

SKRIPSI

**INVESTIGASI TERHADAP *ELECTRICAL STRESS* PADA MINYAK
SAWIT DAN MINYAK ZAITUN DIBAWAH PENGARUH BENTUK
GELOMBANG TEGANGAN SERTA FREKUENSI BERBEDA**



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

Oleh:

**MUHAMMAD RIZKI BAYU PRASETYO
03041381722114**

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

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

INVESTIGASI TERHADAP *ELECTRICAL STRESS* PADA MINYAK
SAWIT DAN MINYAK ZAITUN DIBAWAH PENGARUH BENTUK
GELOMBANG TEGANGAN SERTA FREKUENSI BERBEDA


Oleh:

MUHAMMAD RIZKI BAYU PRASETYO
NIM. 03041381722114

Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan

Palembang, 25 September 2021

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D, IPU.
NIP.197108141999031065

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**INVESTIGASI TERHADAP *ELECTRICAL STRESS* PADA MINYAK
SAWIT DAN MINYAK ZAITUN DIBAWAH PENGARUH BENTUK
GELOMBANG TEGANGAN SERTA FREKUENSI BERBEDA**

Oleh:

MUHAMMAD RIZKI BAYU PRASETYO

NIM 03041381722114

**Telah diperiksa kebenarannya dan disetujui untuk diujikan guna
memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro**

Palembang, 25 September 2021

Dosen Pembimbing,



Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T.

NIP.196106181989032003

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Rizki Bayu Prasetyo
Nomor Induk Mahasiswa : 03041381722114
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Persentase Plagiarisme (Turnitin) : 11%

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “Investigasi terhadap *electrical stress* pada minyak sawit dan minyak zaitun dibawah pengaruh bentuk gelombang tegangan serta frekuensi berbeda”, 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, September 2021

V-3 menyatakan,

Muhammad Rizki Bayu Prasetyo

The image shows a handwritten signature 'Bayu' in black ink over a yellow 10,000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI TEMPEL' and '543AJX447485735'. The signature is written over the stamp, and the name 'Muhammad Rizki Bayu Prasetyo' is printed below it.

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 : Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T.

Tanggal : 25/September/2021

KATA PENGANTAR

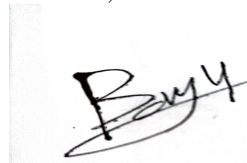
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Investigasi terhadap *electrical stress* pada minyak kelapa sawit dan minyak zaitun dibawah pengaruh bentuk gelombang tegangan serta frekuensi berbeda”. Shalawat serta salam tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan Inshaallah pengikutnya.

Skripsi ini merupakan karya penulis dalam rangka menyelesaikan kewajiban akademik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Proses pembuatan karya ini banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan, semoga bantuan, perhatian dan dukungan yang diberikan menjadi amal kebaikan dimata Allah SWT.

Semoga karya sederhana berbentuk skripsi ini memberikan kontribusi untuk bidang ilmu elektro dan semua pihak yang memerlukan.

Palembang, September 2021

Penulis,



Muhammad Rizki Bayu Prasetyo

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ilmiah skripsi ini saya dedikasikan, sebagai penghargaan, dan rasa hormat saya kepada:

- ✓ Bapak Eko Budi Prasetyo, Ibu Kuryanti dan keluarga besar yang senantiasa mendo'akan dan memberi dukungan untuk suksesnya studi saya;
- ✓ Dosen pembimbing tugas akhir Ibu Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T.;
- ✓ Rektor Unsri Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE dan Dekan Fakultas Teknik Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T.;
- ✓ Ketua Jurusan Teknik Elektro Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D, IPU. dan dosen pembimbing akademik Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D.;
- ✓ Bapak Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D. dan seluruh dosen teknik elektro yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran sampai selesainya skripsi ini;
- ✓ Dr. Syarifah Fitria, S.T. yang telah membantu memberikan arahan dan saran selama penelitian sampai selesainya skripsi ini.
- ✓ Teman yang selalu membantu dan menemani yaitu Ari Gunawam, Alfariz Hafidzullah, M. Nuraji Abdillah dan Hauzaan Kalimatullah.
- ✓ Teman seperjuangan sebimbingan seangkatan yaitu Abiyyu, Bayu, Cepy, Cintia, Fahri, Jihan, Rey, Niken dan Novia
- ✓ Pranata Senior di Laboratorium *Electrical Energy and Safety* Universitas Sriwijaya: Pak Lukmanul Hakim, S.T., Kak Ferlian Seftianto, S.T., Kak Intan Dwi Putri, S.T., Beserta teman-teman yang tergabung dalam penelitian Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTTPL) 2020/2021.;

Saya mendo'akan semoga Allah SWT memberikan ganjaran pahala atas semua keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan.

Palembang, 25 September 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Bayu', is written over a light gray rectangular background.

Muhammad Rizki Bayu Prasetyo

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Muhammad Rizki Bayu Prasetyo
NIM : 03041381722114
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Untuk kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul, “Investigasi Terhadap *Electrical Stress* pada Minyak Kelapa Sawit dan Minyak Zaitun Dibawah Pengaruh Bentuk Gelombang Tegangan Serta Frekuensi Berbeda” beserta perangkat yang ada.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Palembang
Pada tanggal : 25 September 2021

Saya menyatakan,



..... Muhammad Rizki Bayu Prasetyo

ABSTRAK

INVESTIGASI TERHADAP *ELECTRICAL STRESS* PADA MINYAK SAWIT DAN MINYAK ZAITUN DIBAWAH PENGARUH BENTUK GELOMBANG TEGANGAN SERTA FREKUENSI BERBEDA (M.Rizki Bayu Prasetyo, 03041381722114, 2021, xvii + 35 halaman + lampiran)

Penelitian mengenai pengaruh bentuk gelombang tegangan (*waveform*) sinusoidal, rektanguler dan triangular serta dengan frekuensi 50 Hz, 100 Hz, 200 Hz, 400 Hz, dan 800 Hz terhadap besarnya *electrical stress* pada minyak sawit dan minyak zaitun sudah dilakukan. Pengujian ini menggunakan sampel uji berupa minyak sawit dan minyak zaitun dengan volume sampel sebesar 350 ml. Pengujian ini menggunakan sistem elektroda bola-bola diameter 13 mm dengan jarak sela sebesar 1 mm, jumlah sampel yang digunakan pada pengujian ini adalah lima cup untuk setiap frekuensi, dengan lima kali percobaan pada setiap sampel, setiap percobaan dilakukan *resting* selama tiga menit untuk minyak tersebut melepaskan unsur karbon dalam lauritan sampel sehingga menjadi stabil saat pengujian, pengujian ini menggunakan aplikasi tegangan bolak-balik pada rentang 0-4 kV dengan kenaikan 100 V/s. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa semakin tinggi frekuensi maka semakin besar juga *electrical stress* yang dihasilkan begitu pula bentuk gelombang yang berbeda maka didapat besar *electrical stress* yang berbeda dikarenakan waktu kenaikan dari titik nol ke puncak gelombang (*rise time*) berbeda gelombang triangular mempunyai *rise time* yang paling cepat diantara gelombang lainnya, serta bentuk puncak gelombangnya yang runcing sehingga gelombang triangular merupakan gelombang dengan *electrical stress* yang paling besar serta lebih cepat mengalami peluahan sebagian yang menandakan menurunnya kualitas material suatu isolasi.

Kata Kunci : Tegangan Awal Peluahan Sebagian, *Electrical Stress*, *Waveform*, Minyak Sawit, Minyak Zaitun

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

Palembang, 25 September 2021

Menyetujui,
Pembimbing Utama

Ir. Hj. Dwirina Yunarti, M.T.
NIP.196106181989032003

ABSTRACT

INVESTIGATION OF ELECTRICAL STRESS IN PALM OIL AND OLIVE OIL UNDER DIFFERENT VOLTAGE WAVEFORM AND FREQUENCY INFLUENCE

(M.Rizki Bayu Prasetyo, 03041381722114, 2021, xvii + 35 page+ Appendices)

This paper discuss about influence of voltage waveform like sinusoid, rectangular, triangular with frequency 50 Hz, 100 Hz, 200 Hz, 400 Hz, and 800 Hz to the magnitude of electrical stress in palm oil and olive, This test using a palm oil and an olive oil as a sampel wit the volume 350 ml. This test using a sphere-sphere electrode system with diameter of sphere is 13 mm and 1 mm electrode gap, this test using five sample in one frequency with five repetition, every test repetition have resting for three minutes to release carbon from the liquid so the oil will be a stable. This test using AC voltage within 0 - 4 kV with 100 V/s rise time voltage. From that test it can infer that the bigger magnitude of frequency, the greater electrical stress which is produced, and the getting faster of rise time of different waveform so the bigger electrical stress it's get, the triangular waveform has the fastest rise time among the other waveform such as sinusoidal and rectangular waveform, also the triangular waveform have the sharpest peak it can produce more electrical stress and the triangular waveform have the fastest PD occur that can imply the degradation of a insulation material.

Keywords: Partial Discharge Inception Voltage, Electrical Stress, Waveform, Palm Oil, Olive Oil


Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

Palembang, 25 September 2021

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T.
NIP.196106181989032003

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
NOMENKLATUR	xix
DAFTAR ISTILAH	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN LITERATUR	6

2.1 Isolator	6
2.2 Dielektrik Cair	7
2.3 Minyak Nabati.....	9
2.3.1 Minyak Sawit	11
2.3.2 Minyak Zaitun.....	13
2.4 Tekanan Elektrik (<i>Electrical Stress</i>)	14
2.5 Peluahan Sebagian (<i>Partial Discharge</i>)	15
2.6 Bentuk Gelombang Listrik.....	16
2.6.1 Gelombang Sinusoidal.....	17
2.6.2 Gelombang <i>Rektangular</i>	18
2.6.3 Gelombang <i>Triangular</i>	19
2.7 Penelitian Terdahulu.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Pendahuluan	24
3.2 Diagram Alir Penelitian	25
3.3 Sampel Uji	27
3.3.1 Minyak Sawit	27
3.3.2 Minyak Zaitun.....	28
3.4 Peralatan Pengujian	30
3.4.1 <i>Automatic Voltage Regulator</i>	30
3.4.2 Osiloskop	30
3.4.3 <i>Function Generator</i>	31
3.4.4 <i>Picoscope</i>	31
3.4.5 Amplifier Tegangan Tinggi	32
3.4.6 Probe Tegangan Tinggi	33
3.4.7 Tahanan Tinggi	33

3.5	Penyiapan Sampel Uji	34
3.6	Rangkaian Pengujian	34
3.6.1	Sistem Elektroda	34
3.6.2	Rangkaian pengujian	35
3.7	Prosedur Pengujian	36
3.8	Pengambilan Data	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Umum	39
4.2	Data Hasil Pengujian	39
4.3	Pembahasan	45
BAB V PENUTUP		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Minyak sawit	27
Gambar 3.2 Minyak zaitun	28
Gambar 3.3 <i>AC Voltage Regulator</i>	30
Gambar 3.4 <i>Pearson Current Monitor</i>	30
Gambar 3.5 <i>Function Generator</i>	31
Gambar 3.6 <i>Picoscope</i>	32
Gambar 3.7 Amplifier Tegangan Tinggi Trek Model 20/20C-HS	32
Gambar 3.8 Probe Tegangan Tinggi Tektronix P6015A	33
Gambar 3.9 Resistor 185 k Ω	33
Gambar 3.11 Desain Sistem Elektroda	34
Gambar 3.11 Sistem Elektroda.....	34
Gambar 3.12 Rangkaian Pengujian	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Isolasi Minyak IEC 60422-2013	6
Tabel 2.2 Standar Isolasi Minyak SPLN 49-1: 1982.....	7
Tabel 2.3 Karakteristik Dielektrik Minyak Zaitun.....	11
Tabel 2.4 Tabel Penelitian Terdahulu.....	17
Tabel 3.1 Kandungan Minyak Sawit Sunco.....	21
Tabel 3.2 Kandungan Minyak Zaitun	22
Tabel 3.1 Tabel Pengambilan Data	30
Tabel 3.4 Jadwal Penelitian.....	32

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	17
---------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Jadwal Penelitian

Lampiran 2 Data Hasil Pengujian

Lampiran 3 Nilai Kapasitansi

Lampiran 4 Grafik Gelombang Sinusoidal Hasil Pengujian menggunakan Aplikasi Picoscope 4000 Series

NOMENKLATUR

- \vec{E} : tekanan elektrik/Electrical stress
- ϕ : Tegangan yang diaplikasi (kV)
- C_g : Kapasitansi Gap Udara
- C_d : Kapasitansi Material Isolasi
- d : Jarak Sela Udara
- ϵ_r : Relatif Permittivity udara (1,00054)
- ϵ_c : Permittivitas relatif campuran
- ϵ_0 : Vakum Permittivity ($8,854 \times 10^{-12}$ F/m)
- A : Luas Permukaan Elektroda

DAFTAR ISTILAH

- *Electrical Stress* : Tekanan Elektrik
- *Waveform* : Bentuk gelombang tegangan
- *Life-span* : Jangka Pakai
- *Rise Time* : Waktu Kenaikan
- *Flash Point* : Titik Nyala
- *Pour Point* : Titik Tuang
- *Breakdown Strength* : Kekuatan Tegangan tembus
- *Partial Discharge* : Peluahan Sebagian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transformator daya merupakan komponen penting dalam sistem tenaga listrik, untuk menjaga umur pakai (*life-span*) dari transformator tersebut dibutuhkan isolasi yang baik. Isolasi transformator berupa minyak dan kertas isolasi. Minyak isolasi yang biasanya digunakan adalah minyak mineral (*Mineral Oil*) tetapi, minyak mineral mempunyai beberapa permasalahan seperti beracun, tidak ramah lingkungan serta *un-biodegradable oil*.

Minyak sawit merupakan ester alami yang mempunyai jumlah populasi yang melimpah di Indonesia. Indonesia memproduksi 20% dari minyak sawit di dunia setelah Malaysia [1]. Pulau Sumatera merupakan penghasil sawit terbesar di Indonesia, khususnya pada Provinsi Sumatera Selatan produksi kelapa sawit pada tahun 2018 sebesar 3.826.784 serta lahan sebesar 1.183.334 Ha digunakan [2]. Kegunaan minyak sawit sangat bervariasi mulai dari bidang makanan, kosmetik, *biofuel*, farmasi, pakan hewan serta kelapa sawit juga dipakai sebagai bahan isolasi transformator.

Minyak sawit dipilih sebagai alternatif bahan isolasi transformator karena bersifat ramah lingkungan, mempunyai *flash point* yaitu 250°C sampai 301°C serta konduktivitas termal yang baik 0,1564 W/m^{-c} sampai 0,1726 W/m^{-c} , dibandingkan dengan minyak mineral yang bersifat beracun dan tidak ramah lingkungan. Minyak sawit yang mempunyai komposisi lemak jenuh dan lemak tak jenuh yang seimbang, minyak sawit dapat diekstrak dalam beberapa jenis, yaitu minyak sawit mentah/*Crude Palm Oil* (CPO), minyak biji sawit/*Palm Kernel Oil* (PKO) serta minyak sawit yang

mengalami proses khusus yaitu dihaluskan, dibersihkan dan dihilangkan baunya atau sering disebut dengan *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (RBDPO) [3], [4].

Minyak zaitun murni adalah minyak yang diperoleh dari buah pohon zaitun (*Olea europaea L.*) hanya dengan cara mekanis atau fisik lainnya dalam kondisi, terutama kondisi termal, yang tidak menyebabkan perubahan pada minyak, dan yang belum mengalami perubahan apa pun. perawatan selain pencucian, dekantasi, sentrifugasi dan filtrasi. Minyak Zaitun biasanya digunakan sebagai bahan masakan serta produk untuk kecantikan.

Penggunaan minyak zaitun sebagai minyak isolasi dipilih dikarenakan minyak kelapa ramah lingkungan, tidak beracun dan *biodegradable*. Sejumlah studi telah dilakukan dalam meneliti kemungkinan minyak kelapa sebagai bahan isolasi, ditinjau dari karakteristik kimia seperti susunan molekul serta sifat senyawa, dan karakteristik kelistrikan seperti kekuatan tegangan tembus (*breakdown strength*) yaitu 46,5 kV, titik tumpahnya (*pour point*) yaitu 2,78°C [5].

Dalam kriteria isolasi cair menurut IEC 60156, tegangan tembus merupakan suatu parameter dalam menentukan kualitas minyak isolasi perlu dilakukan pengujian terhadap minyak isolasi yang akan digunakan sebagai isolasi pada transformator [6], [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Dong et.al [2018] membuktikan bahwa adanya pengaruh bentuk gelombang tegangan terhadap besarnya “*electrical stress*”, sehingga berpengaruh terhadap karakteristik *partial discharging*nya yang berdampak pada masa pakai (*life-span*) suatu isolator. Dalam penelitian itu menggunakan tiga jenis bentuk gelombang tegangan berbeda dan didapatkan besar *partial discharge* yang berbeda [8]. Serta menurut Bodega et.al [2002] frekuensi mempengaruhi besarnya suatu *partial discharge* [9]. Maka dari itu penyusun ingin membahas penelitian tentang ” Investigasi

Terhadap Electrical Stress pada Minyak Sawit dan Minyak Zaitun Dibawah Pengaruh Bentuk Gelombang Tegangan Serta Frekuensi Berbeda”.

1.2 Perumusan Masalah

Dielektrik cair berperan penting terhadap isolasi peralatan listrik khususnya transformator. *Partial discharge* dapat menyebabkan kerusakan isolator tersebut, frekuensi dan bentuk gelombang tegangan dapat menyebabkan adanya *Electrical Stress* yang dapat berpengaruh terhadap besarnya arus *discharge*. Besarnya *Electrical Stress* dapat dipengaruhi dengan besarnya frekuensi, dikarenakan terdapat kerapatan gelombang yang berbeda. Hal itu dapat mempengaruhi proses *ageing* terhadap suatu isolator yang menyebabkan kekuatan isolasi dielektrik tersebut menurun, untuk itu dilakukan studi ini untuk mempelajari pengaruh bentuk gelombang tegangan terhadap *electrical stress* pada sampel minyak sawit serta minyak zaitun.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh bentuk gelombang tegangan (*Waveform*) terhadap tekanan elektrik (*electrical stress*) dan besar rata-rata Tegangan Peluahan Awal pada minyak sawit dan minyak zaitun.
2. Mengetahui pengaruh frekuensi berbeda terhadap tekanan elektrik (*electrical stress*) dan besar rata-rata Tegangan Peluahan Awal pada minyak sawit dan minyak zaitun.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan sistem elektroda bola-bola $\varnothing = 13$ mm dengan jarak celah antar elektroda 1 mm. Menggunakan resistansi sebesar 220 k Ω .
2. Untuk menganalisa tekanan elektrik atau *electrical stress* digunakan tiga jenis gelombang tegangan yaitu sinusoidal, gelombang tegangan rektanguler serta gelombang tegangan triangular.
3. Minyak yang digunakan minyak sawit serta minyak zaitun dengan volume masing-masing sebesar 350 ml.
4. Menggunakan frekuensi 50, 100, 200, 400, dan 800 Hz.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan untuk dalam penelitian ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan tentang isolasi zat cair serta *Electrical Stress* secara umum.

BAB II TINJAUAN LITERATUR

Tinjauan literatur dilakukan sebagai tinjauan Pustaka berbagai sumber bacaan seperti jurnal, *paper*, skripsi serta sumber literatur lainnya. Studi literatur bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai penelitian sejenis yang dilakukan sebelumnya ataupun

informasi terkait lain terkait dengan dampak *electrical stress* terhadap isolasi zat cair

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini dijelaskan bagaimana penelitian ini dilakukan, dimulai dari persiapan sampel uji, pembuatan sistem elektroda, rangkaian pengujian dan Langkah-langkah percobaan yang dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang pengujian *Electrical Stress* terhadap minyak sawit serta minyak zaitun. Hasil penelitian *electrical stress* terhadap frekuensi serta bentuk gelombang tegangan yang berbeda

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai bagian akhir penelitian ini dibuat kesimpulan terkait dengan hasil penelitian yang telah dilakukan berupa poin dan saran untuk penelitian kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suwarno, F. Sitingjak, 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, doi: 10.1109/icpadm.2003.1218461.
- [2] N. Asmani, "Kelapa sawit komoditas unggulan sumatera selatan yang ramah lingkungan," vol. 1, pp. 1–7, 2014.
- [3] Y. V. Thien *et al.*, "Investigation on the lightning breakdown voltage of Palm Oil and Coconut Oil under non-uniform field," *Conf. Proceeding - 2014 IEEE Int. Conf. Power Energy, PECon 2014*, pp. 1–4, 2014, doi: 10.1109/PECON.2014.7062402.
- [4] M. Koch, M. Fischer, and S. Tenbohlen, "The breakdown voltage of insulation oil under the influences of humidity, acidity, particles and pressure," *Sci. Pap. Inst. Electr. Eng. Fundam. Wroclaw Tech. Univ. Conf.*, no. 46, pp. 98–103, 2007.
- [5] S. Ushie, P., Osang, J., Ojar, J., Ohakwere-eze, M., Alozie, "Investigation of the efficiency of olive oil as dielectric material and its economic value on the environment using its dielectric properties," *Int. J. Adv. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2014.
- [6] H. Akca, O. Arikan, C. Kocatepe, C. F. Kumru, and R. Ayaz, "Breakdown Strength Analysis of the Transformer Insulation Oil Due To Different Standards," pp. 1–5.

- [7] Y. Hiramatsu, K. Kamidani, and Y. Muramoto, "Effect of water on AC breakdown properties of vegetable-oil-based insulating fluid mixed with mineral oil," *Proc. Int. Symp. Electr. Insul. Mater.*, vol. 1, pp. 211–214, 2017, doi: 10.23919/iseim.2017.8088724.
- [8] G. Dong, T. Liu, M. Zhang, Q. Li, and Z. Wang, "Effect of voltage waveform on partial discharge characteristics and insulation life," *Proc. IEEE Int. Conf. Prop. Appl. Dielectr. Mater.*, vol. 2018-May, pp. 144–147, 2018, doi: 10.1109/ICPADM.2018.8401151.
- [9] R. Bodega, A. Cavallini, P. H. F. Morshuis, and F. J. Wester, "The effect of voltage frequency on partial discharge activity," *Conf. Electr. Insul. Dielectr. Phenom. (CEIDP), Annu. Rep.*, pp. 685–689, 2002, doi: 10.1109/ceidp.2002.1048889.
- [10] J. Lehr and P. Ron, "Electrical Breakdown in Solids, Liquids, and Vacuum," *Found. Pulsed Power Technol.*, pp. 439–492, 2017, doi: 10.1002/9781118886502.ch9.
- [11] S. Manjang, I. Kitta, and A. Ikhlas, "Voltage Breakdown Characteristics of Transformer Mineral Oil with Varies the Composition of Corn Oil," *Proc. 2nd Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. Towar. Sustain. Reliab. Power Deliv. ICHVEPS 2019*, pp. 5–8, 2019, doi: 10.1109/ICHVEPS47643.2019.9011119.
- [12] Ansyori, Z. Nawawi, M. Abubakar Siddik, and I. Verdana, "Analysis of Dielectric Strength of Virgin Coconut Oil as an Alternative Transformer Liquid insulation," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1198, no. 5, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1198/5/052003.

- [13] D. K. Mahanta and S. Laskar, "Electrical insulating liquid: A review," *J. Adv. Dielectr.*, vol. 7, no. 4, pp. 1–9, 2017, doi: 10.1142/S2010135X17300018.
- [14] M. Martins, "Vegetable oils, an alternative to mineral oil for power transformers- experimental study of paper aging in vegetable oil versus mineral oil," *IEEE Electr. Insul. Mag.*, vol. 26, no. 6, pp. 7–13, 2010, doi: 10.1109/MEI.2010.5599974.
- [15] V. Arunachalam, "Genomics of Cultivated Palms," *Genomics Cultiv. Palms*, 2012, doi: 10.1016/C2010-0-67005-2.
- [16] N. A. Mohamad *et al.*, "A study on the dielectric properties of Palm Oil and Coconut Oil," *Conf. Proceeding - 2014 IEEE Int. Conf. Power Energy, PECon 2014*, pp. 109–112, 2014, doi: 10.1109/PECON.2014.7062423.
- [17] A. Rajab, A. Sulaeman, S. Sudirham, and Suwarno, "A comparison of dielectric properties of palm oil with mineral and synthetic types insulating liquid under temperature variation," *ITB J. Eng. Sci.*, vol. 43 B, no. 3, pp. 191–208, 2011, doi: 10.5614/itbj.eng.sci.2011.43.3.3.
- [18] 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.

- [19] A. Carboni, K. Elshawarby, G. M. Foglia, R. Perini, A. Di Gerlando, and E. Ragaini, "Electric stress in power electronics applications," *2019 IEEE Milan PowerTech, PowerTech 2019*, no. July, 2019, doi: 10.1109/PTC.2019.8810690.
- [20] F. H. Krueger, "Industrial High Voltage," no. September 2013. Delft University Press, pp. 117–132, 1992.
- [21] M. H. Rashid, *Power Electronics Handbook*, Third Edit. Hinemann Publishing, 2011.
- [22] M. Nagel and T. Leibfried, "Investigation on the high frequency, high voltage insulation properties of mineral transformer-oil," *Annu. Rep. - Conf. Electr. Insul. Dielectr. Phenomena, CEIDP*, pp. 226–228, 2006, doi: 10.1109/CEIDP.2006.312102.
- [23] H. Shuai, W. Feng, J. Bi, B. Zhang, and Q. Li, "Impacts of the frequency effects on partial discharge characteristics of the high frequency power transformer insulation," *China Int. Conf. Electr. Distrib. CICED*, vol. 2016-September, no. Ciced, pp. 10–13, 2016, doi: 10.1109/CICED.2016.7575937.