dilakukan pemanasan terlebih dahulu minimal sebesar  $70^{\circ}C$  dan penambahan konsentrasi senyawa  $ZnO$  sebesar 0,025 % yaitu nilai tegangan tembusnya mencapai 32 kV sehingga dapat dikatakan layak sebagai pengganti minyak isolasi cair karena telah memenuhi nilai standar IEC 60296 untuk spesifikasi minyak isolasi baru. Tegangan tembus terbesar pada sampel uji yaitu mencapai 46 kV dengan pemanasan  $120^{\circ}C$  terlebih dahulu serta dengan penambahan konsentrasi  $ZnO$  sebesar 0,075 %.

**Kata kunci** : Tegangan tembus, Minyak Kelapa Murni (*VCO*),  $ZnO$ .

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP : 197108141999031005

Palembang, Juli 2019  
Menyetujui,  
Dosen Pembimbing Utama



Ir. H. Ansyori, M.T.  
NIP : 19570831198703100

**ABSTRACT**  
**THE EFFECT OF HEATING AND ZINC OXIDE COMPOUND**  
**ADDITION ON THE BREAKDOWN VOLTAGE TEST USING SPHERE**  
**ELECTRODE**

(Ana Diana Rambang, 03041381520054, 2019, xvii + 56 pages + attachmen)

---

Various ways have been done to reduce the using of mineral oil, which is limited availability, non renewable, and non degraded, thus it can cause environmental pollution. One of the ways that can be done to reduce the using of mineral oil is finding an alternative of liquid insulation it uses vegetable oil, besides unlimited availability, the vegetable oil is also safe and friendly. Therefore, it needs to do an exmine about characteristics of pure coconut oil which is doing the breakdown voltage, viscosity, flash point, water content to know appropriateness of cocount oil as the alternative of substitute mineral oil in liquid insulation.

This research is done in library of Sriwijaya University and Laboratory of Politeknik Akamigas Palembang to exemine pure coconut oil. It needs be done a warming early of 70°C and adds of  $Z_nO$  compund concentrartion of 0,025% the breakdown voltage value reaches 32 kV, thus it can be said it is worthy as substitute of oil liquid insulation because it have fullled standard of IEC 60296 value to spesification of new liquid insulation, the highest breakdown voltage in exmine sample is 46 kV by warming of 120°C early then adding concentrartion  $Z_nO$  of 0,075%.

*Keyword : Breakdown Voltage, Virgin Cocount Oil, Zinc Oxide (ZnO).*

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.**  
**NIP : 197108141999031005**

**Palembang, Juli 2019**  
**Menyetujui,**  
**Dosen Pembimbing Utama**

A handwritten signature in black ink, likely belonging to Ir. H. Ansyori, M.T.

**Ir. H. Ansyori, M.T.**  
**NIP : 19570831198703100**

## DAFTAR ISI

<b>COVER SKRIPSI.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR RUMUS.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>NOMENKLATUR.....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>7</b>
2.1. Teori Umum.....	7
2.2. Dielektrik Cair.....	8
2.2.1. Sifat – Sifat Fisika Isolator Minyak.....	8
2.2.2. Sifat – sifat Kimia Isolator Minyak.....	10
2.2.3. Sifat Listrik Isolator Minyak.....	11
2.3. Minyak Sebagai Bahan Isolator Cair pada Transformator.....	13

2.3.1. Minyak Isolasi Mineral.....	13
2.3.2. Minyak Isolasi Sintesis.....	13
2.3.3. Minyak Isolasi Olahan Nabati.....	14
2.4. Parameter Fisis Pada Bahan Isolasi Cair.....	16
2.5. Pengaruh Pemanasan Terhadap Viskositas Minyak Isolasi.....	17
2.6. Pengaruh Pemanasan Terhadap Tegangan Tembus Minyak Isolasi.....	18
2.7. Teori Kegagalan Isolasi Cair.....	19
2.8. Penelitian Terdahulu.....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
3.1. Lokasi Penelitian.....	22
3.2. Waktu Penelitian.....	22
3.3. Peralatan dan Bahan.....	22
3.3.1. Elektroda.....	23
3.3.2. Kotak Uji.....	23
3.3.3. Minyak Kelapa Murni ( <i>Virgin Coconut Oil</i> ).....	24
3.3.4. Hot Plate.....	24
3.3.5. Gelas Ukur.....	25
3.3.6. Rangkaian Pembangkitan dan Pengukuran Tegangan Tinggi Bolak – balik .....	26
3.3.7. High Voltage Testing Unit.....	26
3.3.8. Senyawa Zinc Oxide ( <i>ZnO</i> ) .....	27
3.3.9. Alat Pengujian Titik Nyala Api ( <i>Flash Point</i> ).....	28
3.3.10. Alat Pengujian Kandungan Air ( <i>Water Content</i> ).....	28
3.3.11. Viscometer Bath.....	29
3.4. Tahapan Penelitian.....	29
3.4.1. Studi Literatur.....	29
3.4.2. Studi Wawancara.....	30
3.4.3. Pengumpulan Alat dan Bahan.....	30
3.4.4. Perancangan Penelitian.....	30
3.4.5. Prosedur Pengujian Titik Nyala Api.....	31
3.4.6. Prosedur Pengujian Kandungan Air.....	32

3.4.7. Prosedur Pengujian Viskositas.....	33
3.4.8. Prosedur Pengujian Tegangan Tembus.....	34
3.4.9. Pengesetan Peralatan.....	35
3.5. Pengolahan Data.....	36
3.6. Diagram Alir Tahapan Penelitian.....	37
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>	<b>38</b>
4.1. Data Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni.....	38
4.2. Data Viskositas Minyak Kelapa Murni.....	41
4.3. Data Titik Nyala Api Minyak Kelapa Murni.....	42
4.4. Data Kandungan Air Minyak Kelapa Murni.....	43
4.5. Analisa Data.....	45
4.5.1. Analisa Data Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni.....	45
4.5.2. Analisa Data Viskositas Minyak Kelapa Murni.....	46
4.5.3. Analisa Data Titik Nyala Api Minyak Kelapa Murni.....	47
4.5.4. Analisa Data Kandungan Air Minyak Kelapa Murni.....	48
4.5.5. Pengaruh besar Viskositas, Kandungan Air dan Titik Nyala Api terhadap Tegangan Tembus.....	49
4.5.6. Analisa Persentase Kenaikan Tegangan Tembus Terhadap Parameter.....	50
4.5.7. Analisa Persentase Kenaikan Viskositas Terhadap Parameter Acuan.....	51
4.5.8. Analisa Persentase Perbandingan Titik Nyala Api Terhadap Parameter Acuan.....	51
4.5.9. Analisa Persentase Perbandingan Kandungan Air Terhadap Parameter Acuan.....	51
4.5.10. Fenomena yang Terjadi pada Pengujian Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni.....	52
4.5.11. Analisis Kelayakan Minyak Kelapa Murni sebagai Alternatif Isolasi Cair.....	53
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>54</b>
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Kotak Uji dengan elektroda bola – bola.....	23
Gambar 3.2. Hot Plate.....	25
Gambar 3.3. Gelas ukur kapasitas 1 liter.....	25
Gambar 3.4. Rangkaian pembangkit dan pengukuran tegangan tinggi arus bolak – balik.....	26
Gambar 3.5. High Voltage Testing Unit.....	27
Gambar 3.6. Senyawa <i>ZnO</i> .....	27
Gambar 3.7. Alat Pengujian Titik Nyala Api ( <i>Flash Point</i> ).....	28
Gambar 3.8. Alat Pengujian Kandungan Air.....	28
Gambar 3.9. Viscometer Bath.....	29
Gambar 3.10. Rangkaian Pengujian.....	35
Gambar 4.1. Grafik rata – rata nilai tegangan tembus minyak kelapa murni ( <i>VCO</i> ).....	41
Gambar 4.2. Grafik nilai viskositas minyak kelapa murni ( <i>VCO</i> ).....	42
Gambar 4.3. Grafik nilai titik nyala api minyak kelapa murni ( <i>VCO</i> ).....	43
Gambar 4.4. Grafik nilai kandungan air minyak kelapa murni ( <i>VCO</i> ).....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Karakteristik dari minyak kelapa murni ( <i>VCO</i> ).....	14
Tabel 2.2. Karakteristik dari minyak kelapa sawit ( <i>CPO</i> ).....	15
Tabel 2.3. Standar Minyak Isolasi Baru IEC 60296.....	16
Tabel 2.4. Penelitian Terdahulu.....	20
Tabel 4.1. Nilai Tegangan Tembus.....	38
Tabel 4.2. Nilai Rata – Rata Tegangan Tembus.....	40
Tabel 4.3. Nilai Viskositas.....	41
Tabel 4.4. Nilai Titik Nyala Api.....	42
Tabel 4.5. Nilai Kandungan Air.....	43

## DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1. Kadar Air.....	33
Rumus 3.2. Viskositas.....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel perencanaan waktu penelitian
- Lampiran 2 Rumus Cara Perhitungan Persentase Konsentrasi  $ZnO$  terhadap Minyak Kelapa Murni
- Lampiran 3 Perhitungan rata – rata tegangan tembus
- Lampiran 4 Perhitungan persentase kenaikan tegangan tembus
- Lampiran 5 Perhitungan persentase kenaikan viskositas
- Lampiran 6 Perhitungan persentase kenaikan titik nyala api
- Lampiran 7 Perhitungan persentase kenaikan kandungan air
- Lampiran 8 Gambar sampel uji
- Lampiran 9 Surat izin penelitian di laboratorium tegangan tinggi
- Lampiran 10 Surat izin penelitian di laboratorium eksplorasi tambang
- Lampiran 11 Certificate of calibration
- Lampiran 12 Surat nilai kandungan air
- Lampiran 13 Kertas revisi
- Lampiran 14 Persentase plagiat

## NOMENKLATUR

- $v$	= tegangan
- $t$	= waktu yang dibutuhkan fluida mengalir hingga tanda batas
- $C$	= konstanta viskometer tube
- $\mu$	= viskositas atau kekentalan
- $m$	= massa
- $\rho$	= massa jenis
- <i>iec</i>	= international electrotechnical commision konsensus internasional yang berfungsi sebagai dasar standardisasi internasional dibidang teknologi listrik.
- <i>virgin coconut oil</i>	= minyak kelapa murni
- <i>zinc oxide</i>	= suatu senyawa kimia dengan rumus molekul $ZnO$ memiliki sifat semi konduktor
- <i>pour point</i>	= titik tuang
- <i>water content</i>	= kandungan air
- <i>viscosity</i>	= kekentalan
- <i>flash point</i>	= titik nyala api
- <i>crude palm oil</i>	= minyak kelapa sawit
- <i>hot plate magnetic stirrer</i>	= alat pengaduk dan pemanas yang digunakan untuk menhomogenkan suatu larutan dengan menggunakan batang magnet.
- <i>transformator</i>	= alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui satu gandengan magnet.
- <i>high voltage testing</i>	= alat untuk mengontrol tegangan tinggi
- <i>resistivity</i>	= tahanan jenis

- <i>dielectric dissipation factor</i>	= faktor kebocoran elektrik
- <i>viscometer bath</i>	= alat untuk mengukur viskositas / kekentalan
- <i>breakdown voltage</i>	= tegangan tembus
- <i>dielectric breakdown</i>	= kegagalan pada material dielektrik
- <i>thermal stress</i>	= pemanasan termal
- <i>over voltage</i>	= tegangan lebih
- <i>discharge</i>	= pelepasan muatan
- <i>isolator</i>	= benda yang tidak dapat / kurang baik menghantarkan panas dan listrik
- <i>circuit breaker</i>	= pemutus daya
- <i>kapasitor</i>	= komponen yang memiliki kemampuan dapat menyimpan muatan arus listrik didalam medan listrik selama batas waktu tertentu.
- <i>non drying oils</i>	= minyak yang tidak mengeras saat terkena udara
- <i>unused mineral insulating oil</i>	= minyak isolasi bekas
- <i>hidrokarbon</i>	= senyawa yang terdiri dari unsur atom karbon (C) dan atom hidrogen (H)
- <i>non hidrokarbon</i>	= senyawa organik yang mengandung unsur atom belerang, oksigen, nitrogen dan logam - logam
- <i>potassium hydroxide</i>	= Kalium Hidroksida / <i>KOH</i> berfungsi sebagai bahan baku pembantu pada industri tekstil, industri pupuk, fosfat, kimia agro, baterai alkaline dan industri sabun.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Masyarakat modern saat ini sangat membutuhkan energi listrik sebagai sarana mempermudah manusia dalam melakukan berbagai pekerjaan, karena sebagian besar aktivitas kehidupan manusia berhubungan dengan listrik. Listrik memegang peranan yang sangat penting dalam kehidupan. Dalam setiap kegiatan baik di rumah tangga maupun industri listrik telah menjadi sumber energi utama. Jenis penyaluran energi listrik di Indonesia berdasarkan besar tegangannya antara lain : Tegangan ekstra tinggi ( $> 150$  kV), tegangan tinggi ( $20$  V –  $150$  kV), tegangan menengah ( $380$  V –  $20$  kV) dan tegangan rendah ( $< 380$  V). Salah satu peralatan tegangan tinggi yang sangat penting adalah transformator. Pada transformator, untuk memisahkan penghantar – penghantar yang bertegangan digunakan suatu bahan isolasi yaitu minyak bumi atau minyak mineral. Isolasi minyak merupakan bagian yang penting untuk memisahkan dua atau lebih penghantar listrik yang bertegangan, sehingga antar penghantar yang bertegangan tersebut tidak terjadi hubung singkat yang dapat menyebabkan lompatan api atau percikan [1].

Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian ESDM RI, bahwa cadangan minyak di Indonesia dari tahun 2011 sampai tahun 2016 selalu mengalami penurunan [2]. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi penggunaan minyak mineral, dimana ketersediaannya terbatas, tidak terbarukan, serta tidak terdegradasi sehingga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan minyak mineral adalah dengan mencari alternatif pengganti isolasi cair menggunakan minyak olahan nabati. Ada dua alasan yang harus dipertimbangkan dalam

rangka mencari minyak trafo yang aman dan ramah lingkungan, pertama isolasi cair yang berasal dari minyak bumi sulit terdegradasi, sedangkan minyak nabati dapat terdegradasi secara sempurna. Kedua produk minyak bumi sewaktu – waktu dapat habis dan dibutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkannya lagi, sedangkan minyak nabati persediaannya melimpah [3]. Minyak nabati umumnya memiliki viskositas yang tinggi dan meski stabilitas oksidasi yang rendah. Oleh karena itu minyak nabati dapat digunakan untuk menggantikan penggunaan minyak mineral sebagai isolasi dan pendingin [1]. Beberapa minyak nabati yang banyak terdapat di Indonesia dan dapat digunakan sebagai isolasi diantaranya adalah minyak sawit, minyak kelapa, minyak kacang tanah. Sekarang telah banyak dilakukan penelitian untuk mencari alternatif dari isolasi cair salah satunya adalah minyak berbahan nabati seperti minyak kelapa murni (*VCO*).

Dari suatu penelitian yang mengkaji tegangan tembus minyak kelapa murni dengan berbagai variasi jarak sela elektroda, didapatkan bahwa tegangan tembus *VCO* mencapai 29.17 kV/2.5 mm [4]. Angka ini hampir mendekati standar IEC 156 yaitu sebesar 30 kV / 2.5 mm.

Temperatur memiliki pengaruh terhadap karakteristik tegangan tembus minyak nabati, dimana kenaikan temperatur dapat meningkatkan tegangan tembus minyak nabati dengan nilai kenaikan yang tidak tetap [5]. Berdasarkan data penelitian sebelumnya selain temperatur penambahan senyawa *ZnO* mampu menaikkan tegangan tembus isolasi cair pada transformator karena dapat meningkatkan sifat dielektrik, selain itu senyawa *ZnO* merupakan ester alami sehingga tidak mencemari dan merusak lingkungan [6].

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas maka penulis mengangkat judul **“Pengaruh Pemanasan dan Penambahan Senyawa *ZnO* terhadap Pengujian Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni (*VCO*) Menggunakan Elektroda Bola – bola ”**.

## 1.2. Rumusan Masalah

Banyak penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan performa dari minyak isolasi salah satunya dengan penambahan senyawa ke dalam minyak mineral. Penambahan senyawa ke dalam minyak mineral terbukti dapat memperbaiki tegangan tembusnya. Beberapa contoh senyawa yang digunakan dalam penelitian sebelumnya yakni *titanium dioxide*, *silica* dan *zinc oxide* [7] – [8]. Penelitian sebelumnya menggunakan *zinc oxide* sebagai bahan senyawa yang dicampurkan ke dalam minyak mineral. Dampak penambahan *zinc oxide* ke bahan isolasi menunjukkan peningkatan performa pada bahan isolasi tersebut [9] – [10].

Berdasarkan data penelitian sebelumnya selain penambahan senyawa, temperatur memiliki pengaruh terhadap karakteristik tegangan tembus minyak olahan nabati, dimana kenaikan temperatur dapat meningkatkan tegangan tembus olahan minyak nabati dengan nilai kenaikan yang tidak tetap [5].

Oleh karena itu penelitian lebih lanjut tentang pencampuran *zinc oxide* dengan pemanasan minyak nabati sebagai bahan penelitian belum dilakukan secara intensif. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini akan dibahas mengenai besarnya tegangan tembus yang dihasilkan minyak kelapa murni yang sudah dicampurkan dengan *zinc oxide* serta pemanasan pada minyak isolasi cair.

## 1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian dapat lebih terarah, maka perlunya diberikan ruang lingkup penelitian sebagai berikut :

1. Pengujian yang dilakukan menggunakan elektroda bola – bola yang mengacu standar IEC 156.
2. Minyak uji yang digunakan adalah minyak kelapa murni (*VCO*).
3. Tegangan yang diterapkan untuk pengujian adalah tegangan bolak – balik dengan frekuensi 50 Hertz.

4. Pengujian – pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian tegangan tembus (*breakdown voltage*), titik nyala api (*flash point*), kandungan air (*water content*) dan kekentalan (*viscosity*).
5. Minyak kelapa murni (*VCO*) dipanasi menggunakan hot plate dengan terpengaruh suhu normal, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C, 110 °C, 120 °C.
6. Minyak kelapa murni (*VCO*) ditambahkan senyawa *ZnO* dengan konsentrasi 0,025 % ; 0,05 % ; 0,075 % dengan suhu normal lalu ditingkatkan suhunya dari 30 °C sampai 120 °C sebanyak 6 x pengujian tegangan tembus (*breakdown voltage*) di setiap peningkatan suhu dan peningkatan konsentrasi.
7. Menggunakan minyak kelapa murni dengan tidak mempertimbangkan lamanya penyimpanan, dan waktu masa kadaluarsa.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui kelayakan minyak kelapa murni (*VCO*) sebagai bahan isolasi cair alternatif .
2. Mengetahui pengaruh pemanasan dan penambahan senyawa *ZnO* minyak kelapa murni (*VCO*) terhadap tegangan tembus (*breakdown voltage*), titik nyala api (*flash point*), kandungan air (*water content*) dan kekentalan (*viscosity*).
3. Mengetahui pengaruh titik nyala api (*flash point*), kandungan air (*water content*) dan kekentalan (*viscosity*) terhadap pengujian tegangan tembus (*breakdown voltage*) minyak kelapa murni (*VCO*).

## **1.5. Sistematika Penulisan**

Untuk memudahkan penyusunan proposal tugas akhir ini maka penyusunan dilakukan dengan sistematika penulisan. Adapun sistematika yang akan digunakan pada penulisan tugas akhir ini antara lain :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan penjelasan – penjelasan awal mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup penulisan, hipotesis serta sistematika penulisan.

### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Bab ini memberi penjelasan tentang pengertian minyak sebagai isolasi secara umum, dielektrik cair, jenis minyak isolasi, minyak kelapa murni (*VCO*), penggunaan minyak isolasi serta mekanisme kegagalan isolasi cair transformator sehingga dapat membantu memberi informasi untuk pembaca.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang alur penelitian, prosedur penelitian cara pengujian dan pengukuran tegangan tembus, viskositas, titik nyala api dan kandungan air pada minyak kelapa murni (*VCO*).

### **BAB IV : PEMBAHASAN**

Bab ini berisi pengumpulan data dan analisa penelitian untuk menentukan apakah minyak kelapa murni (*VCO*) layak dijadikan sebagai alternatif bahan isolasi cair pada transformator serta untuk mendapatkan kurva pengujian tegangan tembus minyak isolasi.

**BAB V : PENUTUP**

Pada bab ini membahas kesimpulan dan saran yang dapat ditarik dari keseluruhan penelitian ini dan kemungkinan pengembangan topik yang berkaitan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Berisi sumber – sumber referensi yang digunakan selama proses penulisan tugas akhir.

**LAMPIRAN**

Memuat lampiran gambar, rumus – rumus, tabel serta grafik yang berhubungan dengan isi laporan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putra, Kamerlisa Rendy. 2017. *Karakteristik Tegangan Tembus Arus Bolak – balik pada Minyak Jarak Pagar (Jatropha curcas) Sebagai Alternatif Isolasi Cair*. Jurnal Teknik Elektro Vol.4 No. 2 (hlm.1). (Online) : <https://media.neliti.com/media/publications/199908-karakteristik-tegangan-tembus-arus-bolak.pdf>.
- [2] Anggraini, Ika Novia. 2015. *Analisa Tegangan Tembus Minyak Nabati dengan Perlakuan Pemanasan Berulang*. Jurnal Teknik Elektro, Vol. 5, No.2 (hlm.63). (Online) : [http://te.unib.ac.id/jurnalamplicifier/Files/e-paper/05022015/amplicifier05022015\\_03.pdf](http://te.unib.ac.id/jurnalamplicifier/Files/e-paper/05022015/amplicifier05022015_03.pdf).
- [3] Setiawan, Galih Ilham Mey. 2015. *Analisis Kondisi Minyak Transformator. Berdasarkan Uji Parameter Utama*. Jurnal Teknik Elektro, (hlm. 3). (Online): <http://lib.ui.ac.id/naskahringkas/2015-09/s52581-Galih%20Ilham%20Mey%20Setiawan>.
- [4] Sidik, Ahmad. 2012. *Pengaruh Penambahan MnO<sub>2</sub> Terhadap Karakteristik Volt – Ampere dan Karakteristik Volt – Waktu Varistor Zinc Oxide pada Suhu Penyinteran 1300<sup>0</sup>C*. Jurnal Teknik Elektro, (hlm. 7). (Online) : <http://digilib.unila.ac.id/20473/18/11%20tinjauan%20pustaka.pdf>.
- [5] N. A. K. Umiati, “Pengujian Kekuatan Dielektrik Minyak Sawit dan Minyak Castrol Menggunakan Elektrode Bola-Bola Dengan Variasi Jarak Antar Elektrode dan Temperatur,” *Transmisi*, vol. II, no. 1, pp. 23–26, 2009.
- [6] E. Budiyanoro, “Analisa Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Sebagai Isolasi Cair Dengan Variasi Elektroda Uji,” 2011.
- [7] P. M. I and N. Pattanadech, “Dielectric Breakdown Strength of Mineral Oil Based Nanofluids,” *Int. Conf. Cond. Monit. Diagnosis - Xi'an - China*, pp. 266–269, 2016
- [8] H. Jin, P. Morshuis, A. R. Mor, J. J. Smit, and T. Andritsch, “Partial Discharge Behavior of Mineral Oil based Nanofluids,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 22, no. 5, pp. 2747–2753, 2015.
- [9] P. Muangpratoom and A. Kunakorn, “Dielectric Properties of Mineral

- Oil-based Nanofluids Using Zinc Oxide Nano-Composites for Power Transformer Application,” *2018 Cond. Monit. Diagnosis*, pp. 1–4, 2018.
- [10] M. Rafiq *et al.*, “Insulating and Aging Properties of Transformer Oil-Based TiO<sub>2</sub> Nanofluids,” *Annu. Rep. Conf. Electr. Insul. Dielectr. Phenom. Insul.*, vol. 2, pp. 457–461, 2014.
- [11] Pangabean, Samuel. 2008. *Pengaruh Suhu Terhadap Kekuatan Dielektrik Berbagai Minyak Isolasi Transformator*. USU : Medan.
- [12] Rindengan, Berlina dan Novarianto, Hengry. 2009. *Pembuatan dan Pemanfaatan Minyak Kelapa Murni*. Penebar Swadaya : Jakarta.
- [13] Arief, Muhammad Renaldy. 2018. *Perancangan Alat dan Pengujian Tegangan Tembus dengan Minyak Kelapa Sawit (Crude Palm Oil) Menggunakan Elektroda Bola – Bola*. Universitas Sriwijaya : Palembang.
- [14] Rahman, Eric. 2018. *Perancangan Alat dan Pengujian Tegangan Tembus dengan Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Menggunakan Elektroda Bola – Bola*. Universitas Sriwijaya : Palembang.
- [15] Potivejkul, S., Jariyanurat, K., Pattanadech, N. dan Wattakapaiboon, W. 2017. *Electrical Characteristics of Natural Ester Based Nanofluid*. Internasional Electrical Engineering Congress vol. 17. Institute of Technology Ladkrabang : Bangkok.
- [16] Budiyanoro, Eko. 2011. *Analisis Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Sebagai Isolasi Cair Dengan Variasi Elektroda Uji*. Jurnal Teknik Elektro, (hlm. 1). (Online) : <http://eprints.undip.ac.id/25954/1/ML2F304229.pdf>.
- [17] Verdana, Indra. *Karakteristik Breakdown Virgin Coconut Oil (VCO) menggunakan alat Megger OTS100AF mengacu standar IEC*. Universitas Sriwijaya : Palembang.
- [18] Putra, Fika Dautar Adika. 2017. *Karakteristik Tegangan Tembus Minyak Kelapa Sawit Murni Menggunakan alat uji Megger OTS100*. Universitas Sriwijaya : Palembang.
- [19] N. Internationale and I. Standard, “International Standard Iec 156,” 1995.

- [20] Taufik dan Abduh, Syamsir. 2016. *Studi Tegangan Tembus Minyak Kemiri Sunan Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Transformator Daya*. Jurnal teknik elektro, Vol. 13 (Hal. 12). Universitas Trisakti : Jakarta Barat.
- [21] S. T. Prihatnolo, A. Syakur, and M. Facta, "Pengukuran Tegangan Tembus Dielektrik Udara pada Berbagai Sela dan Bentuk Elektroda dengan Variasi Temperatur Sekitar," *J. Tek. Elektro Undip*, pp. 1–8, 2011.
- [22] H. Sayogi, "Analisis Mekanisme Kegagalan Isolasi Pada Minyak Trafo Menggunakan Elektroda Berpolaritas Berbeda Pada Jarum – Bidang," *Diponegoro Univ.*, 2011.
- [23] M. Latif, "Pengaruh Temperatur Terhadap Kekuatan Dielektrik Minyak Nabati Sebagai Bahan Isolasi Transformator Daya," *TeknikA*, vol. 1, no. 30, pp. 48–51, 2008.
- [24] Y. Kunto Wibowo, Wahyu, "Analisis Karakteristik Breakdown Voltage pada Dielektrik Minyak Shell Diala b pada Suhu 30 0 c-130 0 c," *Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Diponegoro*, vol. 003, no. 1, pp. 1–11, 2011.
- [25] A. Arismunandar. *Teknik Tegangan Tinggi Suplemen*. Jakarta Ghalia.1982.