

## **SKRIPSI**

# **KARAKTERISTIK KEKUATAN TEMBUS MATERIAL ISOLASI HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) YANG DIBERI STRESS MEKANIK**



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

**Oleh :  
GILANG SATRIA PASEKA  
NIM 03041281621056**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
TAHUN 2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK KEKUATAN TEMBUS MATERIAL ISOLASI *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)* YANG DIBERI STRESS MEKANIK**

**Oleh :**  
**Gilang Satria Paseka**  
**NIM 03041281621056**

**Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan**

**Palembang, Agustus 2020**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro,**



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

**LEMBAR PERSETUJUAN**

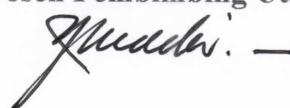
**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK KEKUATAN TEMBUS MATERIAL ISOLASI *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)* YANG DIBERI STRESS MEKANIK**

Oleh :  
**Gilang Satria Paseka**  
**NIM 03041281621056**

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

Palembang, 2020  
Dosen Pembimbing Utama,



**Prof. Ir. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D.**  
**NIP.195903031985031004**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Gilang Satria Paseka  
Nomor Induk Mahasiswa : 03041281621056  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya  
Persentase Plagiarisme (*Turnitin*) : 18 %

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “Karakteristik Kekuatan Tembus Material Isolasi *High Density Polyethylene* (HDPE) Yang Diberi Stress Mekanik”, merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat terhadap karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

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

Palembang, Agustus 2020

Yang Menyatakan,



Gilang Satria Paseka

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

*Zainuddin Allevan* : —

Tanda Tangan

Pembimbing Utama

Tanggal

08 / 08 / 2020

## **KATA PENGANTAR**

Puji serta syukur saya panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Karakteristik Kekuatan Tembus Material Isolasi *High Density Polyethylene* (HDPE) Yang Diberi Stress Mekanik”. Shalawat dan salam saya curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya.

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

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

Palembang, Agustus 2020

Gilang Satria Paseka

## **HALAMAN PERSEMPAHAN**

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

- ✓ Ayah H.Trisan Daddy, Ibu Hj. Erlina Sulistiawati serta kakak kandung saya (Andeksa Gapin Virgiawan) dan 2 Adik kandung saya (Andelle Gianzra Basae, Gamma Gibran Parate Pamungkas), dan juga seluruh keluarga besar yang senantiasa mendoakan untuk kesuksesan pendidikan saya ;
- ✓ Bapak Prof. Ir H. Zainuddin Nawawi, Ph.D. dan seluruh dosen Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran sampai selesaianya skripsi ini;
- ✓ Rektor Unsri Prof. Dr. Ir. H Anis Saggaf, MSCE dan Dekan Fakultas Teknik Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D.;
- ✓ Ketua Jurusan Teknik Elektro Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng, Ph.D. dan Dosen Pembimbing Akademik Desi Windi Sari, S.T., M.Eng;
- ✓ Pranata Senior dan semua Rekan Sejawat di Laboratorium *Safety and Energy* Universitas Sriwijaya : Mbak Dr. Syarifah Fitriani S.T., M.T. Pak Lukmanul Hakim, S.T. , Kak Intan Dwi, Mbak Intan Mustika, Kak Ferlian, Kak Rafi, Addien, Gustira, Gomgom, Fikri, Zen, Ejak, Noval, Yadi, Firhan;
- ✓ Saudari Agustin Sulistiawati atas dukungan dan bantuannya;
- ✓ Sahabat sejak di bangku sekolah Bagas, Hevly, Tano, Hendi, Ikhsan, Ridho, Hadi, Opang, Andre;
- ✓ Teman Teman seperjuangan 2016 Indralaya, Akbar, Radius, Abid, Egey, Rio, Raka, Diaz, Ridho, Hari, Nurhadi, Dinda Y;
- ✓ Teman teman Anggota Laboratorium DE/RL, Teman teman Immeta SUMSEL 2016; dan Teman teman BPH HME 2019;
- ✓ Pihak-pihak yang telah membantu selama saya melaksanakan yang tidak dapat saya tuliskan satu persatu.

Saya Berdoa kepada Allah SWT agar Memberikan ganjaran pahala atas semua keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan.

Bumi Sriwijaya, Agustus 2020

Gilang Satria Paseka

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Gilang Satria Paseka  
NIM : 03041281621056  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

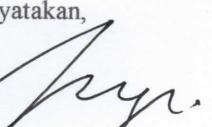
Untuk kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty- Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul, “Karakteristik tegangan peluahan sebagian isolasi kertas kraft dibawah tegangan bolak-balik” beserta perangkat yang ada.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Palembang  
Pada tanggal : Agustus 2020  
Yang menyatakan,



  
Gilang Satria Paseka

## ABSTRAK

### KARAKTERISTIK KEKUATAN TEMBUS MATERIAL ISOLASI *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)* YANG DIBERI STRESS MEKANIK

(Gilang Satria Paseka, 03041281621056, 2020, xviii + 42 Hal + Lampiran)

Studi ini dilakukan untuk mendapatkan karakteristik tegangan tembus material isolasi polimer jenis *high density polyethylene* (HDPE) yang diberi perlakuan *stress mekanik* dengan variasi lama waktu perlakuan. Pengujian dilakukan terhadap sampel berbentuk "dumbel" dengan ketebalan 2.0 mm, dan berukuran 150 x 20 mm<sup>2</sup>. Perlakuan membentuk sudut tekuk  $\angle 60^\circ$ ;  $\angle 90^\circ$ ;  $\angle 120^\circ$ ;  $\angle 150^\circ$  dengan variasi waktu 48, 96, 144, 192, 240 jam. Pengukuran kekuatan tembus terhadap sampel dalam menahan *stress* tegangan dilakukan menggunakan elektroda jarum-piring dengan aplikasi tegangan tinggi bolak-balik. Celaht antara permukaan sampel dan ujung elektroda jarum adalah 1.0 mm. Nilai rata-rata tegangan tembus pada masing-masing sampel dengan variasi sudut tekuk  $\angle 60^\circ$ ;  $\angle 90^\circ$ ;  $\angle 120^\circ$ ;  $\angle 150^\circ$  secara berturut-turut adalah sebesar 7,178 kV; 7,590 kV; 7,991 kV; 8,471 kV. Nilai tegangan tembus rata-rata untuk masing-masing sampel terhadap lama waktu perlakuan sebesar 48 jam; 96 jam; 144 jam; 192 jam; 240 jam secara berturut-turut adalah 7,902 kV; 7,756 kV; 7,851 kV; 7,846 kV; 7,683 kV. Dari hasil eksperimen yang didapat terjadi kenaikan tegangan sebagai fungsi sudut tekuk dan lama waktu perlakuan. Hal tersebut dapat terjadi diakibatkan oleh adanya penurunan tahanan isolasi setelah sampel mengalami stres mekanik yang berakibat kepada perubahan struktur monomer dari sampel. Hal ini mengakibatkan pengurangan kuat dielektrik bahan HDPE. Penurunan tegangan tembus tertinggi terjadi pada sampel yang ditekuk  $\angle 60^\circ$  yaitu sebesar 1,7 kV atau sekitar 19,15% dibandingkan dengan sampel tanpa diberi perlakuan *stress mekanik* pada permukaannya.

**Kata Kunci :** *high density polyethylene (HDPE), stress mekanik, Partial discharge Inception Voltage, Breakdown Voltage*

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

Indralaya, Agustus 2020  
Menyetujui,  
Dosen Pembimbing Utama,

  
Prof. Ir. H Zainuddin Nawawi, Ph.D.  
NIP.195903031985031004

## **ABSTRACT**

### **BREAKDOWN VOLTAGE CHARACTERISTICS INSULATION HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) WITH MECHANICAL STRESS**

(Gilang Satria Paseka, 03041281621056, 2020, xviii + 42 Pages + Appendices)

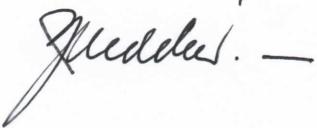
This study was conducted to obtain the characteristics of the breakdown stress characteristics of high density polyethylene (HDPE) polymer insulation materials by variation of the bending with long treatment time. Tests carried out on samples shaped dumbbells with a thickness of 2.0 mm and measuring 150 x 20 mm<sup>2</sup>. Bending treatment with variation of bending angle  $\angle 60^\circ$ ;  $\angle 90^\circ$ ;  $\angle 120^\circ$ ;  $\angle 150^\circ$  for 48, 96, 144, 192, 240 hours. Measurement of the breakdown strength sample to withstand stress is carried out using a needle-plane electrode with an alternating high voltage in the gap between the sample surface and the electrode tip of 1.0 mm. The average value of the breakdown voltage at each variation of the bending angle  $\angle 60^\circ$ ;  $\angle 90^\circ$ ;  $\angle 120^\circ$ ;  $\angle 150^\circ$  at 7,178 kV; 7,590 kV; 7,991 kV; 8,471 kV and the average value of breakdown voltage on each long treatment time-bending 48, 96, 144, 192, 240 hours at 7,902 kV; 7,756 kV; 7,851 kV; 7,846 kV; 7,683 kV When there is an increase in voltage, there is a decrease in the insulation resistance of HDPE samples that have experienced mechanical stress. This results in a reduction in the dielectric strength of the HDPE material. In this study, there is a decrease in breakdown voltage in the sample bent at  $\angle 60^\circ$  which is 1.7 kV or about 19.15% compared to the sample without being mechanical stress treatment on its surface.

**Key words :** high density polyethylene (HDPE), mechanical stress, Partial discharge Inception Voltage, Breakdown Voltage

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

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

**Indralaya, Agustus 2020**  
**Menyetujui,**  
**Dosen Pembimbing Utama,**

  
Prof. Ir. H Zainuddin Nawawi, Ph.D.  
NIP.195903031985031004

## 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 PERSEMPERBAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>NOMENKLATUR .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR ISTILAH.....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I.....</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 Sistematika penulisan.....	4
<b>BAB II .....</b>	<b>5</b>
2.1 Isolasi .....	5
2.2 Isolasi polimer .....	6
2.3 High density polyethylene (HDPE).....	6
2.4 Mekanisme terjadinya kegagalan fungsi isolasi padat.....	7
2.4.1.Kegagalan intrinsik.....	8
2.4.2.Kegagalan termal.....	8

2.4.3.Kegagalan erosi .....	8
2.5 Kekuatan dielektrik isolasi .....	<b>8</b>
2.6 Karakteristik material isolasi yang ditekuk .....	9
2.7 Riset-riset sebelumnya .....	11
<b>BAB III.....</b>	<b>13</b>
3.1 Pendahuluan .....	13
3.2 Metode penelitian .....	13
3.3 Diagram alir penelitian.....	14
3.4 Bahan sampel dan peralatan pengukuran .....	15
3.4.1. Material isolasi sampel .....	15
3.4.2. Sistem elektroda .....	16
3.5. Peralatan yang digunakan.....	17
3.6 Penyiapan sampel uji .....	23
3.6.1 Pembuatan sampel.....	23
3.6.2 Pemilihan sampel .....	24
3.6.3 Perlakuan Sampel.....	24
3.7 <i>Experimental setup</i> .....	28
3.7.1 Prinsip pengukuran tegangan tembus .....	28
3.8 Prosedur pengujian.....	30
3.8.1 Prosedur pengujian tegangan tembus .....	30

<b>BAB IV .....</b>	<b>31</b>
4.1 Umum .....	31
4.2 Data hasil penelitian.....	31
4.2.1 Hasil pengukuran tegangan tembus .....	32
4.3 Diskusi dan pembahasan .....	37
<b>BAB V.....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran .....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1.Struktur Kimia <i>High density polyethylene (HDPE)</i> .....	7
Gambar 2.2.Kabel yang ditekuk.....	10
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	14
Gambar 3.2. Desain tiga dimensi sampel HDPE.....	15
Gambar 3.3. Sampel HDPE saat pengukuran .....	15
Gambar 3.4. Desain tiga dimensi sistem elektroda.....	16
Gambar 3.5. Sistem elektroda saat pengukuran .....	16
Gambar 3.6.Picoscope tipe <i>4000 series</i> .....	17
Gambar 3.7. <i>High Voltage Probe Tipe Tetronix P6015A</i> .....	18
Gambar 3.8. Pembangkit tegangan tinggi bolak balik.....	19
Gambar 3.9. Resistor tegangan tinggi 185 ΩK .....	20
Gambar 3.10. <i>Pearson Current Monitor model 411</i> .....	21
Gambar 3.11.Mikroskop Digital .....	22
Gambar 3.12.PCB <i>Drilling Machine MK IV NO X 410100</i> .....	23
Gambar 3.13.Hasil Pemotongan Sampel .....	24
Gambar 3.14. Sudut tekuk $\angle 60^\circ$ .....	25
Gambar 3.15. Sudut tekuk $\angle 90^\circ$ .....	26
Gambar 3.16. Sudut tekuk $\angle 120^\circ$ .....	26
Gambar 3.17. Sudut tekuk $\angle 150^\circ$ .....	27
Gambar 3.18. Rangkaian pengukuran tegangan tembus .....	29
Gambar 4.1. Nilai tegangan <i>PDIV</i> terhadap lama perlakuan .....	33

Gambar 4.2. Nilai tegangan tembus terhadap lama waktu perlakuan.....	34
Gambar 4.3. Nilai tegangan <i>PDIV</i> terhadap <i>stress</i> mekanik .....	35
Gambar 4.4. Nilai tegangan tembus terhadap <i>stress</i> mekanik.....	36

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Paper dan artikel terkait dengan studi yang dilakukan .....	11
Tabel 4.1. Nilai rata-rata pengukuran <i>PDIV</i> .....	32
Tabel 4.2. Nilai rata-rata pengukuran tegangan tembus .....	32

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Gambar hasil sampel tekuk

Lampiran 2 Data hasil pengukuran PDIV Dan Tegangan Tembus

Lampiran 3 Perhitungan Kapasitansi Sampel

Lampiran 4 Gambar Uji Tegangan Tembus Menggunakan Mikroskop Digital

Lampiran 5 Gambar *PDIV* dan Tegangan Tembus Menggunakan Picoscope

## **NOMENKLATUR**

$\rho$	: Kepadatan udara relatif
$bB$	: Tekanan udara pada saat pengujian
$TB$	: Temperatur ruang pengujian
$C$	: Kapasitansi
$Q$	: Muatan
$V$	: Tegangan
$\varepsilon_0$	: Konstanta dielektrik ruang hampa
$\varepsilon_r$	: Konstanta dielektrik relatif
$A$	: Luas bidang material
$d$	: Tebal material

## **DAFTAR ISTILAH**

<i>High density polyethylene</i>	: Polietilena densitas tinggi
<i>Low density polyethylene</i>	: Polietilena densitas rendah
<i>Jacket cable</i>	: Pembungkus kabel
<i>Electrical stress</i>	: <i>Stress</i> listrik
<i>Corona discharge</i>	: Lucutan korona
<i>Cavity discharge</i>	: Peluahan rongga
<i>Mechanical stress</i>	: <i>Stress</i> mekanik
<i>Aging</i>	: Penuaan
<i>Mechanical bending</i>	: Penekukan mekanik
<i>Tension</i>	: Ketegangan
<i>Pressure</i>	: Tekanan
<i>Vibration</i>	: Getaran
<i>Defect</i>	: Cacat
<i>Void</i>	: Rongga udara
<i>Impurities</i>	: Kotoran
<i>Protrusion</i>	: Tonjolan
<i>Hydrophobic</i>	: Tahan Air
<i>Flashover</i>	: Loncatan bunga api listrik
<i>Dielectric strength</i>	: Kekuatan dielektrik
<i>Partial discharge</i>	: Peluahan sebagian
<i>Breakdown voltage</i>	: Kekuatan tembus
<i>Insulation failure</i>	: Kegagalan isolasi
<i>HVAC</i>	: Tegangan tinggi bolak-balik
<i>Discharge voltage</i>	: Tegangan peluahan

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar belakang**

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat akan mengakibatkan pula peningkatan volume peralatan dan material listrik. Salah satu peralatan pada sistem tenaga listrik yang penting berupa isolator yang berfungsi sebagai pemisah antara bagian yang bertegangan dari suatu sistem tenaga listrik[1]. Sistem kelistrikan yang kompleks memerlukan sistem isolasi agar dapat bekerja dengan keandalan yang baik[2]. Saat ini bahan isolasi jenis polimer banyak digunakan. Ini dikarenakan bahan isolasi polimer memiliki beberapa keunggulan antara lain seperti sifat dielektrik dan *hydrophobic* yang tinggi. Polimer yang digunakan diantaranya *High Density Polyethylene* (HDPE)[3].

*High Density Polyethylene* (HDPE) merupakan bahan lilin putih buram yang lunak dan tangguh, tetapi sedikit lebih keras dari *Low Density Polyethylene* (LDPE), memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap bahan kimia, bersifat non-korosif, dan tahan terhadap sinar ultra violet. Contoh pengaplikasian HDPE seperti yang terdapat pada pembungkus kabel (*jacket cable*) dan plastik yang ramah lingkungan karena bisa didaur ulang[4]. HDPE memiliki kekurangan seperti, sifat ketahanan terhadap *electrical stress* meliputi korona (*corona discharge*) dan peluahan pada rongga (*cavity discharge*) serta *mechanical stress* (*bending, tension, pressure, vibration*) yang menyebabkan penuaan (*aging*).

Beberapa referensi mengungkapkan bahwa *mechanical stress* seperti penekukan kabel mampu merubah permukaan material[5], dalam instalasi

listrik rumah, penempatan kabel listrik tidak selalu dalam keadaan lurus tetapi pada lokasi tertentu seperti sudut ruang yang membentuk  $\angle 90^\circ$  harus dilakukan penekukan kabel serta pemasangan kabel pada kondisi cuaca terentu seperti saat temperatur panas yang menyebabkan memuainya kabel dan saat temperatur dingin akan menyebabkan menyusutnya kabel. Adanya *stress* mekanik pada material isolasi akan mempengaruhi kekuatan dielektrik suatu material isolasi. Sudut penekukan pada kabel yang terlalu ekstrim menyebabkan terjadinya hubungan pendek listrik (*korsleting*) yang berakibat kebakaran karena menaikkan temperatur pada kabel serta rusaknya material isolasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sampai berapa besar pengaruh besarnya *stress* mekanik berupa sudut penekukan dengan lama perlakuan waktu terhadap karakteristik tegangan tembus isolasi HDPE.

## 1.2 Rumusan masalah

Dalam peralatan dan sistem tenaga kelistrikan, material isolasi memiliki fungsi yang penting. *Stress* tegangan, kondisi dan faktor lingkungan merupakan salah satu penyebab terjadinya kegagalan fungsi isolasi. Pada kondisi lingkungan tertentu dapat menyebabkan perubahan sifat elektris dan mekanis material isolasi yang berakibat pada penurunan kuat dielektrik material isolasi seperti terjadinya penuaan (*aging*) yang disebabkan oleh *stress* mekanik material isolasi dalam menahan *stress* tegangan, akibatnya usia pemakaian isolasi menjadi berkurang.

Penelitian ini melakukan pengukuran tegangan tembus material isolasi HDPE yang diberi perlakuan stres mekanik dengan sudut  $\angle 60^\circ$ ;  $\angle 90^\circ$ ;  $\angle 120^\circ$ ;  $\angle 150^\circ$  dan lama waktu perlakuan 48, 96, 144, 192, 240 jam. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan karakteristik tegangan tembus

material isolasi HDPE yang mengalami proses penuaan (*aging*) menggunakan sistem elektroda jarum-piring.

### **1.3 Tujuan penelitian**

Tujuan dilakukannya dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan nilai kekuatan tembus material isolasi HDPE setelah diberi perlakuan penekukan mekanik.
2. Mendapatkan perubahan kekuatan tembus dari material isolasi HDPE pada keadaan tanpa perlakuan dan yang mengalami penuaan (*aging*).

### **1.4 Batasan masalah**

Penelitian ini dilakukan menggunakan sampel material polimer jenis HDPE. Eksperimental dilakukan menggunakan tegangan tinggi bolak-balik dengan kondisi dan batasan sebagai berikut:

1. Elektroda yang digunakan dari susunan *needle-plane*, dengan diameter batang  $100 \text{ mm}^2$  dan diameter ujung *curvature*  $4.9 \times 10^{-17} \text{ mm}^2$
2. Sampel percobaan berupa lembaran *High Density Polyethylene* (HDPE) berbentuk “dumbel” berukuran  $150 \times 20 \text{ mm}^2$  dengan ketebalan 2.0 mm.
3. Perlakuan sampel dilakukan dengan variasi sudut tekuk  $\angle 60^\circ$ ;  $\angle 90^\circ$ ;  $\angle 120^\circ$ ;  $\angle 150^\circ$  dan lama waktu perlakuan adalah 48, 96, 144, 192, 240 jam.

## **1.5 Sistematika penulisan**

Untuk memahami skripsi ini, dikelompokkan menjadi beberapa sub-bab dengan sistematika penyampaian sebagai berikut :

### **1. Pendahuluan**

Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan. Disini juga menjelaskan mengenai keunggulan dan kelemahan pada material polimer khususnya HDPE.

### **2. Studi Literatur**

Sub bab mengenai teori berupa studi literatur pengertian dan definisi mengenai material isolasi yang didapat melalui jurnal, paper, maupun kutipan buku serta panduan lain yang berkaitan dengan penyusunan skripsi ini.

### **3. Metodologi Penelitian**

Melakukan tahapan-tahapan awal penelitian berupa sampel dan alat-alat yang digunakan, serta melakukan *set up* pada rangkaian pengukuran untuk mendapatkan hasil dari penelitian yang dilakukan.

### **4. Hasil dan Diskusi**

Dalam bab ini membahas tentang hasil pengujian tegangan tembus sampel, berupa tabel dan grafik serta menganalisa terhadap data yang didapat.

### **5. Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, dan saran yang diberikan penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Garinas, “Proses Pembuatan Dan Pengujian Benda Uji Keramik Untuk Bahan Baku Isolator Manufacturing And Testing Process Of Ceramic Specimens For Raw Materials Of Electrical,” no. September, pp. 173–180, 2016.
- [2] N. Yuniarti and A. N. Afandi, “Tinjauan sifat hidrofobik bahan isolasi silicone rubber,” *Tekno UM MALANG*, vol. 8, no. 1981, pp. 1–8, 2007.
- [3] A. Syakur, “the Analysis of Partial Discharge (Pd) From Electrical Treeing in Linear Low Density Polyethylene (Lldpe) and High Density Polyethylene (Hdpe),” *Teknik*, vol. 29, no. 3, pp. 196–202, 2012.
- [4] R. Salustiano, T. A. Nogueira, A. A. A. De Queiroz, E. T. W. Neto, C. De Salles, and Í. C. Tavares, “Artificial rain accelerated aging test of HDPE Pin insulators for medium voltage distribution in Brazil,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 24, no. 4, pp. 2483–2492, 2017.
- [5] Y. Liu, K. Morita, T. Iwao, M. Endo, and T. Inaba, “The temperature characteristics and current conducting ability of horizontally curved conductors,” *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 17, no. 4, pp. 1153–1157, 2002.
- [6] R. Yudian, *Pengujian Kekuatan Tembus Material Isolasi Polimer Menggunakan Berbagai Bentuk Elektroda dengan Variasi Temperatur*. 2017.
- [7] Martoni Devy, “Analisis Karakteristik Peluahan Sebagian Pada Model Void Berdasarkan Fungsi Waktu Dan Tegangan Dalam Polyvinyl Chloride (PVC),” *Dipenogoro Univ.*, pp. 1–11, 2008.
- [8] N. L. Dao, P. L. Lewin, I. L. Hosier, and S. G. Swingler, “A comparison between LDPE and HDPE cable insulation properties following lightning impulse ageing,” *Proc. 2010 IEEE Int. Conf. Solid Dielectr.*

*ICSD 2010*, pp. 10–13, 2010.

- [9] T. Seghier and F. Benabed, “Dielectric Proprieties Determination of High Density Polyethylene (HDPE) by Dielectric Spectroscopy,” *Int. J. Mater. Mech. Manuf.*, vol. 3, no. 2, pp. 121–124, 2015.
- [10] E. Kasmudjiastuti and A. Yuniar, “Pengaruh filler PCC (precipitated calcium carbonate) terhadap sifat mekanik, elektrik, termal dan morfologi dari komposit HDPE/PCC,” *Maj. Kulit, Karet, dan Plast.*, vol. 28, no. 1, p. 35, 2012.
- [11] J. H. Kwon, M. H. Park, K. J. Lim, and H. K. Lee, “Investigation on electrical characteristics of HDPE mixed with EVA applied for recycleable power cable insulation,” *Proc. 2012 IEEE Int. Conf. Cond. Monit. Diagnosis, C. 2012*, no. September, pp. 1039–1042, 2012.
- [12] C. Resin, D. Alumina, A. Rasyid, and F. Murdiya, “Karakteristik Tegangan Tembus AC Pada Material Isolasi Padat Campuran Resin Dengan Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )” pp. 1–6.
- [13] G. Chen and C. H. Tham, “Electrical treeing characteristics in XLPE power cable insulation in frequency range between 20 and 500 Hz,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 16, no. 1, pp. 179–188, 2009.
- [14] I. J. Seo, J. Y. Koo, J. K. Seong, B. W. Lee, Y. J. Jeon, and C. H. Lee, “Experimental investigation on the DC breakdown of silicone polymer composites employable to 500kV HVDC insulator,” *2011 1st Int. Conf. Electr. Power Equip. - Switch. Technol. ICEPE2011 - Proc.*, pp. 697–700, 2011.
- [15] F. Teknik and D. Elektro, “Universitas Indonesia Analisis Karakteristik Termal Pada Kabel Berisolasi Dan Berselubung Pvc Tegangan Pengenal 300 / 500 Volt,” 2008.
- [16] M. Manfaluthy, M. Syukur, and A. Supriyadi, “Penurunan Temperatur

Instalasi Kabel NYM 2x1.5mm<sup>2</sup> Dengan Mengatur Sudut Penekukan,” *Teknik*, vol. 39, no. 2, pp. 86–93, 2018.

- [17] N. Zaharudin, Y. Z. Arief, W. A. Izzati, Z. Adzis, and M. Z. H. Makmud, “Effect of relative humidity on surface discharge characteristics of polymeric material under AC stress,” *PECon 2012 - 2012 IEEE Int. Conf. Power Energy*, no. December, pp. 756–760, 2012.
- [18] E. B. Mejia *et al.*, “Impact on HDPE Mechanical Properties and Morphology due to Processing,” *2019 Adv. Sci. Eng. Technol. Int. Conf. ASET 2019*, pp. 1–5, 2019.
- [19] W. Zhao, W. H. Siew, M. J. Given, Q. Li, J. He, and E. Corr, “Thermoplastic materials aging under various stresses,” *34th Electr. Insul. Conf. EIC 2016*, no. June, pp. 615–618, 2016.
- [20] William A. Thue, *Electrical Cable*, vol. 53, no. 9. 2019.
- [21] W. Kim, S. Kim, D. G. Yang, H. Lee, J. Cho, and H. Kim, “Mechanical Bending Characteristics of HTS DC Cable,” vol. 8223, no. c, pp. 1–4, 2016.