

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN PENGISI *SILICON CARBIDE*  
(SiC) TERHADAP KEKUATAN TEMBUS *CORN OIL* SEBAGAI  
ALTERNATIF MINYAK TRANSFORMATOR**



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

**Oleh :**

**FADIL ROMDHI  
NIM. 03041281924124**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
TAHUN 2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**



**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN PENGISI *SILICON CARBIDE*  
(SiC) TERHADAP KEKUATAN TEMBUS *CORN OIL* SEBAGAI  
ALTERNATIF MINYAK TRANSFORMATOR**

Oleh :

**FADIL ROMDHI  
NIM. 03041281924124**

**Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan**

**Palembang, Juli 2023  
Ketua Jurusan Teknik Elektro,**



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

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN PENGISI *SILICON CARBIDE*  
(SiC) TERHADAP KEKUATAN TEMBUS *CORN OIL* SEBAGAI  
ALTERNATIF MINYAK TRANSFORMATOR**

Oleh :

**FADIL ROMDHI  
NIM. 03041281924124**

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

**Palembang, Juli 2023  
Dosen Pembimbing,**



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

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,


Nama : Fadil Romdhi  
Nomor Induk Mahasiswa : 03041281924124  
Fakultas : Teknik  
Jurusan /Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya  
Persentase plagiarisme (*Turnitin*) : 6%

Dengan ini menyatakan karya ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Bahan Pengisi *Silicon Carbide* (SiC) Terhadap Kekuatan Tembus *Corn Oil* Sebagai Alternatif Minyak Transformator”, merupakan karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat dari karya ilmiah orang lain, maka saya akan bertanggung jawab dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku.

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

Palembang, Juli 2023  
Yang menyatakan,  
  
Fadil Romdhi  
NIM. 03041281924124

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

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

Pembimbing Utama : Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T. \_\_\_\_\_

Tanggal : \_\_\_\_\_

## KATA PENGANTAR

Ucapan rasa syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT karena atas berkat ridho dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Bahan Pengisi *Silicon Carbide* (SiC) Terhadap Kekuatan Tembus *Corn Oil* Sebagai Alternatif Minyak Transformator”. Skripsi ini merupakan karya ilmiah yang dibuat sebagai syarat guna menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Proses pembuatan skripsi ini banyak mendapatkan bantuan dan dukungan yang begitu luar biasa dari keluarga, yang terkasih, sahabat, dosen pembimbing, pranata Laboratorium serta teman-teman se-angkatan, Oleh karena itu, pada kesempatan ini Saya mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan, semoga menjadi amal kebaikan dihadapan Allah SWT.

Semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan memberikan manfaat bagi pengembangan bidang ilmu teknik elektro, khususnya yang terkait dengan isolasi cair.

Palembang, Juli 2023



Fadil Romdhi  
NIM. 03041281924124

## HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- Bapak Nurfaiman, Ibu Suryati, Keempat saudari dan keluarga, Mba Devi, Mba Dian, Mba Rahma dan Adik Hanifah Kurnia Sari, Keluarga besar Bibi Ruliyah, serta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa yang senantiasa dipanjatkan untuk pendidikan saya;
- Bapak Prof. Ir. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D., IPU, Ibu Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T., dan Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng. yang memberikan bimbingan untuk menyelesaikan tugas akhir;
- Rektor Universitas Sriwijaya Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE, IPU, MKU, ASEAN. Eng. dan Dekan Fakultas Teknik Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T.;
- Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU. selaku ketua jurusan, serta dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Sriwijaya;
- Ibu Desi Windisari, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik;
- Kemendikbud RI selaku pemberi Program Beasiswa Bidikmisi sehingga saya turut serta dapat merasakan pendidikan di dunia perkuliahan;
- Pranata, Senior di Laboratorium *Energy and Safety* Universitas Sriwijaya: Pak Lukmanul Hakim, S.T., Mbak Dr. Syarifah Fitriani, S.T., Kak Intan Dwi Putri S.T., Kak Ferlian Seftianto S.T.; Kak Cepy Oliver Anarki, S.T.
- Seluruh anggota Laboratorium *Electrical Energy and Safety* yang terlibat dalam penelitian Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Besaran Listrik (TTTTPL) angkatan 2019 yaitu Dani, Sandy, Azmi, Yogi, Govin, Dicky, Iqbal, Bintang, Ipan, Tio, Dessy, Kiki, Nadia dan Disha;
- Muthi'a Hafifa Maryam sebagai salah satu sistem yang memiliki support yang sangat luar biasa;
- Teman & Sahabat, Ricky, Rian, Uyun, Adji, Fanhar, Salman, Nanda dan Andra.
- Admin dan akademik jurusan teknik elektro;
- Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro Angkatan 2019 Universitas Sriwijaya.
- Pihak-pihak yang telah membantu selama menyelesaikan skripsi yang tidak dapat dituliskan satu persatu

Saya berdo'a kepada Allah SWT memberikan ganjaran pahala dan kebaikan atas semua keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan.

Palembang, Juli 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fadil Romdhi', written in a cursive style.

Fadil Romdhi  
NIM. 03041281924124



## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Fadil Romdhi  
Nomor Induk Mahasiswa : 03041281924124  
Fakultas : Teknik  
Jurusan /Prodi : Teknik Elektro  
Jenis Karya : Skripsi

Untuk kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty- Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul, “Pengaruh Penambahan Bahan Pengisi *Silicon Carbide (SiC)* Terhadap Kekuatan Tembus *Corn Oil* Sebagai Alternatif Minyak Transformator” 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.

Palembang, Juli 2023  
Yang menyatakan,



Fadil Romdhi  
NIM. 03041281924124

## ABSTRAK

### **PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN PENGISI *SILICON CARBIDE* (SiC) TERHADAP KEKUATAN TEMBUS *CORN OIL* SEBAGAI ALTERNATIF MINYAK TRANSFORMATOR**

(Fadil Romdhi, 03041281924124, 2023, xx + 50 halaman + lampiran)

---

Penelitian ini melaporkan hasil studi mengenai potensi penggunaan *corn oil* sebagai alternatif pengganti minyak transformator mineral dengan cara meningkatkan kemampuan kinerja isolasinya di bawah tegangan bolak balik melalui pemberian bahan pengisi SiC. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai tegangan tembus ( $V_{bd}$ ) terhadap sampel *Corn Oil* yang diberi penambahan SiC dengan variasi konsentrasi sebesar 0; 0.25; 0.5; 0.75, 1 wt.% dan terhadap sampel dari minyak isolasi mineral berupa minyak Shell Diala B. Pengujian sampel uji dilakukan pada aplikasi tegangan tinggi AC yang dinaikkan dengan laju kenaikan 100 V/s, yang ditempatkan di dalam bejana ukur berkapasitas 500 ml dengan sistem elektroda bola-bola berdiameter 13 mm dan jarak elektroda sebesar 1 mm. Hasil pengujian yang didapatkan untuk masing-masing konsentrasi adalah sebesar 4,494; 5,375; 5,926; 4,919 dan 4,103 kV serta untuk sampel minyak Shell Diala B sebesar 5,605 kV. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan bahan pengisi SiC dapat meningkatkan kemampuan *Corn Oil* dalam menahan *stress* tegangan hingga konsentrasi 0,5 wt.% karena meningkatnya sifat termal dan menurunnya nilai konduktivitas listrik dan saat diberi penambahan konsentrasi melebihi 0,5 wt.% cenderung mendapatkan nilai tegangan tembus yang lebih rendah akibat meningkatnya nilai konduktivitas listrik. Kemudian dibandingkan dengan sampel minyak Diala B, sampel *Corn Oil* dengan penambahan konsentrasi 0,5 wt % mendapatkan nilai tegangan tembus yang lebih tinggi sehingga memiliki potensi untuk digunakan sebagai alternatif pengganti minyak transformator mineral.

**Kata Kunci:** *Corn Oil*, *Silicon Carbide*, Shell Diala B, Tegangan Tembus

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF ADDITION OF SILICON CARBIDE (SiC) FILLERS ON BREAKDOWN STRENGTH CORN OIL AS ALTERNATIVE OIL FOR TRANSFORMATOR

(Fadil Romdhi, 03041281924124, 2023, xx + 50 pages + Appendices)

This report a study of the potential use of corn oil as an alternative to mineral oil by improving its insulation performance under AC voltage by adding SiC fillers. The experiment was performed to get the breakdown voltage ( $V_{bd}$ ) value of the Corn Oil with SiC addition at concentrations of 0; 0.25; 0.5; 0.75; and 1 wt%. In this experiment, Shell Diala B is used as a comparison to mineral insulating oil. A high-voltage AC with a rise time voltage of 100 V/s was used to test the sample, which was placed into a test cell with a 13-mm-diameter sphere electrode system and a 1-mm gap between the two electrodes. The test results obtained for each concentration were 4,494; 5,375; 5,926; 4,919; 4,103 kV; and 5,605 kV for Shell Diala B oil samples. These results show that the addition of SiC fillers can improve the ability of Corn Oil to withstand voltage stress up to a concentration of 0.5 wt.% due to increased thermal properties and reduced electrical conductivity. However, when added at concentrations above that, Corn Oil tends to decrease breakdown voltage due to the increase in the electrical conductivity value. Then compared with the Diala B sample, the Corn Oil sample with the addition of a concentration of 0.5 wt% gets a higher breakdown voltage value, making it potentially suitable for use as an alternative oil substitute for the mineral transformer.

**Keywords:** Corn Oil, Silicon Carbide, Shell Diala B, Breakdown Voltage

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>NOMENKLATUR.....</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR ISTILAH.....</b>	<b>xx</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Isolator.....	6
2.2 Dielektrik Cair.....	6

2.3 Minyak Nabati.....	9
2.4 <i>Corn Oil</i> .....	10
2.5 <i>Silicon Carbide (SiC)</i> .....	11
2.6 Kekuatan Dielektrik .....	13
2.7 Kegagalan ( <i>Breakdown</i> ) Isolasi Cair .....	13
2.8 Penelitian Sebelumnya .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Pendahuluan .....	26
3.2 Metode Penelitian.....	26
3.3 Diagram Alir .....	28
3.4 Bahan Penelitian.....	29
3.4.1 <i>Corn Oil</i> .....	30
3.4.2 <i>Silicon Carbide (SiC)</i> .....	31
3.5 Peralatan.....	32
3.5.1 <i>Magnetic Stirrer</i> .....	32
3.5.2 Neraca Analitik .....	33
3.5.3 <i>Glass Beaker</i> .....	33
3.5.4 <i>Vacumm Drying Oven</i> .....	34
3.5.5 Pembangkit Tegangan Tinggi Bolak-Balik.....	34
3.5.6 <i>High Voltage Probe (HV Probe)</i> .....	35
3.5.7 <i>Picoscope</i> .....	35
3.6 Pembuatan Sampel Uji .....	36
3.6.1 Bahan dan Komposisi .....	36
3.6.2 Proses Pencampuran .....	36
3.7 <i>Experimental Setup</i> .....	38
3.7.2 Rangkaian Pengujian.....	39

3.8 Prosedur Pengujian.....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1 Umum.....	41
4.2 Hasil Pengujian Tegangan Tembus .....	41
4.3 Diskusi.....	43
4.4 Proses Terjadinya Tegangan Tembus <i>Corn Oil</i> .....	45
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>49</b>
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses kegagalan isolasi cair akibat partikel gelembung udara .....	16
Gambar 2. 2 Gelembung udara yang terbentuk akibat permukaan elektroda yang tidak rata dan runcing.....	17
Gambar 2. 3 Gelembung udara yang berevolusi dan memicu terjadinya kegagalan isolasi cair .....	18
Gambar 2. 4 Grafik hubungan nilai tegangan tembus dengan jarak sela ....	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3. 2 Minyak Diala B Produksi Shell .....	29
Gambar 3. 3 Corn Oil produk Lily Flower .....	30
Gambar 3. 4 Bubuk SiC produk Kimia Market .....	31
Gambar 3. 5 Magnetic Stirrer merk Bante Instruments Ms-300.....	32
Gambar 3. 6 Neraca Digital .....	33
Gambar 3. 7 Glass Beaker untuk mengukur volume sampel uji .....	33
Gambar 3. 8 Vacuum drying oven merk Be-One tipe VOV-50.....	34
Gambar 3. 9 Pembangkit Tegangan Tinggi Bolak Balik .....	34
Gambar 3. 10 High Voltage Probe Tektronix P6015A .....	35
Gambar 3. 11 Picoscope tipe 4000 series .....	35
Gambar 3. 12 Tahapan Proses Pembuatan Sampel Uji.....	37
Gambar 3. 13 (a) Desain menggunakan <i>Sketch-Up</i> (b) Sistem elektroda bola-bola.....	38
Gambar 3. 13 Rangkaian pengujian tegangan tembus.....	37
Gambar 4. 1 Perbandingan hasil pengujian tegangan tembus corn oil dengan penambahan bahan pengisi SiC .....	42
Gambar 4. 2 Awal munculnya bridging pada corn oil .....	46
Gambar 4. 3 Proses pembentukan bridging pada corn oil.....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Isolasi Minyak IEC 60422-2013.....	7
Tabel 2. 2 Standar isolasi minyak PT. PLN (persero) SPLN 49-1 ; 1982.....	8
Tabel 2. 3 Karakterisasi sifat fisik dan kimia <i>corn oil</i> .....	11
Tabel 2. 4 Karakteristik SiC .....	12
Tabel 3. 1 Karakteristik minyak Transfotmator Shell Diala B .....	30
Tabel 3. 2 Kandungan Corn Oil per takaran saji 15 ml produk Lily Flower .....	31
Tabel 3. 3 Karakteristik Silicon Carbide.....	32
Tabel 3. 4 Komposisi Sampel Uji <i>Corn Oil</i> dan Bahan Pengisi SiC .....	36
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Minyak Shell Diala B dan <i>Corn Oil</i> Dengan Penambahan Bahan Pengisi SiC.....	42



## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1) .....	13
Persamaan (2. 2) .....	14
Persamaan (2. 3) .....	17
Persamaan (2. 4) .....	19

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tahap-Tahap Kegiatan Penelitian
- Lampiran 2 Data Hasil Pengukuran
- Lampiran 3 Rekaman Hasil Gelombang Sinusoidal Eksperimental  
Menggunakan *Software Picoscope 4000 Series*
- Lampiran 4 Lembar Plagiarisme Turnitin
- Lampiran 5 SULIET/ USEPT

## NOMENKLATUR

- $E$  : Kuat medan listrik yang mampu ditahan material isolasi (kV/mm)
- $V$  : tegangan maksimum yang tercatat alat ukur (kV)
- $d$  : gap atau jarak celah antar elektroda (mm)
- $F$  : Besarnya gaya yang bekerja pada partikel
- $r$  : Jari-jari partikel (padat/udara)
- $\varepsilon_1$  : Permittivitas Cairan Isolasi
- $\varepsilon_2$  : Permittivitas partikel (padat/udara) yang terdapat pada isolasi cair
- $E_b$  : Kekuatan medan cairan yang terdapat gelembung udara
- $E_0$  : Kekuatan medan cairan tanpa gelembung udara
- $\sigma$  : Tegangan permukaan cairan
- $V_b$  : Tegangan tembus (kV)
- $A$  : Konstanta
- $n$  : konstanta (kurang dari 1)

## DAFTAR ISTILAH

<i>Biodegradable</i>	:	Ramah lingkungan
<i>Flash point</i>	:	Titik nyala
<i>Corn oil</i>	:	Minyak jagung
<i>Flashover</i>	:	Loncatan bunga api
<i>Abnormal</i>	:	Tidak sesuai dengan keadaan yang biasa/ terjadi gangguan
<i>Partial discharge</i>	:	Peluahan sebagian
<i>Lightning Impulse</i>	:	Tegangan tembus impuls yang terjadi dalam waktu yang sangat singkat ( $\mu$ s untuk petir dan ms untuk switching) dengan magnitudo tinggi.
<i>Breakdown Voltage</i>	:	
<i>Density</i>	:	Massa jenis
<i>Humidity</i>	:	Kelembaban

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bahan dielektrik cair adalah salah satu dari tiga jenis isolasi yang digunakan pada peralatan tegangan tinggi dikarenakan kekuatan dielektriknya yang tinggi, kemudahan penggantian dibandingkan dengan isolator padat dan kemampuannya yang baik untuk menghilangkan panas untuk menghambat kenaikan temperatur di dalam transformator pada saat beroperasi. Minyak mineral yang digunakan sebagai isolasi cair pada transformator, mengalami persoalan dalam penggunaannya. Kendala utama yang dialami minyak transformator mineral diantaranya yaitu, titik nyala yang rendah, toksisitas yang tinggi, tingkat *biodegradable* yang rendah sehingga memiliki dampak pencemaran lingkungan dan berasal dari sumber daya yang tidak terbarukan [1].

Minyak nabati memiliki potensi untuk digunakan sebagai pengganti minyak mineral dikarenakan berasal dari sumber daya terbarukan dan ramah lingkungan. Minyak nabati memiliki nilai titik nyala (*flash point*) yang tinggi sekitar 368°C. Nilai titik nyala ini lebih tinggi dibandingkan dengan titik nyala yang dimiliki minyak mineral yakni sebesar 150°C. Minyak nabati yang berasal dari tumbuhan memiliki potensi ketersediaan yang besar dan memiliki nilai tingkat *biodegradable* yang tinggi (95–100%) Sehingga akan menghindari terjadinya pencemaran lingkungan [2].

Minyak jagung atau *corn oil* merupakan salah satu jenis minyak nabati yang dapat digunakan sebagai alternatif minyak transformator, hal ini dikarenakan *corn oil* memiliki keunggulan dibandingkan minyak mineral, yaitu tingkat *biodegradable* yang tinggi, toksisitas yang rendah, titik nyala tinggi, dan berasal dari sumber daya yang terbarukan. Untuk digunakan

sebagai alternatif minyak transformator, *corn oil* masih memiliki kelemahan yaitu kekuatan tembusnya yang belum memenuhi standar sebagai minyak isolasi [2].

Berdasarkan studi sejenis yang telah dilakukan sebelumnya penambahan nanopartikel dengan komposisi yang tepat terhadap minyak transformator dapat meningkatkan kemampuan dielektrik dan meningkatkan kinerja pendinginan minyak saat beroperasi. *Silicon carbide* (SiC) merupakan salah satu jenis nanopartikel yang dapat meningkatkan kemampuan dielektrik minyak ester alami di bawah tegangan bolak balik, serta di bawah tegangan impuls [1], [3], [4]. Untuk itu, penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh penambahan nanopartikel SiC yang digunakan sebagai bahan pengisi terhadap sampel uji berupa *corn oil* dengan berbagai komposisi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Minyak isolasi mineral yang digunakan pada transformator masih mengalami permasalahan dalam penggunaannya. Permasalahan utama yang dialami minyak mineral adalah berasal dari sumber daya alam yang tidak terbarukan sehingga akan habis ketersediaannya suatu saat nanti. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengganti berupa minyak nabati yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui. *Corn oil* merupakan salah satu jenis minyak nabati yang dapat digunakan sebagai alternatif minyak transformator dikarenakan memiliki kandungan asam lemak jenuh yang rendah, memiliki nilai titik nyala serta *biodegradable* yang lebih baik dan berasal dari bahan baku yang terbarukan sehingga ketersediaannya terjamin. Selain itu, melalui hasil penelitian yang dilakukan oleh S. Manjang et al. [2], melaporkan bahwa hasil pengujian tegangan tembus *corn oil* adalah sebesar 26,05 kV atau hampir mendekati nilai

tegangan tembus yang dapat digunakan sebagai minyak isolasi berdasarkan standarisasi IEC 60156. Untuk meningkatkan kemampuan tegangan tembus *corn oil*, S. Manjang et al. [2] menggunakan metode dengan mencampurkannya dengan minyak mineral dengan berbagai komposisi [2]. Namun penggunaan minyak mineral masih digunakan pada metode ini. Oleh karena itu, perlu digunakan metode yang dapat meningkatkan kemampuan dielektrik *corn oil* agar kekuatan tembusnya dapat memenuhi standarisasi sehingga dapat digunakan sebagai alternatif minyak isolasi tanpa penggunaan minyak mineral.

Hasil penelitian Koutras N. *et.al.* [1] melaporkan bahwa penambahan nanopartikel SiC terhadap ester alami dapat meningkatkan kekuatan dielektriknya di bawah tegangan bolak-balik sebesar 37,3% [1]. Oleh karena itu, studi ini perlu dilakukan untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh penambahan nanopartikel *silicon carbide* (SiC) terhadap kekuatan tegangan tembus *corn oil* di bawah tegangan bolak balik agar dapat digunakan sebagai alternatif minyak transformator.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengukur nilai tegangan tembus *corn oil* di bawah tegangan bolak-balik sebelum dan setelah diberi pengisi nanopartikel SiC.
2. Mengamati komposisi SiC yang paling baik sebagai bahan pengisi *corn oil*.
3. Membandingkan hasil pengujian tegangan tembus *corn oil* yang diberi bahan pengisi SiC dengan minyak isolasi mineral sebagai alternatif minyak transformator.

## 1.4 Batasan Masalah

Studi ini dilakukan dengan memperhatikan hal-hal berikut:

1. Dalam studi ini, ini sampel yang digunakan berupa minyak nabati jenis *corn oil*.
2. Sampel berupa *corn oil* yang digunakan untuk setiap kali pengujian dengan volume 350 ml. Bahan pengisi berupa nanopartikel SiC dengan rasio persentase berat terhadap volume sampel uji masing-masing adalah 0; 0,25; 0,5; 0,75; dan 1 wt%. Sebagai kendali atau kontrol, pengujian juga dilakukan terhadap sampel yang tidak diberi pengisi.
3. Pengujian dilakukan dengan menggunakan sistem elektroda bola-bola berdiameter 13 mm dengan jarak sela sebesar 1 mm.
4. Pengukuran kekuatan tembus pada minyak nabati jenis *corn oil* dilakukan sebanyak 5 kali untuk setiap komposisi sampel uji. Laju kenaikan tegangan sampai terjadinya tembus pada sela elektroda adalah 1 kV/s. Untuk mendapatkan kondisi stabil cairan dari pengaruh partikel di dalam minyak, digunakan waktu tunda selama minimal 1 menit.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### **BAB I      PENDAHULUAN**

Bab ini berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

### **BAB II     TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini informasi yang di dapat, dari sumber seperti artikel, skripsi, jurnal, serta paper. Yang bertujuan untuk



memahami informasi yang berhubungan dengan isolasi *corn oil* dan nanopartikel *silicon carbide*.

### **BAB III      METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisi tentang bahan, alat dan pembuatan dari sampel, lama perlakuan pada sampel, serta Teknik pengujian yang digunakan.

### **BAB IV      HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisikan hasil perhitungan dan pembahasan dari hasil pengujian tegangan tembus *corn oil* yang diberi pengisi nanopartikel *silicon carbide*.

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

Kesimpulan dan saran menyajikan hasil yang diperoleh berupa poin-poin serta saran atas penelitian lebih lanjut yang dapat dilakukan untuk ke depannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. N. Koutras *et al.*, “Dielectric and Thermal Response of TiO<sub>2</sub> and SiC Natural Ester Based Nanofluids for Use in Power Transformers,” *IEEE Access*, vol. 10, no. July, hal. 79222–79236, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3194516.
- [2] S. Manjang, I. Kitta, dan 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*, hal. 5–8, 2019, doi: 10.1109/ICHVEPS47643.2019.9011119.
- [3] K. N. Koutras, S. N. Tegopoulos, V. P. Charalampakos, A. Kyritsis, I. F. Gonos, dan E. C. Pyrgioti, “Breakdown Performance and Partial Discharge Development in Transformer Oil-Based Metal Carbide Nanofluids,” *Nanomaterials*, vol. 12, no. 2, 2022, doi: 10.3390/nano12020269.
- [4] A. S. Sulaeman, S. Arjo, dan A. Maddu, “Sintesis dan Karakterisasi Silicon Carbide (SiC) dari Sekam Padi Menggunakan Metode Reduksi Magnesiotermik,” *J. Fis. FLUX*, vol. 1, no. 1, hal. 47, 2019, doi: 10.20527/flux.v1i1.6146.
- [5] R. Arora dan W. Mosch, *High Voltage and Electrical Insulation Engineering*. 2011.
- [6] F. Atalar dan A. Ersoy, “Investigation of Effects of Different High Voltage Types on Dielectric Strength of Insulating Liquids,” hal. 1–25, 2022.
- [7] U. M. Rao, H. Pulluri, dan N. G. Kumar, “Performance analysis of transformer oil/paper insulation with ester and mixed dielectric fluids,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 25, no. 5, hal.

- 1853–1862, 2018, doi: 10.1109/TDEI.2018.007224.
- [8] D. Kind dan H. Kärner, *High-voltage insulation technology : Textbook for electrical engineers*. 1985.
- [9] W. Y. Kunto Wibowo dan A. Syakur, “Analisis karakteristik breakdown voltage pada dielektrik minyak shell diala b pada suhu 30 0 C-130 0 C,” *Dipenogoro Univ.*, vol. 3, no. 1, hal. 1–11, 2011.
- [10] A. K. Karmaker, M. M. Sikder, M. J. Hossain, dan M. R. Ahmed, “Investigation and Analysis of Electro-physical Properties of Biodegradable Vegetable Oil for Insulation and Cooling Application in Transformers,” *J. Electron. Mater.*, vol. 49, no. 1, hal. 787–797, 2020, doi: 10.1007/s11664-019-07693-7.
- [11] M. S. Sulemani, A. Majid, F. Khan, N. Ahmad, M. A. Abid, dan I. U. Khan, “Effect of nanoparticles on breakdown, aging and other properties of vegetable oil,” *Proc. - 2018, IEEE 1st Int. Conf. Power, Energy Smart Grid, ICPESG 2018*, hal. 1–6, 2018, doi: 10.1109/ICPESG.2018.8384521.
- [12] CIGRE Working Group A2.35, “Experiences in service with new insulating liquids,” *Cigre*, no. October, hal. 1–95, 2010.
- [13] O. Michal, V. Mentlík, P. Trnka, J. Hornak, dan P. Totzauer, “Dielectric properties of biodegradable vegetable oil based nanofluid,” *2018 19th Int. Sci. Conf. Electr. Power Eng. EPE 2018 - Proc.*, hal. 1–4, 2018, doi: 10.1109/EPE.2018.8396036.
- [14] D. Dwiputra, “Minyak Jagung Alternatif Pengganti Minyak yang Sehat,” *J. Apl. Teknol. Pangan*, vol. 04, no. 02, 2015, doi: 10.17728/jatp.2015.09.
- [15] R. R. S. C. B. Karthik, “Statistical Analysis of Partial Discharge , Lightning Impulse and BDV Characteristics of Nano S - iO 2 - Corn Oil for HV Insulation Applications,” *J. Electr. Eng. Technol.*, no.

- 0123456789, 2019, doi: 10.1007/s42835-019-00095-z.
- [16] A. A. Khudhair dan M. H. Jabal, “Corn Oil Performance ’ s A Bio Cooling Fluid in Electric Distribution Transformer,” vol. 40, no. July 2021, hal. 20–30, 2022.
- [17] X. She, A. Q. Huang, O. Lucia, dan B. Ozpineci, “Review of Silicon Carbide Power Devices and Their Applications,” *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 64, no. 10, hal. 8193–8205, 2017, doi: 10.1109/TIE.2017.2652401.
- [18] R. Maboudian, C. Carraro, D. G. Senesky, dan C. S. Roper, “Advances in silicon carbide science and technology at the micro- and nanoscales,” *J. Vac. Sci. Technol. A Vacuum, Surfaces, Film.*, vol. 31, no. 5, hal. 050805, 2013, doi: 10.1116/1.4807902.
- [19] D. Mustika *et al.*, “Karakteristik Permukaan Serat Silikon Karbida Hasil Pemintalan Listrik Dari Polycarbosilane Dalam N,N-Dimetilformamida (Dmf)/ Toluena,” *Urania J. Ilm. Daur Bahan Bakar Nukl.*, vol. 21, no. 1, hal. 29–38, 2015, doi: 10.17146/urania.2015.21.1.2257.
- [20] G. Lynn Harris, *Properties of Silicon Carbide*. Washington DC: INSPEC, 1995.
- [21] Sumanto, *Motor Arus Bolak Balik (Motor AC)*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset, 1989.
- [22] G. N. T. FAROUK A.M RIZK, *High Voltage Engeenirig*, vol. 53, no. 9. 2017.
- [23] Naidu M. S. dan Kamaraju V., *High-voltage engineering*, 5e ed., vol. 176, no. 6. New Delhi: McGraw Hill Education, 2013.
- [24] K. Swati, K. S. Yadav, R. Sarathi, R. Vinu, dan M. G. Danikas, “Understanding Corona discharge activity in titania nanoparticles dispersed in transformer oil under AC and DC voltages,” *IEEE*

- Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 24, no. 4, hal. 2325–2336, 2017, doi: 10.1109/TDEI.2017.006529.
- [25] S. S. Junian, M. Z. H. Makmud, Z. Jamain, K. N. Mohd Amin, J. Dayou, dan H. Azil Illias, “Effect of Rice Husk Filler on the Structural and Dielectric Properties of Palm Oil as an Electrical Insulation Material,” *Energies*, vol. 14, no. 16, 2021, doi: 10.3390/en14164921.
- [26] D. Ariwinoto, L. M. K. Amali, A. I. Tolago, T. Elektro, dan U. N. Gorontalo, “Pengaruh Viskositas Dan Kadar Air Terhadap Breakdown Isolasi Minyak Transformator Shell Diala B,” *Electrichsan*, vol. 11, no. November, hal. 47–52, 2022.
- [27] G. R. K. Anggara, S. Prasetyono, dan R. M. Gozali, “Analisis Karakteristik Dielektrik Berbagai Minyak Nabati Sebagai Alternatif Isolasi Cair Untuk Transformator Tenaga,” *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 8, no. 1, hal. 1, 2022, doi: 10.19184/jaei.v8i1.26079.
- [28] I. N. O. Winanta, A. Agung, N. Amrita, dan W. G. Ariastina, “Studi Tegangan Tembus Minyak Transformator,” *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 3, hal. 11–28, 2019.
- [29] C. L. Wadhwa, *High Voltage Engineering*, Second. New Delhi: New Age International (P) Limited, 2007.