

SKRIPSI

**PARTIAL DISCHARGE INCEPTION VOLTAGE (PDIV) MINYAK
KELAPA MURNI (VIRGIN COCONUT OIL) TERHADAP PENGARUH
PENAMBAHAN NANOPARTIKEL Al₂O₃,**



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

Oleh :
SUCI SISWANDARI
03041381821028

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**PARTIAL DISCHARGE INCEPTION VOLTAGE (PDIV) MINYAK
KELAPA MURNI (VIRGIN COCONUT OIL) TERHADAP PENGARUH
PENAMBAHAN NANOPARTIKEL Al₂O₃**



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

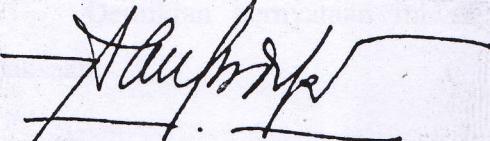
Oleh :

SUCI SISWANDARI

03041381821028

Pembimbing Pendamping

Palembang, Januari 2021
Menyetujui,
Pembimbing Utama



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

Ir. Ansyori, M.T.
NIP: 195708311987031001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama	: Suci Siswandari
Nomor Induk Mahasiswa	: 03041381821028
Fakultas	: Teknik
Jurusan	: Teknik Elektro
Universitas	: Sriwijaya

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “*Partial Discharge Inception Voltage (PDIV) Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Terhadap Pengaruh Penambahan Nanopartikel Al₂O₃*”, merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat terhadap karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

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

Palembang, Januari 2021

Yang menyatakan,



Suci Siswandari

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya lingkup dan kualitas tulisan ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan : 

Pembimbing : Ir. Ansyori, M.T.

Tanggal : 1 / 2 / 2021

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya lingkup dan kualitas tulisan ini mencukupi sebagai skripsi.

Tanda Tangan : 

Pembimbing : Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M. Eng., Ph.D.

Tanggal : 29 / 1 / 2021

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Partial Discharge Inception Voltage (PDIV) Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Terhadap Pengaruh Penambahan Nanopartikel Al₂O₃*”.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung atas terwujudnya skripsi ini kepada :

1. Kedua orang tuaku, Slamet Muhamajir, S.sos dan Sundari, kedua kakak dan adikku, serta keluarga besarku yang selalu memberikan dukungan baik semangat maupun moril dan perhatian yang lebih selama proses perjalanan hidup ini terlebih dalam pembuatan skripsi ini.
2. Almarhum Bapak Dr. Eka Putra Waldi, S.T., M.eng selaku Dosen Teknik Elektro Universitas Andalas yang memberikan bantuan, saran, dan kontribusi yang sangat besar dalam proses pengambilan data tugas akhir ini.
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro sekaligus Pembimbing Pendamping, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D yang selama ini telah memberikan bimbingan, saran, serta bantuan yang tiada henti kepada penulis hingga terselesaiannya tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. H. Ansyori, M.T selaku Pembimbing Utama yang memberikan bantuan dan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Dosen Pembimbing Akademik, Ibu Nadia Thereza, S.T., M.T yang telah membantu selama masa perkuliahan.

6. Bapak Lukmanul Hakim, S.T selaku Pranata Laboratorium yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan penelitian ini.
7. Staff Jurusan Teknik Elektro yang telah membantu dalam hal administrasi pembuatan skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat terbaik Meutia Shalsabilla dan Aliyah Saraswati yang selalu memberikan semangat selama masa pembuatan skripsi ini.
9. Teman-teman terbaik Alumni Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya Angkatan 2013 Sabrina, Jasmine dan Eka.
10. Rekan Seperjuangan Pembuatan Skripsi Dinda Yuliana Triani yang senantiasa berjalan bersama melewati suka dan duka selama proses penyelesaian skripsi ini.
11. Teman-teman Teknik Elektro 2018 (Program Ahli Jenjang D3-S1) terkhusus untuk Intan Mustika I.W yang selalu memberikan dukungan dan tempat berbagi ilmu.

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini, penulis telah mengherahkan seluruh kemampuan, pemikiran dan ide-ide untuk mencapai kesempurnaan, namun saya sadari kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan, hal ini dikarenakan terbatasnya pengetauan yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun guna kebaikan bersama di masa yang akan datang. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua khususnya di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, Januari 2021

Penulis

ABSTRAK

Ketersediaan minyak mineral yang berasal dari minyak bumi sebagai isolasi minyak trafo dapat habis sewaktu-waktu, sehingga perlu dicari alternatif isolasi minyak transformator lain yang berasal dari bahan nabati salah satunya yaitu minyak kelapa murni (VCO). Telah banyak penelitian terkait pengujian tegangan tembus yang secara khusus membahas minyak kelapa murni. Namun, studi tentang PDIV pada VCO masih sangat kurang. Penelitian ini menambahkan nanopartikel Al_2O_3 ke dalam VCO dengan konsentrasi 0% (murni), 0.025%, dan 0.050% bertujuan untuk melihat pengaruh terhadap pengujian *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV) menggunakan elektroda jarum-bidang, kuantitas muatan PDIV, nilai kadar air, dan nilai viskositas. VCO yang telah ditambahkan nanopartikel Al_2O_3 diberikan perlakuan yaitu pengujian pada sampel tanpa pemanasan, setelah dipanaskan pada suhu 60°C dan 120°C selama 4 jam. Pengaruh penambahan nanopartikel Al_2O_3 memberikan dampak yang positif terhadap nilai rata-rata PDIV, nilai muatan, nilai kadar air, dan nilai viskositas pada sampel yang telah dipanaskan. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan VCO dengan konsentrasi 0.050% mengalami peningkatan nilai PDIV dan mengalami penurunan pada nilai muatan, nilai kadar air dan viskositas yang paling stabil dibandingkan dengan sampel uji lainnya.

Kata Kunci : Minyak Kelapa Murni (VCO), Aluminium Oksida (Al_2O_3), *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV).

ABSTRACT

The availability of mineral oil derived from petroleum as transformer oil insulation can run out at any time, so it is necessary to look for alternatives transformer oil insulation derived from vegetable oil, one of them is virgin coconut oil (VCO). There have been many studies related to breakdown voltage testing that specifically discuss about VCO. However, studies PDIV of VCO are still lacking. This study added Al_2O_3 nanoparticles to VCO with concentrations of 0% (pure), 0.025%, and 0.050%. The purpose of this research is to see the effect of adding Al_2O_3 on Partial Discharge Inception Voltage (PDIV) testing using a needle-plane electrode, PDIV charge quantity, moisture content, and viscosity value. VCO that has been given nanoparticles Al_2O_3 (aluminum oxide) is given the treatment that is tested on the sample without heated, after being heated at 60°C and 120°C for 4 hours. The effect of the addition of Al_2O_3 nanoparticles has a positive impact on the average value of PDIV, the value of the charge, the value of the moisture content, and the viscosity at the heated sample. From the test results, the VCO with a concentration of 0.050% has an increase in PDIV value and has decreased the PDIV charge quantity, the water content and viscosity are the most stable to be compared to other test samples.

Keywords : Virgin Coconut Oil (VCO), Aluminum Oxide (Al_2O_3), Partial Discharge Inception Voltage (PDIV).

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
NOMENKLATUR	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Isolasi	7
2.2 Isolasi Cair	7
2.3 Sifat-Sifat Listrik Isolasi Cair	7
2.4 Minyak Nabati	8
2.5 Minyak Kelapa Murni / <i>Virgin Coconut Oil</i> (VCO)	9

2.6 Sifat-Sifat VCO.....	10
2.7 Kegagalan Isolasi Cair.....	10
2.7.1 Teori Gelembung.....	11
2.7.2 Teori Kegagalan Tak Murnian Padat (<i>Suspend Particle Theory</i>)....	12
2.7.3 Teori kegagalan Elektronik.....	13
2.7.4 Teori Kegagalan Bola Cair	14
2.8 Peluhan Sebagian (<i>Partial Discharge</i>)	14
2.9 <i>Partial Discharge Inception Voltage</i> (PDIV).....	17
2.10 Klasifikasi <i>Partial Discharge</i>	18
2.11 Medan Listrik Pada Konfigurasi Elektroda	20
2.12 Kekuatan Dielektrik	21
2.13 Penggunaan Nanopartikel.....	21
2.14 Alumina / Aluminium Oksida (Al ₂ O ₃).....	22
2.15 Penelitian-Penelitian Sebelumnya.....	23
BAB III.....	26
METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Umum.....	26
3.2 Tempat Penelitian.....	26
3.3 Waktu Penelitian.....	27
3.4 Peralatan dan Bahan Persiapan Sampel Uji.....	27
3.5 Persiapan Sampel Uji	27
3.6 Kotak Uji	30
3.7 Rangkaian Kalibrasi Pengujian PDIV	31
3.8 Rangkaian Pengujian PDIV	34
3.9 Prosedur Pengujian.....	34
3.9.1 Prosedur Pengujian PDIV.....	35
3.9.2 Prosedur Pengujian Kadar Air	36
3.9.3 Prosedur Pengujian Viskositas.....	36
3.10 Proses Pengolahan Data Pengujian PDIV	37
3.11 Diagram Alir Persiapan Sampel Uji.....	38
3.12 Diagram Alir Penelitian.....	40

BAB IV	41
HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Umum.....	41
4.2 Hasil Pengujian PDIV	41
4.2.1 Analisa Pengujian PDIV	42
4.3 Hasil Muatan PDIV	44
4.3.1 Analisa Muatan PDIV	45
4.4 Hasil Pengujian Kadar Air.....	46
4.4.1 Analisa Pengujian Kadar Air	47
4.5 Hasil Pengujian Viskositas	48
4.5.1 Analisa Pengujian Viskositas.....	49
BAB V.....	50
PENUTUP	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Minyak Kelapa Murni.....	9
Gambar 2.2 Ilustrasi Perkembangan <i>Crack</i> di Permukaan Katoda	12
Gambar 2.3 Kegagalan Tak Murnian Padat	13
Gambar 2.4 Proses Kegagalan Elektronik	14
Gambar 2.5 Rangkaian Ekivalen Pengujian PD.....	17
Gambar 2.6 Efek <i>Corona Discharge</i> pada Saluran Transmisi	19
Gambar 3.1 Sampel Uji.....	29
Gambar 3.2 Desain Kotak Uji	30
Gambar 3.3 Konfigurasi Sistem Elektroda Uji.....	31
Gambar 3.4 Kotak Uji.....	31
Gambar 3.5 Rangkaian Kalibrasi Pengujian PDIV	32
Gambar 3.6 Peralatan Kalibrasi Pengujian PDIV	33
Gambar 3.7 Rangkaian Pengujian PDIV	34
Gambar 3.8 Diagram Alir Persiapan Sampel Uji	39
Gambar 3.9 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4.1 Rata-Rata Nilai PDIV VCO Murni, 0.025%, dan 0.050%	42
Gambar 4.2 Rata-Rata Nilai Muatan VCO Murni, 0.025%, dan 0.050%.....	45
Gambar 4.3 Kadar Air VCO Murni, 0.025%, dan 0.050%	47
Gambar 4.4 Viskositas VCO Murni, 0.025%, dan 0.050%	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian-Penelitian Sebelumnya.....	23
Tabel 3.1 Alat dan Bahan Persiapan Sampel Uji.....	27
Tabel 3.2 Sampel Uji	28
Tabel 3.3 Nilai Hasil Kalibrasi	33
Tabel 4.1 Rata-Rata Nilai PDIV (kV).....	42
Tabel 4.2 Rata-Rata Nilai Muatan PDIV (pC)	44

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1.....	20
Rumus 3.1.....	28
Rumus 3.2.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Perhitungan Berat Nanopartikel Setiap Sampel Uji
- Lampiran 2 Data Rata-Rata Nilai Pengujian PDIV
- Lampiran 3 Perhitungan Nilai Kadar Air
- Lampiran 4 Data Nilai Kadar Air
- Lampiran 5 Data Nilai Pengujian Viskositas
- Lampiran 6 Gambar PDIV Pada Tampilan Picoscope
- Lampiran 7 Gambar Peralatan Penelitian
- Lampiran 8 Data Tegangan Gelombang Kalibrasi
- Lampiran 9 Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir Untuk Kepentingan
Akademis
- Lampiran 10 Lembar Persentase Plagiarisme dan Berita Acara Seminar Tugas
Akhir

NOMENKLATUR

- q : Muatan (Coulomb)
 E : Medan listrik pada ujung elektroda
 V : Sumber Tegangan (Volt)
 r : Jari-jari pada ujung elektroda jarum
 a : Jarak antara titik tengah dari ujung elektroda jarum ke elektroda lainnya
 g : jarak antara jarak celah pada sistem elektroda
 W : Berat nanopartikel (gram)
 p : Berat jenis nanopartikel (g/cm^3)
 v : Volume (ml)
 PVF : Volume persentase nanopartikel (%)
 Ck : Kopling kapasitor
 Zm : Impedansi sistem pengukuran
 qo : Muatan kalibrator
 ca : Objek uji
- *Biodegarable* : Dapat terurai dengan alami dalam waktu relatif cepat, sehingga tidak mencemari lingkungan
 - *Partial discharge* : Peluahan sebagian
 - *Partial Discharge Inception Voltage* : Tegangan awal peluahan sebagian
 - *Stress* : Tekanan
 - *Lifetime* : Masa pakai
 - *Maintanance* : Pemeliharaan

- *Water content* : Kadar air
- *Viscosity* : Viskositas
- *Breakdown* : Tembus
- *Electrical stress* : Tekanan listrik
- *Iodin Value* : Bilangan iod
- *Crack* : Celah
- *Avalanche* : Proses terbentuknya banjiran elektron akibat proses ionisasi
- *Impurity* : Ketidakmurnian
- *Gap spacing* : Jarak celah
- *Corona discharge* : Peluahan sebagian ditandai dengan munculnya cahaya ultraviolet
- *Internal partial discharge* : Peluahan sebagian yang terjadi di dalam isolasi akibat adanya rongga
- *Surface discharge* : Peluahan sebagian yang terjadi pada permukaan material dielektrik
- *Heater* : Pemanas
- *Barrier* : Pembatas
- *Grounded electrode* : Elektroda yang dihubungkan pada sistem pembumian
- *Grounding* : Sistem pembumian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator merupakan salah satu peralatan utama dalam sistem penyaluran tenaga listrik. Bagian pada transformator yang berperan penting agar transformator tetap beroperasi dengan baik bergantung pada isolasi minyak yang digunakan. Jenis minyak isolasi dapat dibagi berdasarkan bahan yang digunakan yaitu berasal dari bahan mineral, nabati dan sintesis. Sampai sekarang, jenis minyak yang banyak digunakan sebagai isolasi minyak transformator adalah minyak mineral karena kelebihannya, yaitu sangat baik dalam kekuatan dielektrik dan juga dapat menjadi media pendingin transformator saat beroperasi. Minyak mineral yang berasal dari minyak bumi, ketersediannya sangat terbatas untuk memenuhi kebutuhan isolasi minyak transformator dalam jangka waktu panjang [1]. Salah satu kelemahan dari minyak mineral diantaranya yaitu minyak mineral tidak dapat terurai secara natural (*biodegradable*), sehingga minyak jenis ini dapat merusak lingkungan. Oleh sebab itu, penggunaan minyak mineral dapat dikurangi dengan cara mengganti penggunaan minyak mineral ke minyak nabati yang dapat terurai secara alami dan aman bagi lingkungan [2].

Salah satu jenis minyak nabati yang mempunyai potensi untuk mengganti penggunaan minyak mineral sebagai isolasi minyak trafo yaitu minyak kelapa murni (*Virgin Coconut Oil*). Ketersediaannya yang banyak dan mudah didapatkan merupakan alasan minyak kelapa murni dapat dijadikan sebagai alternatif isolasi minyak transformator. Pemilihan *Virgin Coconut Oil* (VCO) sebagai alternatif isolasi minyak trafo tentunya perlu dilakukan sejumlah penelitian untuk menentukan kualitas dari ketahanan isolasi VCO yang nantinya akan dijadikan sebagai alternatif isolasi minyak transformator.

Dalam beberapa tahun terakhir, banyak peneliti yang tertarik dengan perkembangan penggunaan minyak nabati, khususnya VCO untuk dijadikan sebagai alternatif minyak trafo. Para ilmuwan telah mencoba berbagai penelitian, dengan menambahkan nanopartikel ke dalam minyak dasar guna melihat pengaruh penambahan nanopartikel tersebut, untuk memperbaiki kemampuan sifat termal dan karakteristik listrik maupun dielektrik isolasi minyak, nanopartikel yang digunakan dalam penelitian sebelumnya yaitu Aluminium Oksida (Al_2O_3) yang dicampurkan pada minyak mineral [3]. Menurut penelitian lainnya, penambahan nanopartikel yang ditambahkan ke dalam minyak trafo murni dapat memperbaiki kekuatan dielektrik, sifat termal, dan mekanik minyak isolasi tersebut, seperti penambahan nanopartikel TiO_2 , Fe_3O_4 , SiO_2 , dan Al_2O_3 [4].

Berdasarkan statistik kegagalan transformator yang disurvei dari IEEE, hampir 50% kegagalan disebabkan dari kerusakan isolasi. Maka dari itu, pemeliharaan minyak isolasi dan jenis isolasi lainnya harus diperhatikan, agar kondisi isolasi tetap dalam keadaan sehat dan peralatan listrik tetap dapat memberikan performa yang terbaik. Secara umum, tegangan tembus, *partial discharge* (PD), dan *partial discharge inception voltage* (PDIV) merupakan parameter yang sangat penting untuk mengindikasikan ketahanan suatu bahan isolasi [5].

Partial discharge (PD) atau peluahan sebagian adalah pelepasan listrik lokal yang hanya sebagian menjembatani isolasi antar elektroda [6] atau loncatan muatan listrik pada bagian isolasi akibat adanya perbedaan potensial, tetapi tidak sampai menghubungkan kedua elektroda secara sempurna [3]. Sedangkan PDIV merupakan tegangan yang diterapkan di mana *partial discharge* pertama kali muncul dan berulang kali diamati pada suatu objek uji [6]. Adanya gelembung-gelembung udara/gas yang terdapat atau terkandung di dalam isolasi minyak, dapat menimbulkan arus bocor ketika salah satu sisi elektroda diberi tegangan. Apabila tegangan yang diberikan semakin besar, maka medan listrik yang diberikan akan meningkat pula dan pada salah satu sisi elektroda yang diberikan

tegangan akan mengalami tekanan (*stress*), sehingga peristiwa tersebut dapat menimbulkan fenomena peluahan [7]. Fenomena peluahan sebagian dapat menjadi indikasi pertama sebelum terjadinya kegagalan yang lebih serius sehingga dapat menyebabkan kerugian yang lebih besar. Oleh karena itu, indikasi terjadinya peluahan pada bahan isolasi melalui salah satu parameter pengujian yaitu PDIV dapat menjadi suatu langkah yang penting dalam menentukan seberapa besar deteriorasi dari suatu bahan isolasi yang digunakan.

1.2 Perumusan Masalah

Akibat adanya proses peluahan secara terus menerus, suatu bahan isolasi akan mengalami penurunan kualitas, penurunan masa pakai (*lifetime*) dan menyebabkan kegagalan yang lebih serius. Untuk mencegah terjadinya keadaan tersebut perlu dilakukan *maintenance* (pemeliharaan) dan juga pengujian terhadap bahan isolasi khususnya isolasi minyak. Dalam hal ini, salah satu pengujian yang penting untuk dilakukan yaitu pengujian *partial discharge inception voltage* (PDIV). PDIV adalah salah satu parameter pengujian peluahan yang penting untuk menentukan deteriorasi pada isolasi peralatan tenaga listrik khususnya pada isolasi minyak [5].

Telah banyak penelitian seputar pengujian tegangan tembus yang secara khusus membahas minyak kelapa murni tanpa penambahan nanopartikel ataupun dengan penambahan nanopartikel [8][9][10]. Namun, studi tentang PDIV minyak kelapa murni masih kurang dan membutuhkan perhatian yang lebih untuk diteliti. Tidak hanya itu, pengaruh dari penambahan nanopartikel Al_2O_3 pada penelitian sebelumnya hanya digunakan pada minyak mineral, sehingga dirasa perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengujian PDIV pada minyak kelapa murni yang ditambahkan nanopartikel Al_2O_3 untuk melihat seberapa besar pengaruh penambahan nanopartikel tersebut pada nilai PDIV minyak kelapa murni.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu :

1. Untuk mendapatkan nilai tegangan awal peluahan sebagian (PDIV) minyak kelapa murni terhadap pengaruh setiap konsentrasi penambahan nanopartikel Al_2O_3 .
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel Al_2O_3 terhadap nilai muatan yang menjadi syarat terjadinya PDIV pada minyak kelapa murni.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel Al_2O_3 terhadap kadar air (*water content*) dan viskositas (*viscosity*) pada minyak kelapa murni.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini penulis akan menentukan ruang lingkup agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Berikut merupakan ruang lingkup penelitian tugas akhir ini :

1. Minyak yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak kelapa murni (VCO).
2. Pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengujian tegangan awal peluahan sebagian (PDIV), kandungan air (*Water Content*), dan viskositas (*Viscosity*).
3. Pengujian ini menggunakan elektroda jarum-bidang yang mengacu pada jurnal IEEE yang didapatkan [5]. Untuk rangkaian pengujian *partial discharge* mengacu pada standar IEC 60270:2000.
4. Identifikasi nilai PDIV dilihat dari gelombang peluahan yang muncul pada semua tampilan windows di *picoscope* dengan muatan $\geq 100 \text{ pC}$ (dari hasil perhitungan).

5. Jarak celah antar elektroda jarum-bidang sebesar 0.5 mm sedangkan untuk masing-masing ukuran ujung elektroda jarum dan diameter elektroda bidang yang digunakan sebesar 10 μm dan 50 mm.
6. Persentase konsentrasi senyawa Al_2O_3 yang dicampurkan minyak kelapa murni masing-masing sebesar 0% (Murni), 0.025% dan 0.050%.
7. Sampel uji dilakukan tanpa pemanasan dan dengan pemanasan dengan suhu 60°C dan 120°C selama 4 jam.
8. Pengujian *partial discharge inception voltage* (PDIV) minyak kelapa murni dilakukan pada suhu ruangan berkisar antara 20-25°C dengan waktu sampel setelah pemanasan tidak lebih dari 24 jam.
9. Untuk mempermudah mendapatkan nilai PDIV ditambahkan kertas mika yang diletakkan pada sisi *grounded electrode*, tetapi tidak membahas penambahan kertas mika tersebut.
10. Menggunakan sistem tegangan AC 25 kV/50 Hz sebagai sumber tegangan.
11. Setiap sampel minyak uji akan dilakukan sebanyak 5 kali pengujian PDIV. Kemudian hasil uji akan ditampilkan dalam nilai rata-rata.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis akan membuat lima bagian utama yang terdiri dari Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodelogi Penelitian, Hasil dan pembahasan, serta Kesimpulan dan Saran. Berikut merupakan penjelasan secara singkat mengenai lima bagian utama dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan memuat latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir yang berkaitan dengan masalah yang akan diangkat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini akan memuat teori-teori yang berkaitan dengan terjadinya peluahan sebagian (*partial discharge*), PDIV, kegagalan bahan isolasi cair dan bahan yang akan digunakan yaitu minyak kelapa murni (*virgin coconut oil*) secara umum yang didapatkan dari jurnal-jurnal dan studi literatur yang dilakukan untuk menunjang dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan memuat cara persiapan sampel minyak yang akan diuji, alat yang digunakan untuk penelitian, waktu dan tempat, serta cara pengambilan data selama proses pengujian dilakukan dengan diagram alir pengujian yang membantu proses penelitian dengan baik.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan memuat hasil dari pengujian yang telah dilakukan berupa tabel dan grafik, serta dilakukan penjelasan dengan teori-teori yang berkaitan terhadap hasil pengujian tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini adalah bagian terakhir dalam pembuatan tugas akhir yang akan memuat kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan dan memberikan saran yang dapat dijadikan catatan untuk perkembangan pengujian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Mohamad, H. Zainuddin, S. A. Ghani, and I. S. Chairul, “Breakdown and partial discharge performance of Palm Fatty Acid Ester (PFAE) oil-based Fe₃O₄ nanofluids,” *PECON 2016 - 2016 IEEE 6th Int. Conf. Power Energy, Conf. Proceeding*, pp. 317–321, 2017, doi: 10.1109/PECON.2016.7951580.
- [2] M. Bin Yahya and F. A. B. Amirrazli, “Study of breakdown voltage of vegetables oil with SiO₂ nanoparticle additive,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 12, no. 1, pp. 296–302, 2018, doi: 10.11591/ijeecs.v12.i1.pp296-302.
- [3] A. Manab, A. Aulia, E. Putra Waldi, M. Kodrat, and G. Widia, “Pengaruh Penuaan Elektrik Terhadap Karakteristik Tegangan Tembus dan PDIV Minyak NanoNynas,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, p. 18, 2018, doi: 10.25077/jnte.v7n1.522.2018.
- [4] V. A. Primo, B. Garcia, and J. C. Burgos, “Applicability of nanodielectric fluids to the improvement of transformer insulation properties,” *Proc. 2016 IEEE Int. Conf. Dielectr. ICD 2016*, vol. 1, pp. 76–79, 2016, doi: 10.1109/ICD.2016.7547547.
- [5] N. Pattanadech and M. Muhr, “Partial discharge inception voltage investigation of mineral oil: Effect of electrode configurations and oil conditions,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 23, no. 5, pp. 2917–2924, 2016, doi: 10.1109/TDEI.2016.7736853.
- [6] I. 60270:2000, “High-voltage test techniques. Partial discharge measurements (IEC 60270:2000),” *Bsi*, no. C, p. 53, 2001.
- [7] E. Ordiansyah, Danial, and Y. M. Simanjuntak, “Studi Komparatif Penentuan Karakteristik Peluahan Korona pada Dilektrik Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil),” *Univ. Tanjungpura Pontianak*, 2015.
- [8] N. D. Ahmad, “A Study on Varies Temperature and Varies Gap Distance on Mixed Vegetable Oil as a Transformer Oil,” vol. 2019, no. November,

- pp. 27–29, 2019.
- [9] S. Ricardo, “Analisa Karakteristik Tegangan Tembus Virgin Coconut Oil (VCO) Pemanasan Menggunakan Hot Plate.” Universitas Sriwijaya, Palembang, 2019.
 - [10] A. D. Rambang, “Pengaruh Pemanasan dan Penambahan Senyawa ZnO Terhadap Pengujian Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni (VCO) Menggunakan Elektroda Bola – Bola.” Universitas Sriwijaya, Palembang, 2019.
 - [11] E. Budiyantoro, A. Syakur, and M. Facta, “Analisis Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Sebagai Isolasi Cair Dengan Variasi Elektroda Uji,” *Dipenogoro Univ.*, pp. 1–9, 2011.
 - [12] A. Junaidi, “Pengaruh Perubahan Suhu Terhadap Tegangan Tembus Pada Bahan Isolasi Cair,” *Teknoin*, vol. 13, no. 2, pp. 1–5, 2008, doi: 10.20885/teknoin.vol13.iss2.art1.
 - [13] I. N. Anggraini and M. K. A. Rosa, “Analisa Tegangan Tembus Minyak Nabati Dengan Perlakuan Pemanasan Berulang,” *Amplifier*, vol. 5, pp. 62–69, 2015.
 - [14] R. A. S, “(Soybean Oil) Dengan Variasi Suhu Sebagai Alternatif Minyak Isolasi,” pp. 19–24.
 - [15] Indiamart, “Minyak Kelapa Murni.” [Online]. Available: <https://www.indiamart.com/proddetail/virgin-coconut-oil-19923406691.html>.
 - [16] P. Janvier, “Breakdown of trust,” *Nature*, vol. 341, no. 6237, p. 16, 1989, doi: 10.1038/341016a0.
 - [17] M. Rights, “ePrints Soton Polymerisation,” *Eng. Sci.*
 - [18] Tadjuddin, “Partial Discharge dan Kegagalan Bahan Isolasi,” *Elektro Indones.*, vol. III, 1998.
 - [19] A. Syakur, M. Facta, J. T. Elektro, U. Diponegoro, and J. P. Sudharto, “Perbandingan Tegangan Tembus Media Isolasi Udara Dan Media Isolasi Minyak Trafo Menggunakan Elektroda Bidang-Bidang,” vol. 7, no. 2, pp. 26–29, 2005, doi: 10.12777/transmisi.7.2.26-29.

- [20] N. Pattanadech, F. Pratomosiwi, B. Wieser, M. Baur, and M. Muhr, “Partial discharge characteristics of mineral oil using needle - Plane and needle - sphere electrode configuration base on pulse current measurement,” *Annu. Rep. - Conf. Electr. Insul. Dielectr. Phenomena, CEIDP*, pp. 64–67, 2012, doi: 10.1109/CEIDP.2012.6378723.
- [21] B. W. Sanggam Robaga, Arief Setyo W, Indra Samsu, Sahat Sianturi, Soni Irwansyah, Krie Elison, “Buku Pedoman Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT),” pp. 1–143, 2014.
- [22] B. L. Tobing, *Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2003.
- [23] M. Mohamed, M. Amirul, H. Bin, H. Kitagawa, S. Matsumoto, and A. T. Cell, “Partial Discharge Inception Voltage Measurements of Ester Dielectric Fluid for Insulation Diagnosis,” 2017.
- [24] N. Pattanadech, K. Jariyanurat, S. Maneerot, and P. Nimsanong, “Partial discharge characteristics of mineral oil compared with natural ester,” *2017 Int. Electr. Eng. Congr. iEECON 2017*, no. March, pp. 8–10, 2017, doi: 10.1109/IEECON.2017.8075763.
- [25] Suwarno, “Partial discharge in high voltage insulating materials,” *Int. J. Electr. Eng. Informatics*, vol. 8, no. 1, pp. 147–163, 2016, doi: 10.15676/ijeei.2016.8.1.11.
- [26] N. Patel and G. P. Bhuj, “Journal Of Information , Knowledge And Research In Electrical Electrical Engineering Partial Discharge Detection - An Overview,” no. May, 2018.
- [27] D. Listrik, “Efek Korona Pada Saluran Transmisi.” [Online]. Available: <https://direktorilistrik.blogspot.com/2013/11/efek-corona-pada-saluran-transmisi.html>.
- [28] I. M. Y. Negara, D. Fahmi, D. A. Asfani, and D. K. Cahyaningrum, “Analisis Karakteristik Fenomena Pre-Breakdown Voltage Berbasis Pengujian pada Media Isolasi Minyak,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 3, p. 128, 2018, doi: 10.24843/mite.2017.v16i03p20.
- [29] R. A. Víctor A. PRIMO, Belén GARCÍA, Juan Carlos BURGOS,

- “Enhancing transformer liquid insulation with nanodielectric fluids: State of the art and future trends,” no. March 2017, pp. 3–5, 2016.
- [30] M. Rafiq, Y. Lv, and C. Li, “A Review on Properties , Opportunities , and Challenges of Transformer Oil-Based Nanofluids,” vol. 2016, 2016.
 - [31] A. Alumina, “II. Tinjauan Pustaka A. Alumina,” pp. 8–35, 2007.
 - [32] R. Kurnia, “Investigasi Karakter Partial Discharge Pada Material Isolasi Tegangan Tinggi Melalui Pengukuran Tegangan Awal Partial Discharge,” *J. Mikrotiga*, vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2015.
 - [33] B. S. H. M. S. Y. Matharage, M. A. R. M. Fernando, E. Tuncer, M. A. A. P. Bandara, and C. S. Kalpage, “Coconut oil as transformer liquid insulation - Ageing and simulated thermal and electrical faults,” *Annu. Rep. - Conf. Electr. Insul. Dielectr. Phenomena, CEIDP*, no. March 2015, pp. 839–842, 2012, doi: 10.1109/CEIDP.2012.6378911.
 - [34] Y. Du *et al.*, “Effect of semiconductive nanoparticles on insulating performances of transformer oil,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 19, no. 3, pp. 770–776, 2012, doi: 10.1109/TDEI.2012.6215079.
 - [35] M. Kalyanasundari, M. Ravindran, R. V Maheswari, and B. Vigneshwaran, “Development of Partial Discharge Signal in Ester Oil Impregnated Paper,” *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 9, no. 4, pp. 2516–2522, 2020, doi: 10.35940/ijitee.d1898.029420.
 - [36] A. Merev and İ. Karaman, “Implementation and Analysis of a Reference Partial Discharge Measurement System,” *Mapan - J. Metrol. Soc. India*, vol. 34, no. 1, pp. 43–48, 2019, doi: 10.1007/s12647-018-0296-y.