

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH TEGANGAN TERHADAP BREAKDOWN OIL-  
POLYETHYLENE KOMPOSIT AKIBAT PELUAHAN SEBAGIAN  
DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTRODA JARUM BIDANG DATAR**

**Oleh :**

**ELYA KUMALA SARI**

**NPM:2110017111020**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG  
2025**

LEMBARAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH TEGANGAN TERHADAP BREAKDOWN OIL-POLYETHYLENE KOMPOSIT AKIBAT PELUAHAN SEBAGIAN DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTRODA JARUM BIDANG DATAR

SKRIPSI

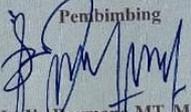
*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memenuhi dan Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta*

*Disusun Oleh:*

Elya kumala sari  
2110017111020

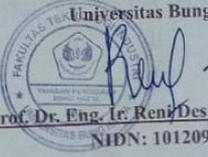
*Disetujui Oleh:*

Penbimbing

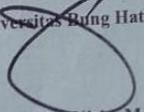
 24/9/25  
Dr. Ir. Ija Darmana, MT, MM, IPM  
NIDN: 1005106301

*Mengetahui:*

Dekan Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta

  
Prof. Dr. Eng. Ir. Reni Desmiarti, S.T., M.T.  
NIDN: 1012097403

Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Universitas Bung Hatta

  
Dr. Ir. Indra Nisla, M.Sc.  
NIDN: 1028076501

LEMBARAN PENGUJI

ANALISIS PENGARUH TEGANGAN TERHADAP BREAKDOWN OIL-POLYETHYLENE KOMPOSIT AKIBAT PELUAHAN SEBAGIAN DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTRODA JARUM BIDANG DATAR

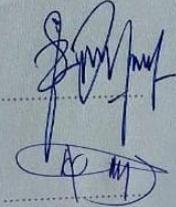
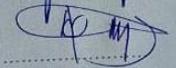
SKRIPSI

Disusun Oleh:

Elya kumala sari  
2110017111020

Dipertahankan di depan penguji skripsi  
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta

Hari / Tanggal: Selasa / 09 September 2025

No	Nama	Tanda Tangan
1.	<u>Dr. Ir. Ija Darmana, MT, MM, IPM</u> (Ketua dan Penguji)	
2.	<u>Ir. Arnita, M.T.</u> (Penguji)	
3.	<u>Mirza Zoni, ST, MT</u> (Penguji)	

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah swt atas rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul ***“ANALISIS PENGARUH TEGANGAN TERHADAP BREAKDOWN OIL-POLYETHYLENE KOMPOSIT AKIBAT PELUAHAN SEBAGIAN DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTRODA JARUM BIDANG DATAR”*** Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada jurusan teknik elektro fakultas teknologi industri universitas bung hatta padang

Dalam menyusun skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan bimbingan serta pengarahan dari dosen pembimbing, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

- Bapak Dr. Ir. Ija Darmana, MT., MM., IPM (pembimbing)

Penulis juga tidak lupa mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan membimbing penulis sehingga laporan skripsi ini dapat di selesaikan

1. Kepada kedua orang tua yang selalu memberikan do'a dan semangat demi keselamatan, kesehatan dan kesuksesan anaknya
2. Ibu prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T, M.T selaku dekat fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
3. Bapak Ir, Arzul, M.T selaku Penasehat Akademis
4. Bapak Dr. Ir. Indra Nisja, M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung
5. Bapak dan ibu dosen Jurusan Teknik Elektrio Universitas Bung hatta.
6. Teman-teman angkatan 2020 dan angkatan 2021 yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan skripsi ini, namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam skripsi ini. oleh karna itu, gagasan, kritikan, sarab dan masukkan yang akan membangun penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan

Padang, 2 september 2025

Elya Kumala Sari

## ABSTRAK

Pengaruh tegangan terhadap breakdown oil – polyethylene komposit yang diakibatkan oleh peluahan sebagian dengan menggunakan elektroda jarum – bidang datar pada media isolasi cair yang berbeda, yaitu Minyak Trafo Nytro Libra Nynas dan Metil Ester Minyak Sawit. Dengan menggunakan sistem elektroda jarum plat, Osiloskop Digital TDS 210 dan PC maka akan diperoleh keterangan mengenai pengaruh PD terhadap waktu tembus akibat dari variasi tegangan. Adanya aktifitas PD pada bahan isolasi sangat mempengaruhi waktu tembus tegangan pada bahan isolasi tersebut. Rata-rata waktu tembus untuk jenis minyak Trafo Nytro Libra Nynas dan Metil Ester Minyak Sawit secara berurutan adalah pada tegangan 6,5kV adalah 321 dan 345 detik, pada tegangan 7,0kV adalah 1965 dan 2183 detik dan pada tegangan 7,5kV adalah 5460 dan 5845 detik. Jadi dapat disimpulkan pengaruh PD terhadap waktu tembus bahan isolasi dengan menggunakan variasi tegangan dimana waktu tembus cenderung lebih cepat jika tegangan yang diberikan dinaikkan.

**Kata Kunci:** Elektroda Jarum Plat, Partial Discharge, dan Breakdown Oil – Polyethylene Komposit.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>I-8</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	<b>I-8</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	<b>I-10</b>
1.3 Batasan Masalah.....	<b>I-10</b>
1.4 Tujuan Penelitian.....	<b>I-11</b>
1.5 Manfaat Penelitian.....	<b>I-11</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Tinjauan Penelitian.....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Landasan Teori.....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Isolasi Polimer.....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2 Polyethylene.....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3 Polyethylene Kerapatan Rendah (LDPE).....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.4 Minyak Transformator .....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.5 Metil Ester Minyak Sawit .....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.6 Dielektrik Gabungan.....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.7 Peluahan Sebagian (Partial Discharge atau PD) di dalam Bahan Isolasi .....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.8 Internal Discharge .....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.9 Rekombinasi .....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Gangguan yang terjadi pada Transformator .....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Hipotesis.....	<b>II-Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b> .....	<b>III-Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	<b>III-Error! Bookmark not defined.</b>

3.2	Prosedur Pengujian.....	III-Error! Bookmark not defined.
3.3	Alur Penelitian.....	III-Error! Bookmark not defined.
3.4	Deskripsi Sistem dan Analisis.....	III-Error! Bookmark not defined.
3.5	Alur Diagram Sistem.....	III-Error! Bookmark not defined.
3.6	Analisa Data .....	III-Error! Bookmark not defined.
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>IV-Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Jumlah Muatan PD Berdasarkan Variasi Tegangan	<b>IV-Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>not defined.</b>	
4.2	Pengaruh Waktu Tembus (Breakdown) Berdasarkan Variasi Tegangan .....	<b>IV-Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Pengaruh PD Terhadap Waktu Tembus Bahan Isolasi LDPE .....	<b>IV-Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Pengaruh Aktifitas Jumlah Muatan PD terhadap Variasi Tegangan .....	<b>IV- Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>V-Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kesimpulan.....	<b>V-Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran.....	<b>V-Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Pada peralatan tegangan tinggi, bahan dielektrik sangat dibutuhkan untuk memisahkan dua atau lebih penghantar listrik yang bertegangan sehingga antara penghantar yang bertegangan tersebut tidak terjadi hubung singkat yang dapat menyebabkan lompatan api atau percikan. Salah satu peralatan tegangan tinggi yang digunakan dalam aplikasi tegangan tinggi adalah transformator. Pada transformator, untuk memisahkan penghantar-penghantar yang bertegangan digunakan suatu bahan dielektrik yaitu minyak trafo. Minyak trafo adalah suatu bahan dielektrik selain memisahkan penghantar- penghantar yang bertegangan juga berfungsi sebagai pendingin dari trafo itu sendiri. Minyak trafo termasuk jenis bahan dielektrik cair berupa minyak. Dielektrik cair mempunyai kerapatan 1000 kali lebih besar daripada dielektrik gas sehingga kekuatan dielektriknya lebih tinggi daripada dielektrik gas. Kelebihan lain dari dielektrik cair yaitu mempunyai kemampuan untuk memperbaiki diri sendiri (self healing) jika terjadi suatu pelepasan muatan (discharge).

Selain minyak trafo, material polimer juga digunakan sebagai material isolasi. Material polimer ini selain memiliki tegangan tembus yang tinggi, juga memiliki keuntungan seperti kekuatan dielektrik tinggi, ringan dan mudah dalam proses pembuatan. Bahan isolasi polimer memiliki keuntungan lain, seperti : resistivitas volume dan sifat termal lebih baik daripada bahan keramik atau gelas, dan kedap air (hidrophobik). Di samping kelebihanannya, material polimer juga memiliki kekurangan, antara lain: kekuatan mekanis kurang bagus, kurang tahan terhadap perubahan cuaca, dan bahan mentah relatif mahal. Tembus akibat peluahan (discharge breakdown) pada material isolasi polimer merupakan fenomena yang sangat penting dalam menentukan umur dari isolasi. Selain disebabkan oleh void dan material konduktif, tembus peluahan bergantung juga pada berbagai macam parameter, seperti konfigurasi elektroda, ketebalan dielektrik, temperatur, tekanan, sifat dan morfologi dari material.

Medan listrik ini akan mengionisasi elektron-elektron dan memberikan gayapada elektron-elektron yang terikat pada struktur molekul minyak trafo agar terlepas dari ikatannya. Jika elektron yang terionisasi semakin banyak maka akan

terjadibanjiran elektron (avalanche) dan elektron akan bergerak kearah elektroda yang lain karena gaya akibat ionisasi. Banjiran elektron ini akan membentuk suatu jembatan konduktif. Jika jembatan konduktif ini semakin besar maka akan terjadi peristiwa tembus isolasi (breakdown). Studi mengenai pengukuran partial discharge menyatakan bahwa Partial Discharge sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, gas yang mengisi rongga serta tekanan, kelembaban, dan temperatur. Secara umum muatan akan meningkat seiring dengan semakin tingginya tegangan yang diterapkan. Partial Discharge sangat perlu dipelajari karena dengan mengetahui tingkat partial discharge suatu isolasi maka kualitas umur isolasi dapat ditentukan.

Pada studi-studi mengenai Partial Discharge sebelumnya telah diteliti bagaimana ketahanan daripada LDPE terhadap aktifitas Partial Discharge pada bahan isolasi cair, kemudian ada juga yang meneliti tentang bagaimana ketahanan LDPE terhadap partial discharge dengan variasi tegangan dan ketebalan. Untuk memperkuat kekuatan dielektrik dari suatu bahan isolasi, maka perlu dilakukan dielektrik gabungan, karena dengan digabungkannya bahan dielektrik tersebut, maka kekuatan isolasi akan semakin kuat, sehingga ketahanan suatu bahan isolasi akan lebih tinggi dan bagus. Hal ini tentunya mampu meningkatkan kualitas daripada bahan isolasi tersebut. Disamping itu, perbedaan daripada kekuatan dielektrik yang dikombinasikan ini akan berbeda.

Pada tugas akhir ini, penulis mencoba untuk mengamati pengaruh besarnya penerapan tegangan dan lamanya waktu tembus terhadap karakteristik peluahan sebagian dengan menggunakan oil-polyethylene pada jenis minyak yang berbeda-beda. Sehingga pengukuran partial discharge dilakukan dengan sistem pengukuran yang mendeteksi arus (muatan) dengan menggunakan elektroda jarum-bidang datar untuk memperkirakan ketahanan material isolasi dengan menggunakan jenis oil yang berbeda-beda terhadap partial discharge dan menyajikan data partial discharge berupa besar muatan tiap partial discharge yang terjadi selama pengukuran.

Fenomena yang pernah terjadi akibat breakdown oil biasanya berhubungan dengan kegagalan isolasi dan pendinginan, berikut fenomena yang pernah terjadi.

1. Kebakaran Gardu Induk Cawang, Jakarta - 2009  
Kronologi : 5 November 2009, trafo 500 kV di GITET Cawang meledak dan terbakar akibat kelebihan beban (90% kapasitas) → minyak trafo bocor, bercampur gas → flashover → ledakan.  
Dampak : Pemadaman listrik di sebagian Jakarta.  
Sumber : Detik Finance – Kebakaran GI Cawang Akibat Tingginya Beban
2. PLTGU Muara Karang, Jakarta Utara - 2010  
Kronologi : 21 Juli 2010, satu trafo di PLTGU Muara Karang meledak.  
Dampak Teknis : Kapasitas daya berkurang 1.000 MW, hanya 700 MW bisa dipulihkan.  
Dampak Sosial : Pemadaman bergilir di sebagian wilayah Jabodetabek.  
Sumber : Detik News – Trafo PLTGU Muara Karang Meledak, Daya Berkurang 1.000 MW

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, dapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh tegangan terhadap minyak trafo terhadap trafo?
2. Bagaimana pengaruh penerapan variasi tegangan terhadap waktu tembus isolasi oil – polyethylene komposit yang diakibatkan oleh peluahan sebagian?

## 1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga pembahasan materi dalam penelitian ini lebih terarah, maka ditetapkan masalah sebagai berikut:

1. Media yang digunakan pada celah adalah minyak trafo dan metil ester kelapa sawit yang sudah difilter.
2. Sampel polimer yang digunakan dari jenis LDPE dalam bentuk film dengan ketebalan 20  $\mu\text{m}$ .
3. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan elektroda jarum - bidang datar dengan celah antara jarum dan LDPE adalah 0.1 mm.
4. Tegangan yang diterapkan adalah tegangan AC (50Hz), dengan tegangan kerja 6,5 kVpp, 7,0 kVpp dan 7,5 kVpp.
5. Membahas pengaruh penerapan variasi tegangan terhadap waktu tembus

isolasi oil – polyethylene komposit yang diakibatkan oleh peluahan sebagian.

6. Tidak membahas secara detil alat dan komponen yang digunakan dalam system pengukuran.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan terhadap breakdown oil – polyethylene komposit yang diakibatkan oleh peluahan sebagian dengan menggunakan jenis oil yang berbeda-beda dan untuk membandingkan nilai dari tegangan tembus.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun beberapa manfaat penelitian ini adalah dengan dilakukan penelitian ini, maka akan diketahui tingkat ketahanan kekuatan dielektrik isolasi oil- polyethylene komposit terhadap variasi tegangan yang diberikan dengan menggunakan media minyak yang berbeda.