

SKRIPSI

**PENGUJIAN *PARTIAL DISCHARGE* MINYAK KELAPA SAWIT
(*REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM OIL*) DENGAN
PENAMBAHAN NANOPARTIKEL *TITANIUM DIOXIDE* (TiO₂)
MENGUNAKAN SIMULASI *SIMULINK MATLAB***



**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

OLEH

M ILHAM ANDRI SUYADI

03041281621046

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

PENGUJIAN *PARTIAL DISCHARGE* MINYAK KELAPA SAWIT
(*REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM OIL*) DENGAN
PENAMBAHAN NANOPARTIKEL *TITANIUM DIOXIDE* (TiO₂)
MENGUNAKAN SIMULASI *SIMULINK MATLAB*



SKRIPSI

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

OLEH :

M ILHAM ANDRI SUYADI

03041281621046

Palembang, November 2022

Mengetahui

Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Pembimbing Utama



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

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN

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

Tanda Tangan : 

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

Tanggal : / November / 2022

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M Ilham Andri Suyadi
NIM : 03041281621046
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Pengujian *Partial Discharge* Minyak Kelapa Sawit (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) Dengan Penambahan Nanopartikel *Titanium Dioxide* (TiO₂) Menggunakan Simulasi *Simulink Matlab*” 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, November 2022

M Ilham Andri Suyadi

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengujian *Partial Discharge* Minyak Kelapa Sawit (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) Dengan Penambahan Nanopartikel *Titanium Dioxide* (TiO₂) Menggunakan Simulasi *Simulink Matlab*”**”. Shalawat beserta salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya.****

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa dalam Penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku pembimbing tugas akhir dan ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasehat, dan bantuan kepada penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Semoga Pak Abu selalu dalam lindungan Allah SWT dan diberikan rezeki yang berlimpah serta kesehatan tubuh sehingga dapat berbuat kebaikan selama hayatnya.
2. Ibu Caroline, S.T., M.T., selaku pembimbing akademis yang telah memberi nasehat, arahan dan bantuan kepada penulis dari awal kuliah hingga terselesaikannya skripsi ini.
3. Almarhum Bapak Ir. Ansyori, M.T. selaku pembimbing skripsi terdahulu yang telah memberi bimbingan, nasehat, arahan, dan bantuan kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
4. Bapak Muhammad Irfan Jambak, S.T., M.Rng., Ph.D., Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng., Ibu Dr. Syarifa Fitria, S.T., dan Bapak Djulil Amri, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, ilmu, dan pengetahuan dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Elektro Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan mengenai teknik elektro.

6. Seluruh Pegawai Teknik Elektr yang telah membantu mengurus Administrasi selama penulisan skripsi ini.
7. Seluruh Pegawai Laboratorium Rekayasa Proses Produk Industri Kimia Teknik Kimia Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam menjalankan penelitian skripsi ini.
8. Kedua Orang Tua penulis, Bapak Andri Suyadi, S.St., M.T. dan Ibu Elih Solih Kencanawati, yang selalu memberi dukungan dan dorongan serta do'a kepada penulis. Kakak perempuan penulis, Kania Yusriani Amalia, S.T., yang telah memberikan dorongan kepada penulis selama dalam penulisan tugas akhir ini.
9. Teman seangkatan Elektro 2016 dalam circle Tikusuki Deden Palutra, S.T., Muhammad Nurhadi, S.T., Muhammad Sirojudding, S.T., Marwan, S.T., Pebriu Pratama, S.T., dan Yulianto Parulian, S.T., yang telah memberikan semangat, dorongan, dan motivasi dalam penulisan tugas akhir ini.
10. Rekan-rekan Asisten Laboratorium Medan Elektromagnetik dan Laboratorium Distribusi Sistem Tenaga listrik Universitas Sriwijaya.
11. Teman-teman semasa SMA, Annisa Ismiyani Putri. Jessy Monalisa, Muhammad Nurhadi, Muhammad Abdul Aziz, M Rizky Rahmadi, Retna Dara Puspita, Oktalia T.W., Dini Agustiwi Dhiya Fairuz Ray Dza Habiyah, Salsabilla Marsa, Kurnia dan lainnya.
12. Rekan-rekan bimbingan skripsi, Indah Febiola S.T., Mayang Agustini S.T., Tino Setiawan S.T., Yusup Alkaf S.T., Ari Gunawan S.T., Dinda Yuliana S.T., Kak Suci S.T., Muhammad Luthfi Alif Naufal S.T., Khofifah S.T., Rizky Komala Batin S.T, dan Bayu yang telah membantu dan saling mengingatkan dalam penulisan skripsi ini.
13. Seluruh rekan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Sriwijaya
Penulis menyadari dalam pembuatan skripsi ini masih banyak kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan penulis.

Palembang, November 2022


M Ilham Andri Suyadi
NIM. 03041281621046

ABSTRAK**PENGUJIAN *PARTIAL DISCHARGE* MINYAK KELAPA SAWIT
(*REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM OIL*) DENGAN
PENAMBAHAN NANOPARTIKEL *TITANIUM DIOXIDE* (TiO_2)
MENGGUNAKAN SIMULASI *SIMULINK MATLAB***

(M Ilham Andri Suyadi, 03041281621046, 2022, xv +42 pages + lampiran)

Isolasi cair merupakan salah satu material yang sangat berguna untuk melindungi baik manusia maupun komponen listrik seperti transformator dari potensi bahaya listrik. Salah satu isolasi cair dapat bersumber dari minyak kelapa sawit (*RBDPO*). Untuk meningkatkan kemampuan minyak kelapa sawit (*RBDPO*) diperlukan penambahan nanopartikel yang salah satunya adalah titanium dioxide (TiO_2). Sebelum dilanjutkan menjadi isolasi cair minyak tersebut perlu dilakukan pengujian yang salah satunya adalah *Partial Discharge*. Pengujian dilakukan dalam simulasi menggunakan *software Simulink Matlab* dan model kapasitansi sebagai model *PD* yang digunakan untuk melihat pengaruh nanopartikel dalam minyak serta melihat perbandingannya dengan perhitungan manualnya. Didapatkan bahwa dengan penambahan TiO_2 dapat meningkatkan tegangan *PD* hal ini dikarenakan permitivitas minyak juga meningkat walaupun terjadi perbedaan hasil antar perhitungan manual dan simulasi yang disebabkan oleh perbedaan variable yang digunakan.

Kata Kunci – *Partial Discharge; Simulink Matlab; Minyak kelapa sawit; RBDPO, Titanium Dioxide (TiO_2); Perhitungan Manual Partial Discharge.*

ABSTRACT***PARTIAL DISCHARGE TESTING OF REFINED BLEACHED DEODORIZED PALM OIL (RBDPO) THAT IS ADDED TITANIUM DIOXIDE (TiO₂) USING SIMULINK MATLAB***

(M Ilham Andri Suyadi, 03041281623046, 2022, xv +42 pages + lampiran)

Liquid isolation is one of the materials that is very useful for protecting both human and electrical components such as transformer from the danger of electricity. One of the liquid isolation is created from palm oil (RBDPO) that still need to be added titanium dioxide (TiO₂). Before it become liquid isolation, it need to be tested, one of them is partial discharge testing. PD testing, in this case we are using a simulation, is carried out by using software Simulink Matlab and capacitance modeling. We want to see the effect of addition TiO₂ in RBDPO and compare it with the manual calculation of PD. We found that with the addition of TiO₂ in RBDPO, it can increase the voltage of partial discharge in RBDPO because the permittivity also increase but there is difference between the result of simulation Simulink Matlab and manual calculation of PD. This is caused of the difference of variable that's used in simulation and manual calculation.

Keywords – *Partial Discharge; Simulink Matlab; Palm Oil; RBDPO, Titanium Dioxide (TiO₂); Manual Calculation Partial Discharge..*

SURAT KETERANGAN PENGECEKAN SIMILARITY

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Ilham Andri Suyadi

NIM : 03041281621046

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Sriwijaya

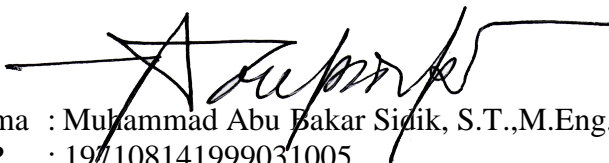
Menyatakan bahwa benar hasil pengecekan similarity skripsi yang berjudul "**Pengujian *Partial Discharge* Minyak Kelapa Sawit (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*) Dengan Penambahan Nanopartikel *Titanium Dioxide (TiO₂)* Menggunakan Simulasi *Simulink Matlab***" adalah 10 %.

Dicek oleh operator *: ①. Dosen Pembimbing
2. UPT Perpustakaan
3. Operator Perpustakaan

Demikianlah surat keterangan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat saya pertanggung jawabkan.

Palembang, November 2022

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



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

Yang Menyatakan



Nama : M Ilham Andri Suyadi
NIM : 03041281621046

*Lingkari salah satu jawaban tempat anda melakukan pengecekan Similarity

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
SURAT KETERANGAN PENGECEKAN SIMILARITY.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Isolasi	6
2.2 Isolasi Cair	6
2.3 Minyak Kelapa Sawit.....	8
2.4 Partial Discharge	9
2.5 Mekanisme Terjadinya Partial Discharge	10
2.6 Standarisasi Pengujian Isolasi cair.....	12
2.6.1 Prosedur Pengujian	12

2.7	Standarisasi Minyak Isolasi dan Standarisasi Pengujian Tegangan Tembus.....	13
2.8	Model Partial Discharge	13
2.9	Penelitian Sebelumnya.....	14
BAB III METODELOGI PENELITIAN		17
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.2	Peralatan Dan Bahan.....	17
3.2.1	Bahan yang Digunakan	17
3.2.2	Peralatan yang Digunakan	18
3.3	Pengambilan Data	22
3.4	Tahapan Penelitian.....	22
3.4.1	Studi Literatur	22
3.4.2	Studi Bimbingan	22
3.4.3	Pengumpulan Alat dan Bahan.....	22
3.5	Rancangan Tugas Akhir.....	23
3.5.1	Pembuatan Model Kapasitansi RBDPO dan bubble.....	23
3.5.2	Pencampuran Sampel Minyak	24
3.5.3	Pengujian Kadar Air	25
3.5.4	Pengujian Viskositas.....	25
3.5.5	Simulasi Simulink Matlab Partial Discharge	26
3.5.6	Rangkaian Simulasi Simulink Partial Discharge	26
3.6	Pengolahan Data	27
3.7	Diagram Alir Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Pendahuluan.....	29
4.2	Pengujian Viskositas	29
4.3	Pengujian Kadar Air	30
4.4	Simulasi Simulink Partial Discharge	32
4.5	Hasil Perhitungan Teori Partial Discharge	35
4.6	Perbandingan Simulasi Simulink Matlab dan Perhitungan Teori Partial Discharge	36

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Partial Discharge</i> pada <i>Cavity</i>	11
Gambar 2.2. Kegagalan Isolasi Karena Adanya Partikel.....	11
Gambar 2.3. Model <i>Partial Discharge</i>	14
Gambar 3.1. <i>Titanium Dioxide</i> (TiO_2).....	18
Gambar 3.2. <i>Oven</i>	18
Gambar 3.3. Magnetik <i>Stirer</i>	19
Gambar 3.4. Viskositas kinematik ASTM D-445	19
Gambar 3.5. Gelas <i>Beaker</i>	20
Gambar 3.6. Timbangan Digital.....	20
Gambar 3.7. Laptop yang digunakan	21
Gambar 3.8. <i>Software Matlab</i>	21
Gambar 3.9. Model RBDPO dan <i>Bubble</i>	23
Gambar 3.10. Rangkaian <i>Simulink Matlab</i>	27
Gambar 3.11. Diagram Alur Penelitian.....	28
Gambar 4.1. Perbandingan hasil Viskositas <i>RBDPO Olein</i> dengan Konsentrasi <i>TiO₂</i>	30
Gambar 4.2. Perbandingan hasil kadar air <i>RBDPO Olein</i> dengan konsentrasi <i>TiO₂</i>	31
Gambar 4.3. Hasil Tegangan Simulasi <i>Simulink PD RBDPO</i> tanpa <i>TiO₂</i>	33
Gambar 4.4. Hasil Arus Simulasi <i>Simulink PD RBDPO</i> tanpa <i>TiO₂</i>	33
Gambar 4.5. Hasil Tegangan Simulasi <i>Simulink PD RBDPO</i> dengan <i>TiO₂</i>	35
Gambar 4.6. Hasil Arus Simulasi <i>Simulink PD RBDPO</i> dengan <i>TiO₂</i>	35
Gambar 4.7. Perbandingan tegangan <i>PD</i> terhadap penambahan <i>TiO₂</i> pada minyak <i>RBDPO</i>	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan properti dielektrik dari <i>CPO</i> , <i>RBDPO</i> , <i>CCO</i> , <i>RCO</i> dan standar	8
Tabel 2.2. Batasan minyak isolasi baru <i>IEC 60296 – 2003</i>	13
Tabel 2.3. Penelitian Terdahulu	16
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Viskositas	29
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Kadar Air	31
Tabel 4.3. Parameter Simulasi <i>Simulink RBDPO</i> tanpa penambahan <i>TiO2</i>	32
Tabel 4.4. Parameter Simulasi <i>Simulink RBDPO</i> dengan penambahan <i>TiO2</i>	34
Tabel 4.5. Parameter Perhitungan Manual <i>RBDPO</i> tanpa <i>TiO2</i>	36
Tabel 4.6. Parameter Perhitungan Manual <i>RBDPO</i> dengan <i>TiO2</i>	36
Tabel 4.7. Hasil Simulasi dan perhitungan manual <i>PD</i>	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Turunan Persamaan Model Kapasitansi

Lampiran 2 Perhitungan Konsentrasi TiO_2 yang akan ditambahkan ke dalam
RBDPO

Lampiran 3 Hasil Uji Parameter Viskositas dan Kadar Air

Lampiran 4 Perhitungan Manual Tegangan *Partial Discharge*

Lampiran 5 Perhitungan Kenaikan (%) Tegangan *Partial Discharge* setelah
Penambahan TiO_2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan energi yang dihasilkan dikarenakan terjadinya perpindahan elektron. Listrik memiliki banyak fungsi dan kegunaan di kehidupan kita. Tetapi listrik dapat membahayakan manusia itu sendiri jika tidak ditangani dengan benar, seperti halnya tersengat aliran listrik. Untuk mengurangi potensi bahaya listrik dalam kehidupan sehari-hari konduktor yang dialiri listrik harus dilapisi dengan bahan yang tidak menghantarkan listrik. Bahan tersebut dapat disebut dengan isolator.

Isolator memiliki peran penting sebagai pelindung baik untuk manusia maupun untuk sistem itu sendiri. Isolator dapat dibagi menjadi tiga jenis Isolator jika dilihat dari bahan pembentuknya. Salah satu dari tiga jenis isolator tersebut adalah isolasi cair. Salah satu peralatan listrik yang menggunakan isolasi cair adalah transformer.

Isolasi cair itu sendiri dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan bahan penyusunnya, yaitu minyak mineral dan minyak nabati (*ester oil*) [1]. Minyak mineral yang diekstrak dari sumber *petroleum (non-renewable)* sudah sering digunakan sebagai isolasi di *transformer*. Minyak nabati (*ester oil*) yang dihasilkan dari tumbuhan (*renewable*) dapat menjadi alternatif minyak mineral [2].

Minyak nabati yang cocok untuk digunakan sebagai bahan penelitian adalah minyak kelapa sawit dikarenakan di negara tropis (Indonesia) memiliki ketersediaan yang banyak dan mudah didapat. Minyak kelapa sawit yang nantinya bakal digunakan sebagai alternatif minyak mineral dalam *transformer* adalah minyak kelapa sawit yang sudah diproses terlebih dahulu, yaitu *Refined Bleached*

Deodorized Palm Oil (RBDPO). Minyak *RBDPO* yang akan digunakan sebagai minyak isolasi harus melewati beberapa pengujian penelitian salah satunya adalah *Partial Discharge*.

Partial Discharge (PD) ialah kejadian mengalirnya muatan listrik pada medium isolasi yang diapit oleh konduktor yang tidak terhubung secara sempurna dan dalam waktu yang sangat singkat. Dengan mengetahui besarnya dan jumlahnya *PD* kita dapat secara cepat menangani suatu kerusakan isolasi dan mengambil tindakan yang diperlukan secara sigap dan cepat sehingga dapat mencegah kerusakan yang besar pada sistem.

Pada penelitian sebelumnya pencampuran nanopartikel *Titanium Dioxide (TiO₂)* pada *RBDPO* dapat meningkatkan kekuatan tembus minyak tersebut. Nanopartikel dapat mengurangi dampak negatif pada karakteristik listrik dan dielektrik suatu bahan. Tetapi untuk meminimalisir kerusakan yang disebabkan tembus tegangan dari campuran ini masih membutuhkan pengujian *Partial Discharge*.

1.2 Perumusan Masalah

Partial Discharge merupakan salah satu pengujian yang penting dalam mengetahui kondisi sistem minyak isolasi, yang memiliki tujuan untuk mendeteksi baik pola maupun tingkat serta jumlah *PD* pada minyak isolasi tersebut. Isolasi memiliki peran krusial dalam transformator yang memiliki peran tidak hanya sebagai isolasi tetapi juga sebagai pendinginnya. Ketika mengalami cacat isolasi minyak maka akan menyebabkan panas yang berakibat pada stress listrik yang tinggi secara continue yang akhirnya akan mempercepat penuaan yang mengakibatkan terjadinya *PD*, tanda awal terjadinya kegagalan isolasi. Oleh Sebab itu pentingnya isolasi cair yang bagus sehingga membuat trafo dan komponennya lebih tahan lama [3].

Oleh sebab itu skripsi ini dilakukan untuk mengetahui besarnya voltase *Partial Discharge* yang terjadinya didalam minyak kelapa sawit (RBDPO) dan untuk melihat apa pengaruh dari penambahan nanopartikel *Titanium Dioxide* (TiO_2) menggunakan Simulasi *Simulink Matlab*.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui dan menganalisa perbedaan hasil perhitungan secara manual dan simulasi *Simulink Matlab Partial Discharge* dengan model kapasitansi.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel TiO_2 terhadap tegangan *Partial Discharge* pada minyak kelapa sawit *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO) dengan simulasi *Simulink Matlab*.

1.4 Ruang Lingkup

Batasan masalah pada tugas akhir ini, antara lain:

1. Simulasi menggunakan modeling kapasitansi yang dikondisikan minyak dalam keadaan diam dengan posisi dan ukuran *bubble* yang tetap.
2. Simulasi dilakukan menggunakan *software Simulink Matlab Trial Edition*.
3. Sampel uji yang digunakan minyak kelapa sawit (RBDPO)
4. Pada Simulasi kali ini panjang isolasi yang akan disimulasikan yaitu 2 cm, dan panjang *bubble* 1 mm.
5. Tegangan yang diaplikasikan ialah tegangan AC dengan $f : 50\text{Hz}$
6. Pengujiannya ialah simulasi *Partial Discharge*, pengujian Viskosistas, dan *water-content* pada minyak kelapa sawit (RBDPO) dengan nanopartikel *Titanium Dioxide* (TiO_2)

7. Minyak kelapa sawit (*RBDPO*) yang digunakan dicampur dengan *Titanium-Dioxide* (TiO_2) yang konsentrasi pencampurannya ialah 0.025% dan 0.050 %,
8. Pemanasan minyak dilakukan dengan suhu 60° dan $120^\circ C$ dengan pemanasan selama tepat 4 jam setelah suhu oven sesuai dengan settingan.
9. Lama dari pemanasan ke pengujian sekitar 1 hari penuh (24jam) setelah pemanasan dilakukan.
10. Perbandingan yang dilakukan adalah perbandingan antar simulasi *simulink matlab* dan perhitungan manual *PD* karena belum ditemukannya publikasi penelitian terhadap hasil pengujian *PD* dengan konsentrasi yang sama.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini terbagi menjadi lima bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan backgorund masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan skripsi ini, ruang lingkup skripsi dan tata urutan penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ii memaparkan teori-teori dan referensi materi yang berkaitan dengan topic pembahasan yang diperoleh dari bermacam-macam buku dan jurnal serta artikel yang diperlukan untuk menuliskan laporan skripsi ini, seperti penjelasan mengenai isolasi, Isolasi cair, minyak kelapa sawit dan *Partial Discharge*.

BAB III METODOLOGI PENULISAN

Pada bab ini memaparkan lokasi pengambilan data, waktu dan tempat pengolahan data, alat dan bahan, metode

penelitian, pelaksanaan dan diagram alir pengerjaan tugas akhir ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini memaparkan hasil pengujian viskositas dan kadar air, simulasi *PD*, perhitungan secara manual/teori tegangan *PD*, dan perbandingan simulasi dengan perhitungan manual *PD*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini memaparkan kesimpulan dan saran dari tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. A. HadiAlnashia, I. Ibrahim Mohd, M. M. Almelian, and M. A. Omran, "The impact of partial discharge on the dielectric properties of refined bleached and deodorized palm oil (RBDPO)," *J. Telecommun. Electron. Comput. Eng.*, vol. 10, no. 1–3, pp. 81–85, 2018.
- [2] D. M. Mehta, P. Kundu, A. Chowdhury, V. K. Lakhiani, and A. S. Jhala, "A review on critical evaluation of natural ester vis-a-vis mineral oil insulating liquid for use in transformers: Part 1," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 23, no. 2, pp. 873–880, 2016.
- [3] A. Rajab *et al.*, "Partial discharge phase distribution of palm oil as insulating liquid," *Telkomnika*, vol. 9, no. 1, pp. 151–160, 2011.
- [4] Y. Setiawan, "Analisis Peluahan Sebagian (Partial Discharge) Pada Isolasi Cair Nynas Ab Nytro Libra Terkontaminasi Air, Serbuk Logam Dan Udara," Universitas Lampung, 2012.
- [5] Derry Ferdiansyah, "Perbandingan Karakteristik Peluahan Sebagian (Partial Discharge) Pada Isolasi Epoksi Resin (Resin Epoxy) Terhadap Karet Silikon (Silicone Rubber) Menggunakan Sensor Emisi Akustik," Universitas Lampung, 2015.
- [6] A. Rajab, "Perbandingan Konstanta Dielektrik Dan Permittivitas Relatif Minyak Sawit Dengan Minyak Isolasi Mineral Pasca Penuaan Termal," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 41–46, 2013.
- [7] S. Cai *et al.*, "Research on electrical properties of natural ester-paper insulation after accelerated thermal aging," *ICEMPE 2017 - 1st Int. Conf. Electr. Mater. Power Equip.*, pp. 397–401, 2017.
- [8] M. Z. H. Makmud, H. A. Illias, and C. Y. Chee, "Partial Discharge Behaviour within Palm Oil-based Fe₂O₃ Nanofluids under AC Voltage," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 210, no. 1, 2017.
- [9] Suwarno, F. Sitinjak, I. Suhariadi, and L. Imsak, "Study on the characteristics of palm oil and it's derivatives as liquid insulating materials," *Proc. IEEE Int. Conf. Prop. Appl. Dielectr. Mater.*, vol. 2, pp. 495–498, 2003.
- [10] T. G. Aakre, E. Ildstad, and S. Hvidsten, "Partial discharge inception voltage of voids enclosed in epoxy/mica versus voltage frequency and temperature," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 27, no. 1, pp. 214–221, 2020.
- [11] U. Khayam and I. Alhanif, "Design of RC circuit as partial discharge detector," *Proc. - Jt. Int. Conf. Electr. Veh. Technol. Ind. Mech. Electr. Chem. Eng. ICEVT 2015 IMECE 2015*, pp. 323–328, 2016.
- [12] H. Sayogi, "Analisis Mekanisme Kegagalan Isolasi Pada Minyak Trafo Menggunakan Elektroda Berpolaritas Berbeda Pada Jarum – Bidang,"

Diponegoro Univ., 2011.

- [13] E. Budiyanoro, A. Syakur, and M. Facta, "Analisis Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Sebagai Isolasi Cair Dengan Variasi Elektroda Uji," *Diponegoro Univ.*, pp. 1–9, 2011.
- [14] M. A. B. S. Dinda Yuliana Triani, Ansyori, "Karakteristik Partial Discharge Inception Voltage Pada Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Dengan Penambahan Titanium Dioxide (TiO₂)," 2021.
- [15] U. I. Aziz, Muhammad Fikri Bin, "The Experimental Study of Partial Discharge of Malaysian Based Palm Oil," 2012.
- [16] D. Gowda and Anandraj, "Modeling of partial discharge (PD) for solid insulation with void and building a hardware setup to measure partial discharge," *2016 - Bienn. Int. Conf. Power Energy Syst. Towar. Sustain. Energy, PESTSE 2016*, 2016.
- [17] S. D. M. S. Gunawardana, A. A. T. Kanchana, P. M. Wijesingha, H. A. P. B. Perera, and R. Samarasinghe, "A Matlab Simulink Model for a Partial Discharge Measuring System," *2015 Electr. Eng. Conf. [EEcon]*, no. January, pp. 29–34, 2015.
- [18] A. J. Christina *et al.*, "Investigation of the role of void sizes for failure of high voltage bushing," *Annu. Rep. - Conf. Electr. Insul. Dielectr. Phenomena, CEIDP*, vol. 2016-Decem, no. October, pp. 490–493, 2016.
- [19] R. Aditama, "Pengaruh Penambahan Nanopartikel Zno Terhadap Pengujian Tegangan Tembus Minyak Kelapa Sawit Rbdpo Olein Menggunakan Elektroda Bola-Bola," 2019.
- [20] Z. Y. S.F.M.Nor, N.Azis, M.Z.A.Ab Kadir, J.Jasni, R.Yunus, M.T.Ishak, "Investigation On The Electrical Properties Of Palm Oil And Coconut Oil Under Presence Of TiO₂." *Universiti Putra Malaysia*, pp. 1–6, 2015.