

**SKRIPSI**

**PENINGKATAN KEKUATAN TEMBUS KERTAS KRAFT YANG  
DIIMPREGNASI CAMPURAN MINYAK DIALA B DAN MINYAK  
KEDELAI**



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

**Oleh:**

**MUHAMMADRAVIPRATAMA  
NIM. 03041382025123**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
TAHUN 2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PENINGKATAN KEKUATAN TEMBUS KERTAS KRAFT YANG  
DIIMPREGNASI CAMPURAN MINYAK DIALA B  
DAN MINYAK KEDELAI.**

Oleh:

**MUHAMMAD RAVI PRATAMA**

**NIM. 03041382025123**

**Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan**

**Palembang, November 2024  
Ketua Jurusan Teknik Elektro,**



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

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PENINGKATAN KEKUATAN TEMBUS KERTAS KRAFT  
YANG DIIMPREGANSI CAMPURAN MINYAK DIALA B  
DAN MINYAK KEDELAI**

**Oleh:**

**MUHAMMAD RAVI PRATAMA  
NIM. 03041382025123**

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

**Palembang, November 2024  
Dosen Pembimbing,**



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

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Ravi Pratama  
Nomor Induk Mahasiswa : 03041382025123  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya  
Persentase plagiarism (*Turnitin*) : 12%

Dengan ini menyatakan karya ilmiah berupa skripsi dengan judul “Peningkatan Kekuatan Tembus Kertas Kraft Yang Diimpregnasi Campuran Minyak Diala B dan Minyak Kedelai”, 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 kesadaran dan tanpa paksaan.

Palembang, November 2024  
Yang Menyatakan,



*Ravi*  
Muhammad Ravi Pratama  
NIM. 03041382025123

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. Dwirina Yuniarti, M.T. \_\_\_\_\_

Tanggal : November 2024 \_\_\_\_\_

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa. Karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik yang berjudul “Peningkatan Kekuatan Tembus Kertas Kraft Yang Diimpregnasi Campuran Minyak Diala B dan Minyak Kedelai”.

Adapun skripsi ini merupakan sebuah karya ilmiah yang dibuat sebagai syarat menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya agar mendapatkan gelar Sarjana Teknik. Penyusunan skripsi ini dibuat berdasarkan pada kajian literatur, studi pustaka yang berkaitan, dan eksperimen serta pengambilan data secara langsung di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTPL) Tentunya proses pembuatan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan pada materi yang dibahas. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk meningkatkan kualitas skripsi kedepannya.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan dari keluarga, yang terkasih, sahabat, dosen pembimbing, dosen penguji, pranata laboratorium, dan teman-teman laboratorium selama proses penyusunan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya ilmu teknik elektro terkait dengan isolasi cair.

Palembang, November 2024

MuhammadRavi Pratama  
NIM. 03041382025123

## HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- Bapak Rahmat Pitrajaya (Papa), Ibu Eviliana Safitri Lioem (Mama), Muhammad Rafa Pramuditya (Adik), Nyai Mufun Indrawati (Nenek) , dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa dan dukungan selama penulis menjalani pendidikan ini;
- Bapak Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D., Ibu Ir. Dwirina Yuniarti, M.T., Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng., dan Bapak Djulil Amri, S.T., M.T., Ibu Dr. Ir. Syarifa Fitria yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan tugas akhir skripsi;
- Rektor Universitas Sriwijaya Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si.;
- Dekan Fakultas Teknik Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM.;
- Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU selaku ketua jurusan, Bapak dan Ibu dosen-dosen serta administrasi dan akademik Jurusan Teknik Elektro;
- Bapak Wirawan Adipradana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan waktu dan dukungan selama penulis menjalani pendidikan dalam waktu 4 tahun (2020-2024) ini;
- Pranata dan senior di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTPL) Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Pak Lukmanul Hakim, S.T., Kak Intan Dwi Putri S.T., dan Kak Ferlian Seftianto, S.T., M.Kom.;

- Alifia Naura Nazifah, S.Tr.Kom., yang selalu memberikan dukungan dan membantu dalam setiap proses pembuatan skripsi ini.
- Temen-teman seperjuangan, seluruh anggota Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTPL) Angkatan 2020 yaitu Fadlu, Bhanunasmii, Elam, Meiwa, Muthia, Aldhi, Rangga, Adziin, Ridwan, Ryan, Hilman, Derry, Iqbal, Aldo, Rama, Sahrul, Ravi, Kurniawan, Lutfi, Eric, Trio, Ahmed, dan Mozmail yang telah terlibat dan mendukung penelitian;
- Sahabat kosan Kebun Sirih Satelit Irvin, Raga, Rama, Wisnu, Bimo, Jordy, Rizky.
- Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro Angkatan 2020, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya;
- Pihak-pihak yang telah mendukung penulis selama menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis berdoa kepada Allah SWT, semoga diberikan ganjaran pahala atas semua keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan.

Palembang, November 2024

MuhammadRavi Pratama  
NIM. 03041382025123



**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Muhammad Ravi Pratama  
Nomor Induk Mahasiswa : 03041382025123  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/ 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, "Peningkatan Kekuatan Tembus Kertas Kraft Yang Diimpregnasi Campuran Minyak Diala B dan Minyak Kedelai" 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, November 2024  
Yang Menyatakan,  
  
Muhammad Ravi Pratama  
NIM. 03041382025123



## ABSTRAK

### PENINGKATAN KEKUATAN TEMBUS KERTAS KRAFT YANG DIIMPREGNASI CAMPURAN MINYAK DIALA B DAN MINYAK KEDELAI.

(Muhammad Ravi Pratama, 03041382025123, 2024, xx + 40 halaman + lampiran)

---

---

Skripsi ini berisikan hasil studi mengenai Peningkatan Kekuatan Tembus Kertas Kraft Yang Diimpregnasi Campuran Minyak Diala B dan Minyak Kedelai sebagai alternatif campuran untuk mengurangi penggunaan minyak transformator. Untuk mendapatkan komposisi campuran terbaik minyak transformator dan minyak kedelai, sampel dipersiapkan dengan komposisi dalam persentase 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50 untuk impregnasi kertas kraft. Sampel kertas kraft berbentuk persegi empat ukuran 30 mm x 30 mm dengan ketebalan 0,08 mm. Impregnasi dibuat untuk waktu 24, 48 dan 72 jam, Setelah impregnasi sampel dikeringkan selama 12 jam sebelum dilakukan pengujian. Pengujian ini dilakukan menggunakan elektroda jarum-piring dengan jarak sela antara elektroda dengan permukaan kertas sampel adalah 1 mm. Tegangan tinggi bolak-balik yang diaplikasikan dinaikkan dengan laju kenaikan 100 V/s. Hasil pengujian tegangan tembus pada sampel kertas kraft diimpregnasi pada komposisi 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50 dengan variasi waktu 24, 48 dan 72 jam berturut-turut pada komposisi 80:20 sebesar 4,046 kV; 4,059 kV; 4,196 kV untuk komposisi 70:30 sebesar 3,800 kV; 3,812 kV; 3,875 kV pada sampel dengan komposisi 60:40 sebesar 3,727 kV; 3,767 kV; 3,792 kV dan untuk komposisi 50:50 sebesar 3,529 kV; 3,639 kV; 3,682 kV. Dari hasil tersebut menunjukan bahwa komposisi pencampuran terbaik terdapat pada komposisi 80:20 karena pada proses ini terjadi peningkatan kekuatan tembus tertinggi.

**Kata Kunci:** Minyak Kedelai, Minyak Diala B, Kertas Kraft, Tegangan Tembus, Impregnasi.

## ABSTRACT

### ENHANCEMENT DIELECTRIC STENGTH OF KRAFT PAPER IMPREGNATED WITH A MIXTURE OF DIALA B OIL AND SOYBEAN OIL

(Muhammad Ravi Pratama, 03041382025123, 2024, xx + 40 pages + appendix)

---

---

This thesis contains the results of a study regarding increasing the penetration strength of Kraft Paper Impregnated with a Mixture of Diala B Oil and Soybean Oil as an alternative mixture to reduce the use of transformer oil. To obtain the best mixture composition of transformer oil and soybean oil, samples were prepared with compositions in percentages of 80:20, 70:30, 60:40 and 50:50 for kraft paper impregnation. The kraft paper sample is rectangular in size 30 mm x 30 mm with a thickness of 0.08 mm. Impregnation was made for 24, 48 and 72 hours. After impregnation the sample was dried for 12 hours before testing. This test was carried out using a needle-plate electrode with a distance between the electrode and the surface of the sample paper of 1 mm. The applied alternating high voltage is increased at an increase rate of 100 V/s. Breakdown voltage test results on kraft paper samples impregnated at compositions 80:20, 70:30, 60:40 and 50:50 with time variations of 24, 48 and 72 hours respectively at composition 80:20 of 4,046 kV; 4,059 kV; 4,196 kV for a 70:30 composition of 3,800 kV; 3,812 kV; 3,875 kV in samples with a composition of 60:40 of 3,727 kV; 3,767 kV; 3,792 kV and for the 50:50 composition it is 3,529 kV; 3,639 kV; 3,682 kV. These results show that the best mixing composition is found in the 80:20 composition because in this process there is an increase in the highest penetrating strength.

**Keywords:** *Soy Bean Oil, Shell Diala B, Kraft Paper, Breakdown Voltage, Impregnation.*

## 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<br/>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 .....  | 3            |
| 1.5 Hipotesis .....  | 4            |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>   | <b>4</b>     |
| 2.1 Isolator .....   | 4            |
| 2.2 Isolasi Kertas .....   | 4            |

|   |                                       |           |
|---|---------------------------------------|-----------|
| 2.3                                       | Isolasi Minyak.....                   | 5         |
| 2.4                                       | Minyak Kedelai.....                   | 6         |
| 2.5                                       | Kegagalan Pada Isolasi Padat .....    | 7         |
| 2.6                                       | Kekuatan Dielektrik.....              | 8         |
| 2.7                                       | <i>Breakdown Voltage</i> .....        | 9         |
| 2.8                                       | Studi Literatur.....                  | 10        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b> |                                       | <b>16</b> |
| 3.1                                       | Pendahuluan .....                     | 16        |
| 3.2                                       | Metode Penelitian.....                | 16        |
| 3.3                                       | Diagram Alir Penelitian.....          | 17        |
| 3.4                                       | Material Yang Digunakan.....          | 18        |
| 3.4.1                                     | Material.....                         | 18        |
| 3.5                                       | Peralatan Yang Digunakan .....        | 20        |
| 3.5.1                                     | Peralatan.....                        | 20        |
| 3.6                                       | Proses Pembuatan Sampel.....          | 25        |
| 3.6.1                                     | Proses Persiapan Isolasi Cair .....   | 25        |
| 3.6.2                                     | Proses Persiapan Isolasi Kertas ..... | 25        |
| 3.6.3                                     | Pembuatan Elektroda.....              | 26        |
| 3.7                                       | <i>Experimental Setup</i> .....       | 28        |
| 3.7.1                                     | Penjelasan Rangkaian.....             | 29        |
| 3.8                                       | Prosedur Pengujian.....               | 30        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>  |                                       | <b>31</b> |
| 4.1                                       | Umum .....                            | 31        |

|                       |   |           |
|-----------------------|---|-----------|
| 4.2                   | Data Hasil Pengujian .....  | 31        |
| 4.2.1                 | Hasil Pengujian Tegangan Tembus Minyak Kedelai dan<br>Campuran Minyak diala b dan Minyak Kedelai..... | 32        |
| 4.3                   | Diskusi .....   | 38        |
| <b>BAB V</b>          | <b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>   | <b>40</b> |
| 5.1                   | Kesimpulan .....  | 40        |
| 5.2                   | Saran.....  | 40        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> |   |           |
| <b>LAMPIRAN</b>       |   |           |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Grafik Kegagalan Isolasi Padat.....   | 7  |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....   | 17 |
| Gambar 3.2 Minyak Diala B.....   | 18 |
| Gambar 3.3 Minyak Kedelai Merk Sania .....   | 19 |
| Gambar 3.4 Kertas Kraft.....   | 20 |
| Gambar 3.5 Glass Breaker.....  | 20 |
| Gambar 3.6 Transformator Tegangan Tinggi Bolak-Balik.....  | 21 |
| Gambar 3.7 Mikrometer Pengatur Jarak.....  | 22 |
| Gambar 3.8 Jangka Sorong Digital .....   | 23 |
| Gambar 3.9 <i>Magnetic Stirrer tipe SH-3</i> .....   | 23 |
| Gambar 3.10 Proses Perendaman kertas kraft dengan campuran minyak diala b dan minyak kedelai .....   | 24 |
| Gambar 3.11 Desain Sistem Elektroda Jarum-Piring .....   | 26 |
| Gambar 3.12 Rangkaian Pengujian .....  | 27 |
| Gambar 4.1 Hasil pengujian tegangan tembus kertas kraft yang diimpregnasi minyak kedelai dan campuran 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 24 Jam .....  | 33 |
| Gambar 4.2 Hasil pengujian tegangan tembus kertas kraft yang diimpregnasi minyak kedelai dan minyak Diala B komposisi pencampuran 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50 24 Jam.....                | 34 |
| Gambar 4.3 Hasil pengujian tegangan tembus kertas kraft yang diimpregnasi minyak kedelai dan minyak Diala B komposisi pencampuran 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50 48 Jam.....                | 35 |
| Gambar 4.4 Hasil pengujian tegangan tembus kertas kraft yang diimpregnasi minyak kedelai dan minyak Diala B komposisi pencampuran 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50 72 Jam.....                | 36 |
| Gambar 4.5 Hasil Hasil perbandingan tegangan tembus kertas kraft yang diimpregnasi minyak kedelai dan minyak Diala B komposisi campuran 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 24, 48 dan 72 Jam ..... | 37 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 2.1 Karakteristik Dielektrik Minyak Kedelai ..... | 7  |
| Tabel 2.2 Penelitian Sebelumnya.....                    | 12 |
| Tabel 3.1 Karakteristik Dielektrik Minyak Diala B.....  | 18 |
| Tabel 3.2 Karakteristik Minyak Kedelai.....             | 19 |
| Tabel 3.3 Keterangan Komponen Sistem Elektroda .....    | 27 |



## DAFTAR PERSAMAAN

|   |    |
|---|----|
| Persamaan 2.1 Kekuatan Dielektrik.....  | 9  |
| Persamaan 2.2 Tegangan Tembus .....     | 10 |
| Persamaan 2.3 Faktor Koreksi Udara..... | 11 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|            |  |
|------------|--|
| Lampiran 1 | Tahap-Tahap Kegiatan Penelitian  |
| Lampiran 2 | Data Hasil Pengukuran  |
| Lampiran 3 | Perhitungan Data Hasil Pengujian $V_{bd}$                                      |
| Lampiran 4 | Perhitungan Nilai Kapasitansi  |
| Lampiran 5 | Rekaman Gelombang Sinusoidal Menggunakan<br><i>Picoscope Tipe 4000 Series.</i> |
| Lampiran 6 | Lembar Plagiarisme <i>Turnitin</i>   |
| Lampiran 7 | SULIET/USEPT   |

## NOMENKLATUR

|          |  |
|----------|--|
| $E$      | = Kekuatan dielektrik (kV/mm)                        |
| $V_{bd}$ | = Tegangan tembus dielektrik (kV)                    |
| $V_b$    | = Tegangan tembus sebenarnya                         |
| $V_s$    | = Tegangan tembus pada keadaan normal (Volt)         |
| $t$      | = Suhu ruangan saat pengujian ( $^{\circ}\text{C}$ ) |
| $p$      | = Tekanan udara (mmHg)                               |
| $\delta$ | = Faktor koresi udara (mmHg/ $^{\circ}\text{C}$ )    |
| $p_0$    | = Standar tekanan udara (760 mmHg)                   |
| $t_0$    | = $20^{\circ}\text{C}$                               |
| $d$      | = jarak sela antar elektroda (mm)                    |

## DAFTAR ISTILAH

|                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| <i>Soya Oil</i>          | : Minyak Kedelai                   |
| <i>Shell Diala B Oil</i> | : Minyak Shell Diala B             |
| <i>Mineral Oil</i>       | : Minyak mineral                   |
| <i>Biodegradable</i>     | : Ramah Lingkungan                 |
| <i>Flash Point</i>       | : Titik Nyala                      |
| <i>Breakdown voltage</i> | : Tegangan tembus                  |
| <i>Flashover</i>         | : Loncatan bunga api               |
| <i>Breakdown</i>         | : Tembus                           |
| <i>Flash Point</i>       | : Titik nyala                      |
| <i>Kraft Paper</i>       | : Kertas Kraft                     |
| <i>Impregnasi</i>        | : Penjenuhan dengan gasatau cairan |
| <i>Grounding</i>         | : Sistem pentanahan                |

# 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. Transformator merupakan peralatan utama didalam sistem kelistrikan [1]. Sistem isolasi yang digunakan pada transformator berupa isolasi kertas dan isolasi cair, Isolasi kertas yang digunakan adalah kertas kraft, Karena kertas kraft memiliki nilai tegangan tembus dan daya serap minyak yang baik. Oleh sebab itu keandalan transformator tergantung kepada isolasi kertas dan isolasi cair yang digunakan. Kertas kraft merupakan salah satu bahan penyekat antar belitan kumparan dalam transformator daya karena sifat dielektrik dan termal yang memenuhi standar [2]. Pada umumnya isolasi cair pada transformator menggunakan minyak mineral. Namun minyak mineral sebagai isolasi mempunyai beberapa kekurangan seperti, tidak ramah lingkungan, rendahnya tahan api, dan menipisnya sumber daya alam yang mendorong para peneliti untuk menemukan cairan isolasi alternatif yang cocok untuk transformator.

Salah satu minyak nabati yang dapat menjadi alternatif minyak transformator adalah minyak kedelai. Minyak kedelai (*soybean oil*) merupakan minyak nabati yang diperoleh dari biji kedelai (*Glycine max L Merrill*). Minyak kedelai mampu menggantikan minyak mineral sebagai minyak transformator dengan konsep sumber terbarukan [4]. Berdasarkan standar ASTM (*American Standar Testing and Material*) D93, Eksperimen yang dilakukan oleh *Egbuna et.al* menunjukkan bahwa kualitas minyak ledelai lebih unggul dari minyak mineral, dalam hal viskostias, titik nyala, dan kekuatan dielektrik. Titik nyala yang dihasilkan

dalam minyak kedelai yaitu 250°C. Dan kekuatan dielektrik yang dihasilkan yaitu 21 kV pada minyak kedelai artinya dapat menahan tegangan listrik tanpa kegagalan [3].

Dikarenakan minyak mineral harganya kurang ekonomis dan tidak ramah lingkungan sehingga perlu dilakukan upaya untuk mengurangi penggunaannya. Sebagai penggantinya maka digunakanlah campuran Minyak Diala B dan Minyak Kedelai yang lebih ramah lingkungan dan dengan harga yang lebih ekonomis.

Penelitian ini dilakukan untuk mencari komposisi terbaik pada campuran Minyak Diala B dan Minyak Kedelai dengan persentase 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50 terhadap kertas kraft sebagai isolasi padat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Minyak Mineral sebagai minyak transformator memiliki kelemahan yakni harganya yang kurang ekonomis dan tidak ramah lingkungan sehingga penggunaannya perlu dikurangi, oleh karena itu pada penelitian ini minyak mineral dikurangi jumlah pemakaiannya dan dicampurkan dengan minyak kedelai yang lebih ramah lingkungan dan sumber daya terbarukan. Berdasarkan standar ASTM D93, Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kualitas minyak kedelai lebih unggul dari minyak mineral, dalam hal viskositas, titik nyala, dan kekuatan dielektrik. Titik nyala yang dihasilkan dalam minyak kedelai yaitu 250 °C dan kekuatan dielektrik yang dihasilkan yaitu 21 kV [3]. Pada penelitian ini dilakukan upaya untuk mencari komposisi terbaik campuran minyak Diala B dan Minyak Kedelai dengan persentase 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50 untuk impregnasi kertas kraft sebelum dilakukan pengujian kekuatan tembus.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengukur tegangan tembus kertas kraft yang diimpregnasi dalam campuran Minyak Diala B dan Minyak Kedelai.
2. Mendapatkan perbandingan kekuatan tembus tegangan dari kertas kraft yang diimpregnasi dalam campuran variasi minyak isolasi yang berbeda.
3. Mengetahui komposisi optimum campuran terbaik Minyak Diala B dan Minyak Kedelai.

### 1.4 Batasan Masalah:

1. Dalam studi ini sampel isolasi padat yang digunakan berupa kertas kraft dengan ketebalan 0,08 mm dengan ukuran 30 x 30 mm.
2. Sampel diberi perlakuan berbeda menggunakan campuran minyak yang terdiri dari Minyak Diala B dan Minyak Kedelai dengan persentase 80:20, 70:30, 60:40 dan 50:50.
3. Variasi waktu perendaman kertas selama 24, 48 dan 72 jam dan pengeringan kertas selama 12 jam.
4. Pengujian tegangan tembus menggunakan tegangan bolak balik, pengukuran tegangan tembus menggunakan susunan elektroda jarum-piring terhadap masing-masing sampel uji dilakukan minimal sebanyak 5 kali untuk mendapatkan nilai rata-rata.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Kaliappan and M. Rengaraj, "Aging assessment of transformer solid insulation: A review," *Mater. Today Proc.*, vol. 47, no. xxxx, pp. 272–277, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.04.301.
- [2] R. A. Elfreda, "Analisis Tegangan Tembus Kertas Isolasi Transformator Akibat Lama Perendaman Pada Isolasi Minyak Transformator," pp. 1–122, 2018
- [3] S. O. Egbuna, O. C. Ude, and C. N. Ude, "Ijesrt International Journal of Engineering Sciences & Research Technology Suitability of Soybean Seed Oil As Transformer Oil," © *Int. J. Eng. Sci. Res. Technol.*, vol. 5, no. 10, pp. 105–112, 2016, [Online]. Available: <http://www.ijesrt.com>.
- [4] R. E. Y, Y. S. H, P. Irnanda, and K. Adhadi, "Analisis Karakteristik Minyak Kedelai Dengan Penambahan Antioksidan Sebagai Alternatif Minyak Isolasi Transformator Terhadap Tegangan Tembus," vol. 13, no. 2, pp. 69–77, 2023.
- [5] L. Yang, R. Liao, S. Caixin, and M. Zhu, "Influence of vegetable oil on the thermal aging of transformer paper and its mechanism," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 18, no. 3, pp. 692–700, 2011, doi: 10.1109/TDEI.2011.5931054.
- [6] D. C. Mardiyanto and Joko, "Analisis Keadaan Minyak Isolasi Transformator Daya Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berdasarkan Data Dissolved Gas Analysis (Dga)," *J. Tek. Elektro*, vol. Volume 08, pp. 411–419, 2019.
- [7] A. Patil, S. P. Taware, M. D. Oak, S. A. Tamhankar, and V. S. Rao, "Improvement of oil quality in soybean [Glycine max (L.)



- Merrill] by mutation breeding,” *JAACS, J. Am. Oil Chem. Soc.*, vol. 84, no. 12, pp. 1117–1124, 2007, doi: 10.1007/s11746-007-1146-1.
- [8] F. Hariyanto, “Analisis Tegangan Tembus dan Viskositas Minyak Transformator Dengan Aditif Amina, BHT, dan Fenol,” *Anal. Tegangan Tembus dan Viskositas Miny. Transform. Dengan Aditif Amin. BHT, dan Fenol*, 2014.
- [9] M. Rafiq, L. Chengrong, and Y. Lv, “Molecular Liquids Pengaruh nanorod Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada kekuatan dielektrik sistem isolasi minyak / kertas transformator tua,” vol. 284, pp. 700–708, 2019.
- [10] B. Wei, Y. Wang, S. Ren, R. Wang, and Y. Xu, “Overload Investigation on Retrofilling Mineral Oil Distribution Transformer with Soybean-Based Natural Ester,” *7th IEEE Int. Conf. High Volt. Eng. Appl. ICHVE 2020 - Proc.*, 2020, doi: 10.1109/ICHVE49031.2020.9279714.
- [11] G. O. Boyekong, G. M. Mengounou, E. T. Nkouetcha, and A. M. Imano, “Investigation of Transformer Health Prediction through Accelerated Aging Studies of the Natural Ester/Paper Complex,” *ICPEA 2021 - 2021 IEEE Int. Conf. Power Eng. Appl.*, no. March, pp. 35–39, 2021, doi: 10.1109/ICPEA51500.2021.9417854.
- [12] R. Indiarso, M. Abdillah, and H. Qonit, “Review Oksidasi Lipid Minyak Kedelai dan Teknik Pencegahannya Review Oksidasi Lipid Minyak Kedelai dan Pencegahannya Teknik,” 2021.
- [13] A. Afseena, J. Jacob, and P. Preetha, “Temperature Dielectric Spectrum Analysis of Soybean Ester Nanofluid, Mineral Oil and Soybean Ester Impregnated-Papers,” *2018 Int. Conf. Control*.

*Power, Commun. Comput. Technol. ICCPCCT* 2018, pp. 200–204, 2018, doi:

10.1109/ICCPCCT.2018.8574272. “Electrical Breakdown in Solids, Liquids, and Vacuum,” 2017.

- [14] 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.
- [15] S. F. Report, S. Name, W. Li, S. Number, and P. Supervisor, “School of Electrical and Electronic Engineering,” *Development*, pp. 1–9, 2005.
- [16] H.D. Young and R. A. Freedman, *Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga, 2003.
- [17] M.S. Naidu and V. Kamaraju, *High -Voltage Engineering*. New Delhi: McGraw Hill Education, 1982.
- [18] W. Y . Kunto Wibowo and A. Syakur. "Analisis Karakteristik brekadown voltage pada dielektrik minyak shell diala b pada suhu 30 0 C-130 0 C," *Dipenogoro Univ.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2011.
- [19] “Electrical Breakdown in Solids, Liquids, and Vacuum,” 2017.
- [20] O. A. Books *et al.*, “Breakdwon in Solid Dielectrics,” no. 1, pp. 1- 27, 2014..
- [21] A. Arismunandar, *Teknik Tenaga Listrik*. 2004.
- [22] D. Kind, *High-Voltage Insulation Technology*. 1985
- [23] S. Manjang, Ikhlas Kitta, and Abdi 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

- [24] K. M. Mahesh Kumar, B. Ramachandra, and L. Sanjeev Kumar, "Analysis of Phase Resolved Partial Discharge Patterns of Kraft Paper Insulation Impregnated in Transformer Mineral oil," *Proc. - Int. Conf. Smart Electron. Commun. ICOSEC 2020*, no. Icosec, pp. 1157–1161, 2020, doi: 10.1109/ICOSEC49089.2020.9215344.
- [25] M .S . Sulemani,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*, pp. 1–6, 2018,doi:10.1109/ICPESG.2018.8384521