

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS PADA *PRESSBOARD*  
YANG DIIMPREGNASI MINYAK ZAITUN**



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

**Oleh:  
FINI MARETA  
NIM. 03041181823020**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
TAHUN 2022**



**LEMBAR PENGESAHAN**

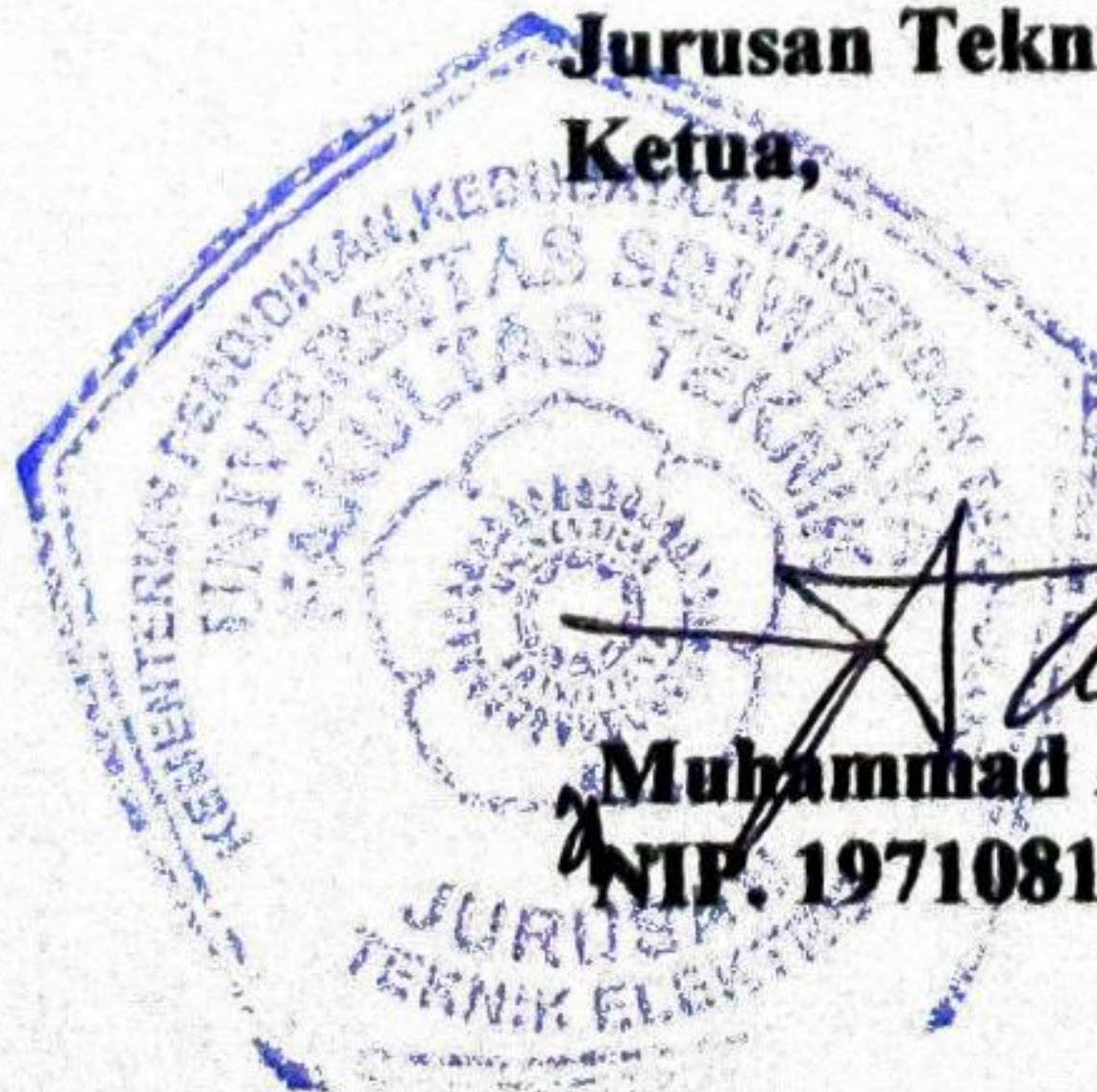
**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS PADA *PRESSBOARD*  
YANG DIIMPREGNASI MINYAK ZAITUN**

**Oleh:  
FINI MARETA  
NIM. 03041181823020**

**Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan**

**Palembang, Agustus 2022  
Jurusan Teknik Elektro,  
Ketua,**



**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU.  
NIP. 19710814199031005**



**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS PADA *PRESSBOARD*  
YANG DIIMPREGNASI MINYAK ZAITUN**

Oleh:  
**FINI MARETA**  
NIM. 03041181823020

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

**Palembang, Agustus 2022  
Dosen Pembimbing,**



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

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Fini Mareta  
Nomor Induk Mahasiswa : 03041181823020  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Teknik Elektro  
Universitas : Sriwijaya  
Persentase plagiarisme (*Turnitin*) : 4%

Menyatakan bahwa,

Karya ilmiah berupa skripsi dengan judul “Karakteristik Tegangan Tembus Pada *Pressboard* Yang Diimpregnasi Minyak Zaitun”, merupakan karya saya sendiri dan benar keasliannya.

Apabila ternyata dikemudian 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, Agustus 2022  
Yang Menyatakan,



Fini Mareta  
NIM. 03041181823020

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

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT serta shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, karena berkat rahmat nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik Tegangan Tembus Pada *Pressboard* Yang Diimpregnasi Minyak Zaitun”.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan akademik pada Jurusan Teknik Elektro jenjang sarjana di Universitas Sriwijaya. Proses pembuatan skripsi ini banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari keluarga, sejawat, dan teman se-angkatan, oleh karena itu pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan, semoga bantuan, perhatian dan dukungan yang diberikan menjadi amal kebaikan dimata Allah SWT. Semoga Skripsi ini memberikan kontribusi untuk ilmu dibidang teknik elektro khususnya terkait dengan pengujian material isolasi.

Palembang, Agustus 2022  
Yang Menyatakan,



Fini Mareta  
NIM. 03041181823020

## HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- ✓ Ayah dan mama tercinta Danil dan Pepi Ariani, adik Neo Cantiqi Putri dan Muhammad Raihan Danil, beserta seluruh keluarga besar yang senantiasa mendoakan untuk suksesnya studi saya;
- ✓ Bapak Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D., Ibu Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T, dan Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng. yang telah memberikan bimbingan untuk menyelesaikan tugas akhir saya;
- ✓ Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE Rektor Unsri dan Dr.Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T Dekan Fakultas Teknik;
- ✓ Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU Ketua Jurusan Teknik Elektro;
- ✓ 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.,;
- ✓ Teman yang selalu membantu dan menemani Syaidina Ali Muhammad Akbar, Melisa, Devina, Nailah;
- ✓ Teman-teman sejawat Laboratorium *Energy and Safety* Universitas Sriwijaya 2018 yaitu Nisa, Salsa, Kgs, Feron, Alif Agung, Halim, Ilham, Jihan, Alif Fathur, Razka dan Hafez;

Agar semua kebaikan yang diberikan menjadi amak dan dibalas oleh Allah SWT

Palembang, Agustus 2022  
Yang Menyatakan,



Fini Mareta  
NIM. 03041181823020

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Fini Mareta  
NIM : 03041181823020  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
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, “Karakteristik Tegangan Tembus Pada *Pressboard* Yang Diimpregnasi Minyak Zaitun” beserta perangkat yang ada.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif 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.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Palembang  
Pada tanggal : Agustus 2022  
Yang menyatakan,



Finis Mareta  
NIM. 03041181823020



## ABSTRAK

### KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS PADA *PRESSBOARD* YANG DIIMPREGNASI MINYAK ZAITUN

(Fini Mareta, 03041181823020, 2022, xix + 40 halaman + lampiran)

---

Skripsi ini melaporkan hasil pengujian *Breakdown Voltage* ( $V_{bd}$ ) dan *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV) dengan sampel uji isolasi papan *pressboard*. Sampel diberi perlakuan impregnasi minyak zaitun. Sampel yang digunakan berukuran 50 x 50 mm dengan ketebalan 1 mm. Impregnasi dilakukan dengan variasi waktu masing-masing 12, 24, dan 36 jam. Untuk menghilangkan endapan minyak setelah diimpregnasi sampel ditiriskan dengan waktu yang sama dengan waktu impregnasi. Pengukuran  $V_{bd}$  menggunakan sistem elektroda jarum-piring dengan jarak sela 1 mm dengan aplikasi tegangan bolak-balik. Tegangan aplikasi dinaikan secara perlahan dengan laju kenaikan 100 Volt/detik sampai terjadi tembus sempurna. Dari pengujian yang dilakukan didapat nilai rata-rata  $V_{bd}$  sebesar 3,847 kV untuk sampel tanpa perlakuan. Sedangkan  $V_{bd}$  untuk sampel yang diimpregnasi untuk waktu 12, 24, dan 36 jam masing-masing sebesar 4,232; 4,323; dan 4,414 kV secara berturut-turut. Hasil ini memperlihatkan peningkatan sebesar 9,325; 11,676; dan 14,027% untuk masing-masing sampel dibandingkan dengan  $V_{bd}$  pada *pressboard* tanpa perlakuan. Pevakuman pada sampel sebelum sampel diimpregnasi diduga memberikan pengaruh terhadap peningkatan  $V_{bd}$ . Hal ini ditunjukkan oleh harga rata-rata  $V_{bd}$  pada sampel diimpregnasi selama 12; 24; dan 36 jam berturut-turut adalah sebesar 4,047; 4,272; dan 4,341 kV yang lebih besar jika dibandingkan dengan sampel tanpa divakum dan tanpa diimpregnasi  $V_{bd}$  sebesar 3,823 kV. Demikian juga sampel  $V_{bd}$  *pressboard* yang divakum dan diimpregnasi masing-masing sebesar 4,232; 4,323; dan 4,414 kV, lebih besar jika dibandingkan dengan sampel yang hanya diimpregnasi.

Kata Kunci : Tegangan Tembus, *Pressboard*, Impregnasi, Minyak Zaitun

## ABSTRACT

### BREAKDOWN VOLTAGE CHARACTERISTIC OF PRESSBOARD IMPREGNATED WITH OLIVE OIL

(Fini Mareta, 03041181823020, 2022, xix + 40 pages + Appendices)

---

Breakdown Voltage ( $V_{bd}$ ) and Partial Discharge Inception Voltage (PDIV) for pressboard insulation material impregnated with olive oil was studied. The samples were cast rectangular sheet with a length of 50 mm and a width of 50 with a thickness 1 mm. Impregnation was carried out with time variations of 12, 24, and 36 hours, respectively. To clear up the oil after impregnation, the sample were drained with the same time as the impregnation time. The needle-plane electrode systems were used. HVAC was applicated to needle electrode side, with 1mm gap between the needle electrode and the sample. The applied voltage was slowly at an incremental rate of 100 Volts/sec until complete breakdown. From the tests obtained, the average value of  $V_{bd}$  was 3.847 kV for samples without treatment. The  $V_{bd}$  for impregnated samples for 12, 24, and 36 hours was 4,232; 4,323; and 4,414 kV, respectively. These result showed an increase of 9,325; 11,676; and 14.027% for each sample compared with  $V_{bd}$  on pressboard without treatment. Vacuuming the sample before impregnation was suspected has effect on breakdown strength of the sample. This is indicated by the average value of  $V_{bd}$  on impregnated samples for 12; 24; and 36 hours was 4.047, 4.272, and 4.341 kV, which is greater when compared with samples without vacuum and without impregnated  $V_{bd}$  of 3.823 kV. Similarly,  $V_{bd}$  Pressboard samples were vacuumed and impregnated with 4,232, 4,323, and 4,414 kV, greater when compared with only impregnated samples.

Keywords : Breakdown Voltage, Pressboard, Impregnation, Olive Oil

## 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>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>NOMENKLATUR</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II</b> .....	<b>7</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>

2.1	Isolator .....	7
2.2	Jenis Isolasi .....	7
2.3	Isolasi Kertas .....	8
2.4	Isolasi <i>Pressboard</i> .....	9
2.5	Isolasi Minyak .....	9
2.6	Minyak Zaitun .....	10
2.7	Impregnasi Pada Isolasi Kertas .....	10
2.8	Kekuatan Dielektrik .....	11
2.9	Peluahan Sebagian ( <i>Partial Discharge</i> ) .....	11
2.10	Tegangan Tembus ( <i>Breakdown Voltage</i> ) .....	12
2.11	Kegagalan Isolasi Padat .....	12
2.12	Nilai Kapasitansi .....	15
2.13	Penelitian Sebelumnya .....	17
<b>BAB III .....</b>		<b>18</b>
<b>METODOLOGI .....</b>		<b>18</b>
3.1.	Pendahuluan .....	18
3.2.	Diagram Alir Penelitian .....	19
3.3.	Bahan .....	20
3.4.	Peralatan Penelitian .....	22
3.5.	Proses Penyiapan Sampel Uji .....	27
3.6.	Eksperimen <i>Setup</i> .....	28
<b>BAB IV .....</b>		<b>32</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>32</b>
4.1.	Umum .....	32
4.2.	Data Hasil Pengukuran .....	32
4.3.	Diskusi .....	37



<b>BAB V .....</b>	<b>39</b>
<b>PENUTUP .....</b>	<b>39</b>
5.1.    Kesimpulan .....	39
5.2.    Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kegagalan Isolasi Padat .....	13
Gambar 3.1 Kertas <i>Pressboard</i> produksi <i>Henan Yaan Electrical</i> .....	20
Gambar 3.2 <i>Extra Virgin Olive Oil Italy IL</i> Merek <i>Tampio</i> .....	21
Gambar 3.3 Sistem Elektroda Pengujian .....	22
Gambar 3.4 Transformator HVAC 20kV produk <i>Musashi Electrical</i> .....	23
Gambar 3.5 <i>High Voltage Probe</i> (HV Probe) tipe <i>Tekreonix P6015A</i> .....	24
Gambar 3.6 <i>Picoscope</i> tipe <i>4000 Series</i> .....	24
Gambar 3.7 <i>Vacuum Drying\ Oven</i> Merek <i>B-ONE</i> model <i>VOV-50</i> .....	25
Gambar 3.8 Tahanan Tinggi $185k\Omega$ .....	25
Gambar 3.9 <i>Pearson Current Monitor Model 411</i> .....	26
Gambar 3.10 <i>Pocket Digital Gauge 0-25mm/1”</i> .....	26
Gambar 3.11 Proses Pembuatan Sampel .....	27
Gambar 3.12 Rangkaian Pengujian .....	28
Gambar 4.1 Nilai PDIV pada sampel tanpa divakum terhadap variasi waktu impregnasi .....	33
Gambar 4.2 Nilai PDIV pada sampel divakum terhadap variasi waktu .....	34
Gambar 4.3 $V_{bd}$ pada sampel tanpa divakum terhadap variasi waktu .....	34
Gambar 4.4 Nilai $V_{bd}$ pada sampel divakum terhadap variasi waktu .....	35
Gambar 4.5 Perbandingan PDIV pada sampel tanpa vakum dan divakum .....	36
Gambar 4.6 Perbandingan $V_{bd}$ pada sampel tanpa vakum dan divakum .....	36

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Yang Telah Dilakukan .....	17
Tabel 3.1 Karakteristik Minyak Zaitun .....	21

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 .....	12
Persamaan 2.2 .....	14
Persamaan 2.3 .....	14
Persamaan 2.4 .....	16
Persamaan 2.5 .....	16



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Proses Penyiapan Sampel
- Lampiran 2 Suhu dan Kelembaban Rata-rata Saat Melakukan Pengukuran
- Lampiran 3 Lembar Data Hasil Pengukuran Sampel Uji
- Lampiran 5 Nilai Kapasitansi Sampel
- Lampiran 6 Rekaman Hasil Gelombang Sinusoidal Eksperimental  
Menggunakan Aplikasi *Picoscope 4000 Series*
- Lampiran 7 Lembar Plagiarisme Turnitin

## NOMENKLATUR

$C$	: Kapasitansi
$C_g$	: Kapasitansi udara
$C_d$	: Kapasitansi Bahan Dielektrik
$Q$	: Muatan
$V$	: Tegangan
$\epsilon$	: Permittivitas bahan
$\epsilon_o$	: Konstanta dielektrik udara ( $8,854 \times 10^{-12}$ )
$\epsilon_r$	: Konstanta dielektrik relatif
$A$	: Luas permukaan bidang material elektroda
$g$	: Tebal bahan dielektrik
$d_o$	: Tebal material setelah dikenai tegangan (m)
$d$	: Tebal material tegangan (m)
$Y$	: Young Modulus
$V_s$	: Tegangan dalam keadaan standar
$V_b$	: Tegangan lompatan yang diukur pada keadaan sebenarnya
$d_b$	: Kepadatan udara relatif

## DAFTAR ISTILAH

<i>Biodegradable</i>	: Dapat terurai oleh organisme hidup
<i>Breakdown Strength</i>	: Kekuatan tegangan tembus
<i>Breakdown Voltage</i>	: Tegangan tembus
<i>Discharge</i>	: Peluahan
<i>Electrical Stress</i>	: Tekanan Listrik
<i>Experimental Setup</i>	: Persiapan percobaan
<i>Flashover</i>	: Lompatan bunga api listrik
<i>Impregnasi</i>	: Penjenuhan dengan gas atau cairan
<i>Partial Discharge Inception Voltage</i>	: Tegangan awal peluahan sebagian
<i>Pour Point</i>	: Suhu terendah cairan mulai tidak bisa mengalir
<i>Self healing</i>	: Dapat memperbaiki diri sendiri
<i>Sheet</i>	: Lembaran
<i>Stainless Steel</i>	: Baja anti karat (stainlis)
<i>Void</i>	: Rongga udara





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Keandalan sistem tenaga dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah sistem isolasi sebagai bagian dari komponen utama pada sistem tenaga terutama pada transformator daya. Transformator daya merupakan komponen pada sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan pada frekuensi kerja yang sama. Pada transformator terdapat lilitan, dimana pada lilitan transformator terdapat beberapa jenis isolasi yang dipakai, salah satunya adalah isolasi padat. Isolasi padat berbahan kertas digunakan sebagai isolasi antar lilitan transformator, antar fase dan inti transformator [1]. Salah satu jenis isolasi yang banyak digunakan dalam transformator adalah *pressboard* atau isolasi kertas yang dibuat khusus untuk transformator.

*Pressboard* merupakan keping atau lembaran yang dibuat dengan teknologi dengan bahan bersifat nabati alami. *Pressboard* ini memiliki keunggulan karena tersusun dari komponen yang kuat dan juga kaku serta memiliki rongga yang lebih padat [2]. Isolasi dengan bahan padat memiliki peranan yang penting dalam transformator terutama digunakan sebagai pemisah gulungan dalam transformator. Isolasi padat dalam transformator posisinya terendam dalam media transfer panas berupa isolasi berbahan cair yang berfungsi untuk mengisolir konduktor juga sekaligus melepaskan panas yang tercipta selama transformator beroperasi. Minyak mineral atau minyak nabati adalah media transfer panas yang cukup kuat dan juga berfungsi sebagai dielektrik [3].

Pada penelitian ini dilakukan pengujian tegangan tembus pada isolasi padat berupa *pressboard* yang diimpregnasi dalam minyak transformator dengan beberapa variasi waktu. Impregnasi dilakukan menggunakan isolasi cair berupa minyak dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan dielektrik isolasi padat berupa papan *pressboard* tersebut. Peningkatan kekuatan dielektrik tersebut bisa terjadi dikarenakan terdapat ikatan adhesi diantara isolasi cair berupa minyak dan isolasi padat berupa *pressboard* pada rongga udara yang ada pada isolasi *pressboard*, sehingga memperkuat kemampuan dielektrik pada bagian rongga *pressboard* yang sebelumnya berisi udara. Isolasi minyak mengisi rongga-rongga udara yang ada pada isolasi *pressboard* yang mana proses itu disebut dengan adhesi, dari proses inilah kemudian terjadi pemanjangan ikatan yang berasal dari senyawa selulosa sampai setiap rongga udara yang ada pada *pressboard* akan tertutup karena semakin rapatnya ikatan selulosa yang terkandung didalam isolasi kertas [4],[5]. Jenis minyak yang banyak digunakan sekarang ini adalah jenis minyak mineral tetapi pada masa sekarang ini terdapat pertimbangan lain dalam penggunaan minyak mineral sebagai minyak isolasi transformator dengan mencari alternatif minyak transformator dari bahan yang ramah lingkungan. Oleh karena itu minyak nabati dipertimbangkan untuk digunakan sebagai isolasi cair alternatif untuk transformator.

Minyak zaitun adalah salah satu jenis dari minyak nabati, dimana minyak zaitun ini sendiri diperoleh dari buah tumbuhan zaitun (*Olea europaea L.*). Minyak zaitun didapatkan dari hasil pemerasan buah zaitun sampai menghasilkan minyak yang memiliki banyak khasiat. Minyak zaitun memiliki beberapa jenis diantaranya adalah *Pomace olive oil*, *Virgin olive oil*, *extra virgin olive oil*, *Pure olive oil*, *Extracted and Refined*. Jenis-jenis dari minyak zaitun dibedakan berdasarkan dari proses pemerasan dan pembuatannya. Minyak zaitun digunakan sebagai salah satu alternatif

minyak isolasi dikarenakan minyak zaitun sendiri adalah salah satu jenis dari minyak nabati dimana minyak zaitun ini memiliki sifat *biodegradable*, tidak beracun dan ramah lingkungan. Beberapa studi yang sudah dilakukan untuk meneliti kemungkinan dari minyak zaitun ini sebagai alternatif bahan isolasi dilihat dari beberapa pertimbangan seperti susunan molekul, karakteristik kelistrikan, karakteristik kimia serta sifat senyawa yang dimiliki minyak zaitun seperti *Breakdown Strength* rata-rata yaitu 46,5 kV [6].

Berdasarkan pertimbangan diatas pada penelitian ini akan dilakukan pengujian kekuatan tembus tegangan dari sampel uji berupa *pressboard* yang diberi perlakuan impregnasi menggunakan minyak nabati berupa minyak zaitun. Impregnasi terhadap *pressboard* dilakukan dengan variasi waktu. Minyak zaitun dipilih dengan pertimbangan bahwa minyak zaitun bersifat *biodegradable*, tidak beracun dan ramah lingkungan. Studi ini juga dimaksudkan untuk membuktikan bahwa nilai tegangan tembus minyak zaitun lebih tinggi dibandingkan dengan tegangan tembus jenis minyak nabati lain [7].

## 1.2 Perumusan Masalah

*Pressboard* merupakan salah satu jenis isolasi padat yang dibuat dari hasil olahan pulp kayu kraft murni tanpa adanya tambahan bahan kimia dalam proses pembuatannya. Kertas *pressboard* memiliki permukaan lebih keras dan padat apabila dibandingkan dengan kertas isolasi jenis lain [1]. *Pressboard* yang digunakan sebagai isolasi pada transformator telah teruji ketika menggunakan minyak isolasi minyak mineral. Minyak zaitun sebagai alternatif pengganti minyak mineral untuk isolasi transformator perlu dipelajari kekuatan tegangan tembusnya untuk impregnasi kertas *pressboard*. Semakin tingginya harga minyak mineral dan menguatnya isu

lingkungan, disisi yang lain minyak zaitun merupakan minyak nabati yang dapat diperbaharui sehingga nilai komersil dari minyak zaitun lebih ekonomis dibandingkan dengan minyak mineral [6]. Oleh karena itu pengujian tembus tegangan pada *pressboard* yang diimpregnasi dengan minyak zaitun dan *pressboard* tanpa diimpregnasi menjadi penting dilakukan.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mendapatkan karakteristik *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV) pada material isolasi *pressboard* yang diberi perlakuan impregnasi minyak zaitun.
2. Mendapatkan karakteristik *Breakdown Voltage* ( $V_{bd}$ ) pada material isolasi *pressboard* yang diberi perlakuan impregnasi minyak zaitun.
3. Mendapatkan karakteristik PDIV dan  $V_{bd}$  *pressboard* yang diberi perlakuan vakum untuk waktu 30 menit untuk dibandingkan dengan *pressboard* tanpa divakum sebelum diimpregnasi.

### **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sampel material isolasi padat berupa *pressboard* yang dibuat dalam lembaran berbentuk persegi dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 50 mm, dan tebal 1 mm. Pada penelitian ini sampel diberikan perlakuan impregnasi dan perlakuan tambahan pemvakuman sebelum sampel diimpregnasi sebagai pembanding dengan sampel tanpa divakum sebelum diimpregnasi.

Eksperimen dilakukan dengan batasan sebagai berikut:

1. *Pressboard* diberikan dua jenis perlakuan awal, pertama sampel akan langsung di impregnasi yang kedua sampel akan di vakum selama 30 menit yang kemudian sampel baru akan di impregnasi dalam minyak zaitun dengan variasi waktu 12, 24, dan 36 jam kemudian sampel ditiriskan sesuai dengan waktu impregnasi dilakukan.
2. Menggunakan sistem elektroda susunan jarum-piring dengan aplikasi tegangan tinggi bolak-balik (HVAC) pada frekuensi kerja 50 Hz.
3. Jarak sela antara ujung elektroda dengan permukaan sampel adalah 1 mm.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penulisan, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Studi literatur dilakukan sebagai tinjauan pustaka dengan memanfaatkan berbagai sumber bacaan seperti artikel, *paper*, *ebook*, skripsi dan sumber bacaan lain. Studi literatur sangat penting dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya ataupun informasi lain terkait dengan materi tugas akhir saya yaitu

tentang isolasi *pressboard* yang diimpregnasi dengan minyak zaitun.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang tempat, waktu, dan tahapan dari penelitian, dimulai dari proses penyiapan alat serta bahan, pembuatan sampel, perlakuan pada sampel, pembuatan sistem elektroda, serta rangkaian dan teknik pengujian.

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

Bab ini berisikan hasil pengukuran *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV) dan *Breakdown Voltage* ( $V_{bd}$ ) yang diolah memakai *statistic method*, dengan data pengukuran yang dilampirkan menggunakan gambar grafik. Data dianalisis berdasarkan teori dan hasil studi eksperimental sebelumnya.

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

Bagian akhir skripsi yang berisikan hasil penelitian dengan kesimpulan terkait yang ditulis dalam bentuk poin dan saran untuk menjadi acuan ide penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F.Jatmiko, *Pengaruh Rendaman Berbagai Jenis Kertas Di Dalam Minyak Trafo Terhadap Karakteristik Tegangan Tembus Pada Suhu 30 derajat C, 40 derajat C, dan 50 derajat C.* Universitas Gadjah Mada, 2015.
- [2] C. Ekanayake, S. M. Gubanski, A. Graczkowski, and K. Walczak, "Frequency response of oil impregnated pressboard and paper samples for estimating moisture in transformer insulation," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 21, no. 3, pp. 1309–1317, 2006, doi: 10.1109/TPWRD.2006.877632.
- [3] N. A. M. Ishak, N. Jamail, and N. Othman, *High Voltage Characteristics of Kraft Paper Insulator with Effect of Palm Oil and Coconut Oil.* 2016.
- [4] T. V. Oommen and T. A. Prevost, "Cellulose insulation in oil-filled power transformers: Part II - maintaining insulation integrity and life," *IEEE Electr. Insul. Mag.*, vol. 22, no. 2, pp. 5–14, 2006, doi: 10.1109/MEI.2006.1618996.
- [5] F. T. Elektro, *Pengaruh Lama Perendaman Kertas Trafo ( Pressboard ) Pada Minyak Mineral , Minyak Nabati , Dan Minyak Sintetis Terhadap.* 2019.
- [6] G. Romadhona, K. M. Wibowo, and R. Royan, "Study of extra virgin olive oil as liquid insulation in transformer," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 700, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/700/1/012030.
- [7] M. H. Abderrazzaq and F. Hijazi, "Impact of multi-filtration process on the properties of olive oil as a liquid dielectric," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 19, no. 5, pp. 1673–

1680, 2012, doi: 10.1109/TDEI.2012.6311515.

- [8] A. Arisimunandar, *Teknik Tegangan Tinggi*. Pradnya Paramita, 1975.
- [9] I. K. Wijaya, “Material Teknik Elektro,” p. 74, 2015.
- [10] A. Tegangan *et al.*, “Analisis Tegangan Tembus Minyak dan Pengaruh Rendaman Minyak Pada Isolasi Kertas Terhadap Tegangan Tembus Isolasi Transformator Albin Salam , Ir. Daroto, M.T.,” 2017.
- [11] I. N. O. Winanta, A. Agung, N. Amrita, and W. G. Ariastina, “Studi Tegangan Tembus Minyak Transformator,” *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 3, pp. 11–28, 2019.
- [12] J. Siritworachanyadee and N. Pattanadech, “Ac and lightning impulse breakdown voltage of natural ester impregnated pressboards,” *Proceeding - 8th Int. Conf. Cond. Monit. Diagnosis, C. 2020*, no. Cmd, pp. 377–380, 2020, doi: 10.1109/CMD48350.2020.9287291.
- [13] J. Kuffel , Kuffel, Peter,, Safari, an O’Reilly Media Company., “High Voltage Engineering Fundamentals, 2nd Edition.” 2000, [Online]. Available: <https://www.safaribooksonline.com/complete/auth0oauth2/&state=/library/view//9780750636346/?ar>.
- [14] Z. Farhadinejad, M. Ehsani, I. Ahmadi-Joneidi, A. Shayegani, and H. Mohseni, “Effects of UVC radiation on thermal, electrical and morphological behavior of silicone rubber insulators,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 19, no. 5, pp. 1740–1749, 2012, doi: 10.1109/TDEI.2012.6311523.
- [15] Raka Anthony Elfreda, “Analisis Tegangan Tembus Kertas Isolasi Transformator Akibat Lama Perendaman Pada Isolasi



- Minyak Transformator,” 2018.
- [16] J. A. K. Patel, N. J., Dudani, K. K., “Partial Discharge Detection-An Overview,” *J. Information, Knowl. Res. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 331–335, 2012.
- [17] I. M. Y. Negara, *Teknik Tegangan Tinggi : Prinsip dan Aplikasi Praktis*. 2013.
- [18] J. Lehr and P. Ron, “Electrical Breakdown in Solids, Liquids, and Vacuum,” 2017, pp. 439–492.
- [19] A. Rangga, *Studi Pengaruh Sinar Ultraviolet Matahari Terhadap Kekuatan Mekanik Dan Elektrik Material Isolasi Silicone Rubber*. Universitas Sriwijaya, 2008.
- [20] J. V Li and G. Ferrari, *Capacitance Spectroscopy of Semiconductors, 1 st Edition*. 2018.
- [21] N. Pattanadach, Y. Kittikhuntharadol, and P. Pannil, “AC Breakdown Characteristics of Different Moisture Content Pressboards Impregnated with Natural Ester,” *2021 7th Int. Conf. Eng. Appl. Sci. Technol. ICEAST 2021 - Proc.*, pp. 249–252, 2021, doi: 10.1109/ICEAST52143.2021.9426312.
- [22] and X. C. D. Feng, L. Yang, L. Zhou, R. Liao, “Effect of oil – paper – pressboard mass ratio on furfural content in transformer oil,” vol. 1, pp. 1–9.
- [23] 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. October, pp. 839–842, 2012, doi: 10.1109/CEIDP.2012.6378911.
- [24] L. S. Nasrat, N. Kassem, and N. Shukry, “Aging Effect on

Characteristics of Oil Impregnated Insulation Paper for Power Transformers,” *Engineering*, vol. 05, no. 01, pp. 1–7, 2013, doi: 10.4236/eng.2013.51001.

- [25] Faishal Alim Mas’ud, “Analisis Pengaruh Kenaikan Temperatur Dan Variasi Ketebalan Isolasi Kertas Yang Direndam Pada Isolasi Minyak Terhadap Breakdown Voltage,” 2018.