

**SKRIPSI**

**PENGUJIAN MINYAK KELAPA SAWIT RBDPO (*REFINED BLEACHED  
AND DEODORIZED PALM OIL*) SEBAGAI MINYAK ISOLASI DENGAN  
PENAMBAHAN NANOPARTIKEL *ZINK OXIDE (ZNO)*  
MENGUNAKAN SIMULASI SIMULINK MATLAB**



**SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**BAYU SETIAWAN**

**03041181621016**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
KONSENTRASI TEKNIK TENAGA LISTRIK  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENGUJIAN MINYAK KELAPA SAWIT RBDPO (*REFINED BLEACHED***  
***AND DEODORIZED PALM OIL*) SEBAGAI MINYAK ISOLASI DENGAN**  
**PENAMBAHAN NANOPARTIKEL *ZINK OXIDE (ZNO)***  
**MENGGUNAKAN SIMULASI SIMULINK MATLAB**



**SKRIPSI**

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

Oleh:

**BAYU SETIAWAN**


**03041181621016**

Indralaya, 20 Januari 2023

Menyetujui,  
Pembimbing Utama

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

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

ii

Dipindai dengan CamScanner

**HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bayu Setiawan  
NIM : 03041181621016  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan Software *iThenticate/Turnitin*: 17%

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Pengujian Minyak Kelapa Sawit RBDPO (*Refined Bleached And Deodorized Palm Oil*) Sebagai Minyak Isolasi Dengan Penambahan Nanopartikel *Zink Oxide (ZnO)* Menggunakan Simulasi Simulink Matlab” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

P

Indralaya, 20 Januari 2023



Bayu Setiawan

NIM 03041181621016

## **HALAMAN PERNYATAAN DOSEN**

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

Tanda Tangan : \_\_\_\_\_

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

Tanggal : 20/Januari/2023

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat Seminar dan Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Pengujian Minyak Kelapa Sawit RBDPO (*Refined Bleached And Deodorized Palm oil*) Sebagai Minyak Isolasi Dengan Penambahan Nanopartikel *Zink Oxide (ZnO)* Menggunakan Simulasi Simulink Matlab”.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala macam bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini kepada :

1. Allah Swt yang senantiasa memberikan nikmat kesehatan kepada penulis dalam keadaan masa pandemi saat ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan baik.
2. Almarhum Bapak Ir. H. Ansyori, M.T. selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah membimbing, mendidik, dan memotivasi saya hingga skripsi ini selesai.
3. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing kedua yang telah membimbing, mendidik, dan memotivasi saya hingga skripsi selesai.
4. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng., Ibu Dr. Syarifah Fitriah, S.T., Bapak Muhammad Irfan Jambak, S.T., M.Eng. dan Bapak Djulil Amri, S.T., M.T. selaku Tim Penguji sidang skripsi yang telah banyak memberikan saran dan masukan dalam

penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. sebagai dosen Pembimbing Akademik.
7. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
8. Kedua Orang Tua, Ibu Rusliyati, S. Pd., dan Bapak Agus Suyitno serta kakak saya Adhika Nugroho, S. E., yang selalu memberikan dukungan kepada penulis baik itu moral maupun materi serta doa yang tulus untuk penulis dalam menyusun Tugas Akhir.
9. Teman-teman kantin Akbar yang menjadi motivasi dan penyemangat penulis untuk bisa menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Teman-teman bimbingan pak Abu yang telah membantu dan memotivasi penulis untuk bisa menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis sangat sadar jika skripsi ini belum sempurna. Maka dari itu, penulis mengharapkan masukan sehingga skripsi ini menjadi sempurna. Semoga penulisan Skripsi ini memiliki manfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Januari 2023



BAYU SETIAWAN

NIM. 03041181621016

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bayu Setiawan

NIM : 03041181621016

Jurusan/Prodi : Teknik

ElektroFakultas : Teknik

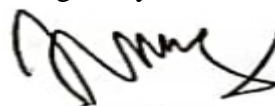
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PENGUJIAN MINYAK KELAPA SAWIT RBDPO (*REFINED BLEACHED AND DEODORIZED PALM OIL*) SEBAGAI MINYAK ISOLASI DENGAN  
PENAMBAHAN NANOPARTIKEL *ZINK OXIDE (ZNO)*  
MENGUNAKAN SIMULASI SIMULINK MATLAB**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya  
Pada tanggal : 20 Januari 2023  
Yang menyatakan,



Bayu Setiawan  
NIM. 03041181621016

## ABSTRAK

**PENGUJIAN MINYAK KELAPA SAWIT RBDPO (*REFINED BLEACHED AND DEODORIZED PALM OIL*) SEBAGAI MINYAK ISOLASI DENGAN PENAMBAHAN NANOPARTIKEL ZINK OXIDE (*ZNO*) MENGGUNAKAN SIMULASI SIMULINK MATLAB**

(Bayu Setiawan, 03041181621016, 2023, 35 Halaman)

Isolator ataupun isolasi ialah sesuatu sifat bahan yang sanggup melakukan pemisahan dua buah penghantar ataupun lebih yang memiliki jarak bersebelahan untuk membendung terdapatnya kebocoran arus ataupun hubung singkat. Isolasi yang digunakan salah satunya berasal dari minyak kelapa sawit (*RBDPO*). Untuk meningkatkan kemampuan minyak kelapa sawit (*RBDPO*) diperlukan penambahan nanopartikel yang salah satunya adalah zink oxide (*ZnO*). 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 *ZnO* 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; RBDP, Zink Oxide (ZnO), Perhitungan Manual Partial Discharge.*

Indralaya, 20 Januari 2023

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP. 197108141999031005

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

NIP. 197108141999031005

Dipindai dengan CamScanner



**ABSTRACT**

**TESTING OF REFINED BLEACHED AND DEODORIZED  
PALM OIL (RBDPO) AS INSULATING OIL THAT IS ADDED  
ZINC OXIDE (ZNO) USING SIMULINK MATLAB**

*(Bayu Setiawan, 03041181621016, 2023, 35 pages)*

*An insulator or insulation is a material characteristics that is capable of dettonating two or more cpnductors that are spaced next to each other to prevent leakage currents or short circuits. One of the liquid isolation is created from palm oil (RBDPO) that still need to be added zinc oxide (ZnO). 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 of ZnO in RBDPO and compare it with the manual calculation of PD. We found that with the addition of ZnO 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, Zinc Oxide (ZnO), Manual Calculation Partial Discharge.*

Indralaya, 20 Januari 2023

Menyetujui,  
Pembimbing Utama

Mengetahui,  
Ketia Jurusan Teknik Elektro



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

*M. Abu Bakar Sidik*  
**M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D**  
NIP. 1970108141999031005

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Minyak Isolasi.....	6
2.2 Syarat–syarat Minyak Isolasi.....	7
2.3 Minyak Kelapa Sawit.....	7
2.4 <i>Zink Oksida (ZnO)</i> .....	8
2.5 Tegangan Tembus Minyak Isolasi.....	8
2.6 Peluahan <i>Partial (Partial Discharge/PD)</i> .....	8
2.7 Mekanisme Terjadinya <i>Partial Discharge</i> .....	9
2.8 Penelitian terdahulu.....	12
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Lokasi Penelitian.....	13
3.2 Peralatan dan Bahan.....	13
3.2.1 Minyak Kelapa Sawit.....	13

3.2.2	Magnetik Stirer.....	14
3.2.3	<i>Viscometer Bath</i> .....	14
3.2.4	<i>Oven</i> .....	15
3.2.5	Nanopartikel <i>Zink Oksida (ZnO)</i> .....	15
3.2.6	<i>Gelas Beaker</i> .....	16
3.2.7	Timbangan Digital .....	16
3.2.8	Laptop .....	17
3.2.9	Aplikasi Simulink Matlab .....	17
3.3	Pengambilan Data.....	18
3.4	Tahapan Penelitian .....	18
3.4.1	Studi Literatur .....	18
3.4.2	Studi Bimbingan.....	18
3.4.3	Pengumpulan Alat dan Bahan.....	18
3.5	Perancangan Penelitian.....	19
3.5.1	Pembuatan Model Kapasitansi RBDPO dan bubble.....	19
3.5.2	Pencampuran Sampel Minyak.....	19
3.5.3	Pengujian Kadar Air.....	20
3.5.4	Pengujian Viskositas .....	21
3.5.5	Simulasi Simulink Matlab <i>Partial Discharge</i> .....	21
3.5.6	Rangkaian Pengujian Partial Discharge Inception Voltage .....	21
3.6	Pengolahan Data.....	22
3.7	Diagram Alir Penelitian.....	23
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		24
4.1	Pendahuluan .....	24
4.2	Pengujian Viskositas .....	24
4.3	Pengujian Kadar Air .....	25
4.4	Simulasi Simulink <i>Partial Discharge</i> .....	26
4.5	Hasil Perhitungan Teori <i>Partial Discharge</i> .....	30
4.6	Perbandingan Simulasi <i>Simulink Matlab</i> dan Perhitungan Teori <i>Partial Discharge</i> .....	31
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		33
5.1	Kesimpulan.....	33

5.2	Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Partial Discharge Pada Cavity .....	10
Gambar 2.2 Kegagalan Isolasi Karena adanya Partikel .....	11
Gambar 3.1 Minyak Kelapa Sawit (Minyak Kelapa Sawit RBPDO Olein) .....	14
Gambar 3.2 Magnetik Stirer .....	15
Gambar 3.3 Viscometer Bath .....	15
Gambar 3.4 Oven .....	16
Gambar 3.5 Zink Oksida (ZnO) .....	16
Gambar 3.6 Gelas Beaker .....	17
Gambar 3.7 Timbangan Digital .....	17
Gambar 3.8 Laptop yang digunakan .....	18
Gambar 3.9 Aplikasi Matlab .....	18
Gambar 3.10 Model RBDPO dan bubble .....	21
Gambar 3.11 Rangkaian Simulink Matlab .....	24
Gambar 3.12 Diagram Alur Penelitian .....	25
Gambar 4.1 Perbandingan hasil viskositas RBDPO Olein dengan konsentrasi TiO <sub>2</sub> .....	27
Gambar 4.2 Perbandingan hasil viskositas RBDPO Olein dengan konsentrasi TiO <sub>2</sub> .....	28
Gambar 4.3 Hasil Tegangan Simulasi Simulink PD RBDPO tanpa TiO <sub>2</sub> .....	30

Gambar 4.4 Hasil Tegangan Simulasi Simulink PD RBDPO dengan TiO <sub>2</sub> .....	30
Gambar 4.5 Hasil Arus Simulasi Simulink PD RBDPO tanpa TiO <sub>2</sub> .....	31
Gambar 4.5 Hasil Arus Simulasi Simulink PD RBDPO dengan TiO <sub>2</sub> .....	31

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Tedahulu .....	13
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Viskositas .....	27
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Air .....	28
Tabel 4.3 Parameter Simulasi Simulink RBDPO tanpa penambahan ZnO .....	29
Tabel 4.4 Parameter Simulasi Simulink RBDPO dengan penambahan ZnO ....	29
Tabel 4.5 Parameter Perhitungan Manual RBDPO tanpa ZnO.....	32
Tabel 4.6 Parameter Perhitungan Manual RBDPO dengan ZnO.....	32
Tabel 4.7 Hasil Simulasi dan Perhitungan manual PD .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Turunan Persamaan Model Kapasitansi

Lampiran 2 Perhitungan Konsentrasi  $\text{TiO}_2$  yang akan ditambahkan ke dalam  
RBDPO

Lampiran 3 Hasil Uji Parameter Viskositas dan Kadar Air

Lampiran 4 Perhitungan Manual Tegangan *Partial Discharge*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penyediaan sumber tenaga listrik harus profesional serta berkelanjutan paling utama dalam perlengkapan transformator yang memerlukan atensi serta pemeliharaan kepada minyak transformator, karena minyak transformator berperan sebagai pembuangan serta penyejuk pada transformator. Minyak transformator yang bersumber melalui minyak bumi mempunyai sebagian kekurangan ialah kurang ramah kepada lingkungan, susah terdegradasikan dengan cara biologis, produk minyak bumi terkadang bisa habis, serta memerlukan durasi yang lama untuk memperolehnya [1]. Butuh dilakukan pertimbangan saat mencari pengganti minyak transformator yang penuh kekurangan dari minyak transformator yang bersumber melalui minyak bumi. Minyak nabati merupakan jenis minyak yang ramah kepada lingkungan, mudah terdegradasikan dengan cara biologis, persediaan banyak, serta mudah memperolehnya. Salah satunya minyak nabati yang diseleksi yaitu minyak bersumber dari biji buah kelapa sawit, sebab Indonesia ialah negara penghasil minyak kelapa sawit terbanyak dalam dunia.

Minyak kelapa sawit merupakan jenis minyak nabati yang sekarang ini dilakukan penyelidikan sebagai minyak isolasi cair pengganti minyak transformator. Berbagai macam minyak kelapa sawit bisa diekstraksikan dari biji buah kelapa sawit semacam *CPO (Crude Palm Oil)* bisa didapatkan melalui daging buah sawit. *CPO* bisa lebih ada penyempurnaan jadi *RBDPO Olein (Refined Bleached and Deodorized Palm Oil)* dengan fraksinasi proses *RBDPO* [2][3]. Meskipun minyak nabati mempunyai asam lemak monounsaturated yang sangat banyak [4], kemampuan minyak *RBDPO Olein* masih bisa dilakukan

pengembangan dengan menambahkan nanopartikel ke dalam isolasi cair jadi nanofluida.

Nanofluida ialah padatan tersuspensi mencakup atas nanopartikel serta fluida dasar. Nanofluida pula bisa dimaksud merupakan larutan pemindah panas yang mana sebagian kecil bahan nano (nanopartikel, kawat nano ataupun nanosheet) dengan cara normal tersuspensikan pada larutan pemindah panas bumi semacam air, minyak mineral ataupun minyak nabati. Nanofluida bisa didapat melalui mensintesiskan nanopartikel ke dalam fluida dasar [5].

Wang et al [6], dalam risetnya mengenai pengembangan nanofluida berbasis minyak transformator dengan metode mendispersikan nanopartikel ke dalam minyak, membuktikan kalau beberapa dari nanofluida ini mempunyai daya dialektik yang jauh lebih besar dari minyak transformator tanpa terdapatnya kombinasi nanopartikel.

## 1.2 Perumusan Masalah

Kekalahan isolasi yang terjalin dalam transformator memiliki akibat yang kurang baik kepada sistem kelistrikan. Sebagian akibat buruk terjalin kegagalan isolasi ialah cadangan listrik ke pelanggan hadapi pemadaman serta memberi kehilangan keuangan pada fasilitator pelayanan listrik bagi koreksi transformator.

Sebagian riset mengenai minyak isolasi sudah dicoba guna tingkatkan performa dari minyak isolasi. Pada suatu riset, akumulasi nanopartikel dalam minyak isolasi mineral membagikan kenaikan *partial discharge* [7]. Sebagian contoh nanopartikel yang bisa dipakai guna memperbaiki *partial discharge* yaitu *Titanium Dioxide*, *Zink Oksida*, *Copper Oksida* [8].

Riset lanjutan terkait pencampuran *Zink Oksida (ZnO)* dengan minyak nabati yang merupakan bahan riset belum dilaksanakan dengan cara intensif. Maka dari itu, akan dicoba riset mangulas terkait nilai *partial discharge* dari minyak kelapa sawit dengan akumulasi *Zink Oksida (ZnO)* dan memahami pengaruhnya tambahan *Zink Oksida (ZnO)* kepada *partial discharge*, viskositas, serta kadar air bagi minyak isolasi layak jadi alternatif minyak isolasi cair dalam transformator menggunakan Simulasi Simulink Matlab.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuannya dari penyelenggaraan riset berikut yakni :

1. Mengamati dan mempelajari perbedaan hasil perhitungan secara manual dan simulasi *Simullink Matlab Partial Discharge* dengan model kapasitansi.
2. Mengamati pengaruh penambahan nanopartikel *ZnO* terhadap tegangan *Partial Discharge* pada minyak transformator yaitu minyak kelapa sawit *Refined Bleached Deodorized Pal Oil (RBDPO)* dengan simulasi matlab.

### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup kerja dalam riset berikut yakni:

1. Pengujian simulasi percobaan menggunakan modeling Kapasitansi dimana kondisi minyak pada keadaan diam dengan posisi ukuran *bubble* yang tetap.
2. Dalam percobaan simulasi panjang isolasi yang digunakan adalah 2 cm, serta panjang *bubble* 1 mm.
3. Uji simulasi menggunakan *software Simulink Matlab Trial Edition*.
4. Sample uji yang digunakan minyak (*RBDPO*).
5. Tegangan tinggi yang digunakan adalah tegangan AC (50Hz).

6. Minyak kelapa sawit (*RBDPO*) yang dipakai dicampur bersama *Zink Oksida (ZnO)* berkonsentrasi pencampuran 0,025 % dan 0,050 %.
7. Uji coba yang dilakukan ialah simulasi *Partial Discharge*, pengujian Viskositas, dan kadar air pada minyak kelapa sawit (*RBDPO*) dengan nanopartikel *Zink Oxide (ZnO)*.
8. Membandingkan hasil pengujian simulasi *PD* dengan perhitungan manual *PD*.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Penggunaan sistematika pada penulisan tugas akhir mencakup atas lima bab yang garis besarnya bisa dijabarkan yaitu:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bagian pertama mengulas terkait hal yang melatarbelakangi riset, permasalahan yang dirumuskan, tujuan riset, ruang lingkup riset, hipotesis beserta sistematika dalam menyusun tulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bagian kedua, dijelaskan terkait beragam teori yang menunjang tugas akhir.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bagian berikut, dijabarkan terkait mekanisme, metode riset yang dipakai serta metode pengumpulan data yang diperlukan saat menulis tugas akhir.

#### **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Pada bagian berikut menerangkan terkait menganalisis riset dan pembahasan maka bisa dipahami kelayakannya minyak yang akan digunakan dalam penelitian.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Di bagian ini, merupakan bagian penutup sebagai kesimpulannya atas hasil dan pembahasan riset maupun saran yang diinginkan bisa memberi manfaat bagi riset berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiyanoro, Eko. (2011). “*Analisis Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni (Virgin Coconut Oil) Sebagai Isolasi Cair Dengan Variasi Elektroda Uji*”. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [2] S. S. Sinan. (2014). “*Investigation on the AC Breakdown Voltage of RBDPO Olein*”. IEEE Innovative Smart Grid Technologies–Asia (ISGT ASIA).
- [3] Y. V. Thien, N. Azis, J. Jasni, M. Z. A. Ab Kadir, R. Yunus. (2014). “*Investigation on the Lightning Breakdown Voltage of Palm Oil and Coconut Oil under Non-Uniform Field*”. IEEE International Conference Power & Energy (PECON). Universiti Putra Malaysia. Selangor.
- [4] A. Rajab, Suwarno, and S. A. Aminuddin, “Properties of RBDPO Oleum as a Candidate of Palm Based-Transformer Insulating Liquid,” *Proc. 2009 Int. Conf. Electr. Eng. Informatics, ICEEI 2009*, vol. 2, no. August, pp. 548–552, 2009.
- [5] S. Witharana, “Boiling of Refrigerated on Enhanced Surfaces Boiling of Nanofluids,” no. 03, 2003.
- [6] B. Wang, J. Li, B. Du, and Z. Zhang, “Study on the Stability and Viscosity of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nano-Particles Vegetable Insulating Oils,” *Int. Conf. High Volt. Eng. Appl. Shanghai, China, Sept. 17-20, 2012*, pp. 2–5, 2012.
- [7] M. Bin Yahya dan R. M. K. R. Chik, “Study on breakdown voltage for vegetable oils with additive TiO<sub>2</sub>,” *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 12, no. 1, hal. 175–181, 2018.
- [8] H. Jin, "Dielectric Strength and Thermal Conductivity of Mineral Oil based Nanofluids," *Disertasi, Master of Electrical Engineering, Delft University of Technology, the Netherlands* 2015.
- [9] Jauhari, rifqi. (2017). “*Analisis Karakteristik Fisik dan Elektrik untuk Estimasi Umur Minyak Transformator Menggunakan Hukum Arrhenius*”. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

- [10] Setiawan, M, I, G dan Garniwa, Iwa. (2013). “*Analisis Kondisi Minyak Transformator Berdasarkan Uji Parameter Utama*”. Universitas Indonesia. Depok.
- [11] N. Pasaribu, “Minyak Buah Kelapa Sawit,” *Univesitas Sumatera Utara*, hal. 1–8, 2004.
- [12] S. Alfarisa, D. A. Rifai, dan P. L. Toruan, “Studi Difraksi Sinar-X Struktur Nano *Zinc Oxide* ( ZnO ) X-ray Diffraction Study on ZnO Nanostructures,” vol. 2, no. 2, hal. 53–57, 2018.
- [13] E. Budiyanoro, 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.
- [14] Paoletti.,G.J., *Partial Discharge Theory and Technologies Related to Traditional Testing Methods of Large Rotating Apparatus, AISE Steel technology*.2000.
- [15] H. Sayogi, “Analisis Mekanisme Kegagalan Isolasi Pada Minyak Trafo Menggunakan Elektroda Berpolaritas Berbeda Pada Jarum – Bidang,” *Diponegoro Univ.*, 2011.
- [16] S. Abduh, *Teori Kegagalan Isolasi*. Univesitas Trisakti, 2003.
- [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-December, no. October, pp. 490–493, 2016.
- [19] S.F.M.Nor<sup>1\*</sup>, N.Azis<sup>1</sup>, M.Z.A.Ab Kadir<sup>1</sup>, J.Jasni<sup>1</sup>, R.Yunus<sup>2</sup>, M.T.Ishak<sup>3</sup>, Z.Yaakub<sup>4</sup> “Investigation On The Electrical Properties Of Palm Oil And Coconut Oil Under Presence Of ZnO,” *University Putra Malaysia*. 2015.