

SKRIPSI

KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS MATERIAL ISOLASI SILICONE RUBBER YANG DIBERI BAHAN PENGISI ALUMINA



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :
MUHAMMAD FAWAZ S.
NIM. 03041181520095

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
AGUSTUS 2019**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

Judul

**KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS MATERIAL
ISOLASI *SILICONE RUBBER* YANG DIBERI
BAHAN PENGISI ALUMINA**

Oleh :

**MUHAMMAD FAWAZ S.
NIM. 03041181520095**

**Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan
Pada tanggal Juli 2019**

**Indralaya, Juli 2019
Ketua Jurusan Teknik Elektro,**

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

LEMBAR PERESETUJUAN

SKRIPSI

Judul

**KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS MATERIAL ISOLASI
SILICONE RUBBER YANG DIBERI BAHAN PENGISI
ALUMINA**

Oleh :

MUHAMMAD FAWAZ S.

NIM. 03041181520095

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

Indralaya, 29/7 2019

Dosen Pembimbing Utama,



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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Fawaz S.
NIM : 03041181520095
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Judul Skripsi : Karakteristik Tegangan Tembus Material
Isolasi *Silicone Rubber* Yang Diberi Bahan Pengisi Alumina

Hasil Pengecekan

Software *iThenticate / Turnitin*: 10%

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian saya merupakan karya 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.

Indralaya, Juli 2019
Yang menyatakan,

Meterai Rp 6000

Muhammad Fawaz S.

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

Tanda Tangan :

Pembimbing Utama:

Tanggal

: 29 / 07 / 2019

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun haturkan kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakteristik tegangan tembus material isolasi *Silicone Rubber* yang diberi bahan pengisi alumina”.

Skripsi ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan pendidikan pendidikan pada jenjang sarjana di Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini penyusun mengalami beberapa hambatan, tantangan dan juga kesulitan, akan tetapi berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, hambatan-hambatan tersebut dapat diatasi.

Disadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, terdapat kekurangan-kekuangan, baik kualitas maupun kuantitas tata tulis ataupun bahan observasi yang ditampilkan. Oleh karena itu saran dan masukan yang berguna untuk meningkatkan kualitas skripsi ini sangat diharapkan.

Pada akhir dari kata pengantar ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, do'a maupun dorongan semangat dan berbagi pengalaman yang telah diberikan untuk penyelesaian skripsi ini, kami berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk dan berguna untuk pengembangan ilmu dibidang teknik elektro, khususnya terkait dengan bidang material isolasi.

Indralaya, Juli 2019

Muhammad Fawaz S.

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- ✓ Ayah dan Mama tercinta Hadingamilan dan Dra. Rukia, kakak dan adik (Feisal Abinowo, A.Md.T dan Farsya Fitria Dea Ranti) beserta keluarga besar yang senantiasa mendo'akan kelancaran untuk suksesnya studi saya;
- ✓ Dosen Pembimbing Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D.;
- ✓ Rektor Unsri Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, 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 Irmawan, S.Si., M.T.;
- ✓ Laboran, Pranata, Senior di Laboratorium TTPL Fakultas Teknik Unsri: Lukmanul Hakim, S.T., Syarifah Fitriani, S.T., Rachmad Fauzan, S.T. Beserta teman-teman yang tergabung dalam penelitian Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTPL) angkatan 2015.;
- ✓ Sahabat penulis Dira Dahtiarani, S.Psi., Habibah Ariati Syahak dan Pihak-pihak yang telah membantu selama saya melaksanakan yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

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

Indralaya, Juli 2019.

Muhammad Fawaz S.

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Fawaz S.
NIM : 03041181520095
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 tembus material isolasi *silicone rubber* yang diberi bahan pengisi alumina” 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 : Indralaya
Pada tanggal : Juli 2019
Yang menyatakan,

Materai Rp. 6000

Muhammad Fawaz S.

ABSTRAK

KARAKTERISTIK TEGANGAN TEMBUS MATERIAL ISOLASI *SILICONE RUBBER* YANG DIBERI BAHAN PENGISI ALUMINA

(Muhammad Fawaz S., 03041181520095, 2019, xviii + 49 Halaman + Lampiran)

Skripsi ini melaporkan hasil studi melalui penelitian di laboratorium mengenai karakteristik tegangan tembus dari material isolasi polimer jenis *Silicone Rubber* (SiR) yang diberi bahan pengisi alumina. Pemberian bahan pengisi alumina bertujuan untuk meningkatkan kekuatan material isolasi jenis SiR terhadap *stress* tegangan. Konsentrasi bahan pengisi berupa alumina (Al_2O_3) yang ditambahkan kedalam SiR adalah 1%; 3%; dan 5% terhadap berat total keseluruhan sampel. Pengujian dilakukan melalui pengukuran PD *Inception Voltage* (PDIV) yang dilanjutkan sampai dengan terjadinya tegangan tembus (V_{BD}). Jarak sela antara ujung elektroda dengan permukaan sampel dibuat dalam 2 variasi 0,5 mm dan 1 mm. Sampel uji berupa lembaran isolasi SiR dengan ketebalan 1 mm, dibuat dengan ukuran 50 x 50 mm. Pengujian dilakukan menggunakan sistem elektroda jarum-piring menggunakan tegangan tinggi bolak-balik.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi bahan pengisi yang diberikan mempengaruhi nilai tegangan PDIV maupun V_{BD} . Hal ini dimungkinkan adanya fenomena *treeing* yang terjadi dalam material isolasi yang berfungsi menghambat laju elektron dengan membuat lintasan elektron yang menjadi lebih panjang karena kehadiran alumina dalam ukuran mikron, sehingga tegangan untuk terjadinya tembus menjadi lebih besar. Kenaikan nilai tegangan per konsentrasi yang signifikan terjadi pada konsentrasi bahan pengisi 3% untuk jarak sela 1 mm, dengan nilai PDIV sebesar 3,816 kV dan V_{BD} sebesar 6,874 kV. Dari kedua kondisi ini menunjukkan bahwa kenaikan nilai PDIV akan sebanding dengan nilai V_{BD} yang dihasilkan.

Kata Kunci: Tegangan Tembus, PDIV, *Silicone Rubber*, Alumina

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Mhd. Abu Bakar Sdik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197108141999031005

Indralaya, 29 Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

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

ABSTRACT

BREAKDOWN VOLTAGE CHARACTERISTICS OF SILICONE RUBBER FILLED WITH ALUMINA

(Muhammad Fawaz S., 03041181520095, 2019, xviii + 49 Pages + Appendix)

This thesis reports the results of studies through laboratory research on the breakdown stress characteristics of Silicone Rubber (SiR) type polymeric insulating materials which are given alumina fillers. The provision of alumina fillers aims to increase the strength of SiR type insulation material against voltage stress. The concentration of filler in the form of alumina (Al_2O_3) added to SiR is 1%; 3%; and 5% of the total weight of the entire sample. Tests are carried out through measurement of PD Inception Voltage (PDIV) which is continued until the occurrence of breakdown voltage (V_{BD}). The distance between the electrode tip and the sample surface is made in 2 variations of 0.5 mm and 1 mm. Test samples in the form of SiR insulation sheets with a thickness of 1 mm, made with a size of 50 x 50 mm. Testing is done using a needle-plate electrode system using alternating high voltage.

The test results show that the increase in the concentration of filler material given affects the voltage values of PDIV and V_{BD} . It is possible for treeing phenomena to occur in the insulating material which functions to inhibit the rate of electrons by making the electron trajectory become longer due to the presence of microns in the size of alumina, so that the voltage for breakdown is greater. A significant increase in voltage value per concentration occurred at 3% filler concentration for air gap of 1 mm, with PDIV values of 3.816 kV and V_{BD} of 6.874 kV. These two conditions indicate that the increase in PDIV value will be proportional to the V_{BD} value produced.

Keywords: Breakdown Voltage, PDIV, Silicone Rubber, Alumina

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Muند. Abu Bakar Sidiq, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197108141999031005

Indralaya, 29 Juli 2019
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Zainuddin Nawawi, Ph.D.
NIP. 195903031985031004

DAFTAR ISI

LEMBAR IDENTITAS.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERSEMPAHAN	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
NOMENKLATUR	xvii
DAFTAR ISTILAH.....	xviii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSAKA	7
2.1 Umum	7

2.2 Isolator	7
2.3 Isolasi Polimer	8
2.4 <i>Silicone Rubber</i>	9
2.4.1 Karakteristik <i>Silicone Rubber</i> RTV	11
2.5 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	13
2.5.1 Alumina.....	14
2.6 Mekanisme Kegagalan Material Isolasi Padat	15
2.7 Kuat Dielektrik	20
2.7.1 Kekuatan <i>Breakdown</i> Dielektrik Isolasi	21
2.7.2 Kapasitansi	21
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Umum	23
3.2 Pemilihan topik dan persiapan eksperimental.....	23
3.3 Peralatan dan Bahan	24
3.3.1 Peralatan Pengujian	24
3.3.2 Bahan Sampel.....	27
3.4 Penyiapan Sampel.....	27
3.4.1 Bahan dan Komposisi	27
3.4.2 Proses Pencampuran	28
3.4.3 Proses Penghilangan Rongga Udara (<i>Void</i>)	29
3.4.4 Pengukuran Ketebalan Sampel dan Pemeriksaan Rongga Udara (<i>Void</i>).....	30
3.5 Sistem Elektroda	30
3.6 Eksperimental <i>Setup</i>	32
3.6.1 Rangkaian Pengujian.....	32
3.6.2 Prosedur Percobaan.....	34
3.6.3 Teknik Pengambilan Data.....	35

3.7 Bagan Alir Penelitian	36
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Umum	37
4.2 Hasil Pegujian	37
4.2.1 Hasil Pengujian Pada Jarak Sela 0,5 mm.....	39
4.2.2 Hasil Pengujian Pada Jarak Sela 1 mm.....	39
4.3 Diskusi	45
BAB V. PENUTUP	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian PD <i>Inception</i> dan <i>Breakdown Voltage</i>	
Sela 0,5 mm	39
Tabel 4.2 Hasil Pengujian PD <i>Inception</i> dan <i>Breakdown Voltage</i>	
Sela 1 mm	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kimia <i>Polydimethylsiloxane</i>	10
Gambar 2.2 Struktur Rantai <i>Silicone Rubber</i>	10
Gambar 2.3 Alumina.....	15
Gambar 2.4 Kegagalan Material Isolasi Padat.....	16
Gambar 2.5 Mekanisme Kegagalan Termal.....	19
Gambar 2.6 Mekanisme Kegagalan Erosi.....	19
Gambar 3.1 Transformator Tegangan Tinggi AC.....	25
Gambar 3.2 <i>High Voltage Probe</i> Tektronix P6015A	25
Gambar 3.3 <i>High Voltage Probe</i> Tektronix P6015A	26
Gambar 3.4 Tahanan Tinggi Pembatas Arus	26
Gambar 3.5 Lembaran SiR Dengan Berbagai Komposisi Bahan Pengisi (<i>Filler</i>) Alumina	27
Gambar 3.6 Pencampuran SiR dengan Red Catalyst dan Alumina.....	29
Gambar 3.7 Proses pencetakan SiR pada cetakan kaca.....	30
Gambar 3.8 Rancang Bangun Sistem Elektroda	31
Gambar 3.9 Sistem Elektroda Jarum-piring untuk Pengujian Sampel	32
Gambar 3.10 Susunan Elektroda Sampel.....	33

Gambar 3.11 Rangkaian Pengujian.....	33
Gambar 3.12 Bagan Alir Penelitian	36
Gambar 4.1 Pesebaran Data PD <i>Inception Voltage</i> untuk sela 0,5 mm ..	40
Gambar 4.2 Pesebaran Data PD <i>Inception Voltage</i> untuk sela 1 mm	40
Gambar 4.3 Pesebaran Data <i>Breakdown Voltage</i> untuk sela 0,5 mm	41
Gambar 4.4 Pesebaran Data <i>Breakdown Voltage</i> untuk sela 1 mm	41
Gambar 4.5 Grafik PD <i>Inception Voltage</i> untuk sela 0,5 mm.....	43
Gambar 4.6 Grafik PD <i>Inception Voltage</i> untuk sela 1 mm.....	43
Gambar 4.7 Grafik <i>Breakdown Voltage</i> untuk sela 0,5 mm	44
Gambar 4.8 Grafik <i>Breakdown Voltage</i> untuk sela 1 mm	44

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1	21
Persamaan 2.2	21
Persamaan 2.3	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peralatan dan Bahan Sampel

Lampiran 2 Data Hasil Pengukuran

Lampiran 3 Nilai Konstanta Dielektrik dan Kapasitansi

Lampiran 4 Nilai Standar Deviasi dan Varian

Lampiran 5 Jadwal Kegiatan Penelitian

Lampiran 6 Profil Permukaan Sampel Uji

Lampiran 7 Tampilan Hasil Pengukuran dalam Software *Picoscope*

Lampiran 8 Hasil Pengecekan Plagiarisme

Lampiran 9 Berita Acara Sidang Sarjana

NOMENKLATUR

d	: jarak celah
C_g	: Kapasitansi Celah Udara
C_d	: Kapasitansi Bahan Dielektrik.
d	: Jarak celah udara
ϵ_r	: Permitivitas Relatif
ϵ_c	: Konstanta Dielektrik Relatif Campuran
v	: Volume Material Bahan Pengisi
ϵ_0	: Permitivitas Ruang Hampa
A	: Luas Permukaan Elektroda
s	: Standar Deviasi
s^2	: Varian

DAFTAR ISTILAH

- *Partial Discharge Inception Voltage* : Tegangan awal peluahan sebagian
- *Breakdown Voltage* : Tegangan tembus
- *Dielectric Breakdown* : Tembus dielektrik
- *Electric Stress* : Tekanan Listrik
- *Silicone Rubber* : Karet Silikon
- *High Density Polyethylene* : Polietilena berdensitas tinggi
- *Low Density Polyethylene* : Polietilena berdensitas rendah
- *Filler* : Bahan pengisi
- *Flashover* : Loncatan api
- *Tracking* : Penjejakan
- *Treeing* : Pemohonan
- *Void* : Rongga udara
- *Stainless Steel* : Baja anti karat
- *Hydrophobicity* : Kemampuan tahan air
- *Surface Aging* : Penuaan permukaan
- *High Temperature Vulcanizing* : Vulkanisasi pada temperatur tinggi
- *Room Temperature Vulcanizing* : Vulkanisasi pada temperatur ruang
- *Streamer* : Banjiran Elektron
- *Electron avalanche* : Pergerakan elektron
- *Band Conduction* : Pita Konduksi
- *Disc Electrode* : Elektroda piring
- *Lower Electrode* : Elektroda Bawah
- *Frame* : Rangka
- *Software* : Perangkat Lunak

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan teknologi dalam bidang tegangan tinggi, telah membuka sejarah yang baru dalam penyediaan energi listrik sebagai kebutuhan primer saat ini. Proses penyaluran tenaga listrik yang dimulai dari sisi pembangkitan hingga ke pusat beban membutuhkan sistem transmisi dan distribusi yang aman dan efisien, sehingga aliran energi listrik dapat berlangsung secara kontinu.

Dalam penyaluran energi listrik, peran komponen isolasi pada sistem transmisi dan distribusi yang sangatlah penting. Bahan isolasi memiliki sifat yang dapat memisahkan dua atau lebih konduktor yang bertegangan. Secara elektris kondisi ini mencegah terjadinya kebocoran arus, dimana arus mengalir ke bagian yang tidak dikehendaki [1]. Pemilihan bahan isolasi dapat dilakukan dengan mengacu kepada tingkat kemampuan material bahan isolasi tersebut menahan tegangan yang diaplikasikan, dengan demikian material yang digunakan mempengaruhi tingkat keandalan isolasi itu sendiri [2].

Polimer menjadi alternatif sebagai salah satu jenis material isolasi tegangan tinggi saat ini. Material polimer ini umumnya memiliki kuat dielektrik yang tinggi dan sifat termal yang baik, serta ketahanan korosi yang tinggi. Dengan keunggulannya, material ini banyak digunakan sebagai bahan pembungkus isolator pasangan luar. Salah satu bahan isolasi polimer adalah *Silicone Rubber* (SiR). SiR merupakan jenis isolasi polimer sintesis yang

berasal dari hasil kondensasi monomer *dimethylsiloxane* dengan hasil bahan yang mempunyai sifat tahan air (*hydrophobicity*) yang tinggi [3], [4].

Material isolasi jenis SiR memiliki keterbatasan pada sifat mekanik dan elektrik bahan seperti degradasi permukaan akibat pengaruh penuaan (*aging*) dibandingkan dengan polimer jenis lain seperti *High Density Polyethylene* (HDPE) ataupun *Low Density Polyethylene* (LDPE). Untuk memperbaiki sifat elektrik tersebut dapat diatasi dengan memberikan bahan pengisi (*filler*). Bahan pengisi berupa partikel dengan ukuran mikro ataupun nano yang dapat digunakan antara lain seperti partikel alumina, silica ataupun partikel lainnya yang tergabung dalam partikel isolasi [5]. Penggunaan alumina dapat menjadi solusi untuk penguatan material isolator jenis SiR terhadap *stress* tegangan dikarenakan bahan pengisi ini memiliki konduktivitas termal dan resistivitas elektrik yang tinggi serta harganya yang murah [6], [7]. Bila dibandingkan dengan partikel lain seperti silica, alumina memiliki keunggulan dalam sifat partikel yang memiliki tingkat kekerasan dan kemurnian yang lebih baik, dapat menjadi penghambat panas dan listrik yang baik, serta meningkatkan material jenis ini dari *tracking* dan erosi [2], [8].

Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas, maka studi mengenai kekuatan tegangan tembus material isolasi SiR dengan memberikan bahan pengisi berupa alumina menjadi sangat penting dilakukan untuk meningkatkan kekuatan tembus material isolasi SiR.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk mendapatkan SiR yang diberi bahan pengisi sebagai salah satu alternatif bahan isolasi dengan kekuatan elektris yang lebih baik, maka percobaan untuk menentukan komposisi bahan pengisi yang optimal perlu dilakukan. Oleh karena itu pengujian kekuatan tembus terhadap isolasi SiR pada studi ini perlu dilakukan dengan cara menambahkan bahan pengisi berupa alumina dalam beberapa variasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Untuk mendapatkan komposisi bahan pengisi alumina yang optimal pada material isolasi SiR.
2. Mendapatkan besar nilai tegangan PD *Inception Voltage* (PDIV) dan tegangan tembus (V_{BD}) dari material isolator jenis SiR yang diberi bahan pengisi alumina untuk jarak sela elektroda pengujian 0,5 mm, dan 1 mm dari permukaan sampel.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan material isolasi polimer jenis SiR sebagai sampel yang diberi bahan pengisi alumina. Pemberian bahan pengisi dilakukan dengan variasi konsentrasi 0%; 1%; 3%; dan 5% dari berat total keseluruhan sampel, dengan ukuran lembaran sampel 50 mm x 50 mm dan ketebalan 1 mm. Pengujian kekuatan tembus dilakukan pada temperatur ruang dengan mengaplikasikan tegangan tinggi bolak-balik (HVAC) yang

diterapkan pada sistem elektroda jarum dengan diameter 0,24 mm dan elektroda piring dengan diameter 90 mm yang menggunakan material *stainless steel*. Pengukuran PD *Inception Voltage* (PDIV) dan tegangan tembus (V_{BD}) material isolasi SiR dengan bahan pengisi alumina dilakukan untuk jarak sela 0,5 mm dan 1 mm dengan permukaan atas sampel.

1.5 Sistematika Penulisan

Skripsi ini ditulis dalam 5 bagian utama, yang terdiri dari Pendahuluan, Studi literatur, Metodologi, Hasil dan diskusi, dan Kesimpulan dan saran, masing-masing bagian secara ringkas dijelaskan sebagai berikut:

(1) Pendahuluan

Pada bagian ini menjelaskan isolasi secara umum, jenis dan fungsinya. Secara khusus juga dijelaskan masalah material isolasi SiR, keunggulan dan kekurangannya, serta alasan mengapa studi ini perlu dilakukan.

(2) Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebagai tinjauan pustaka dengan memanfaatkan berbagai sumber bacaan seperti artikel jurnal, paper, skripsi, dan sumber bacaan lain. Studi literatur sangat penting dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya. ataupun informasi lain terkait dengan isolasi polimer jenis SiR ini.

(3) Metode penelitian

Pada bagian ini dijelaskan bagaimana penelitian ini dilakukan, dimulai dari pemilihan jenis material yang dijadikan sampel uji dan proses perlakuan, sistem elektroda dan peralatan yang digunakan, serta jenis tegangan tinggi yang diaplikasikan. Instalasi percobaan atau eksperimental setup dan prosedurnya dijelaskan dengan gambar rangkaian dan langkah-langkah percobaan, serta tabel data hasil pengukuran yang akan dilakukan.

(4) Hasil dan diskusi

Hasil pengukuran nilai PDIV dan kekuatan tembus dari setiap sampel yang diuji pada penelitian ini, diolah dengan metoda statistik dan perhitungan yang diperlukan, yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan gambar grafik sesuai dengan kebutuhan dari setiap kelompok atau grup data.

Selanjutnya sebagaimana lazimnya dalam suatu penelitian, data yang telah diolah dan disajikan itu dianalisa berdasarkan teori, formula, hasil riset-riset sebelumnya yang bersifat empirik, dan aspek-aspek lain yang mungkin dapat memberikan pengaruh terhadap hasil eksperimental ataupun penelitian ini secara umum.

(5) Kesimpulan dan Saran

Sebagai bagian akhir skripsi ini dibuat suatu kesimpulan terkait dengan hasil penelitian yang telah dilakukan. Karena Sebagai catatan dari

hai-hal yang penting dan dipandang perlu untuk dilakukan selanjutnya dijadikan sebagai saran dari skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I.K. Wijaya, *Material Teknik Elektro*. Denpasar : Universitas Udayana, 2015.
- [2] E. Indra, “Studi Kekuatan Dielektrik Pada Bahan Campuran Abu Sekam Padi Dengan Resin Epoksi,” *Universitas Tanjung Pura*, pp. 4, 2013.
- [3] R. Ghunem, “A Study of the Erosion Mechanisms of Silicone Rubber Housing Composites,” *University of Waterloo*, pp. 11–15, 2014.
- [4] G.G. Karadv. F.M. Shah and R.L. Brown, “Transmission Power Delivery,” vol. 10, pp. 965, 1995.
- [5] A. Rasyid, “Karakteristik Tegangan Tembus AC Pada Material isolasi Padat Campuran Resin Dengan Alumina (Al₂O₃),” *Universitas Riau*, pp. 3–4, 2017.
- [6] X. Huang, P. Jiang, and T. Tanaka, “A review of dielectric polymer composites with high thermal conductivity,” *IEEE Electrical Insulation Magazine*, vol. 27, pp. 8–14, 2011.
- [7] M. Kozako, Y. Okazaki, M. Hikita, and T. Tanaka, “Preparation and Evaluation of Epoxy Composite Insulating Materials toward High Thermal Conductivity,” *10th IEEE International Conference Solid Dielectric*, pp. 1–4, 2010.
- [8] E. A. Cherney, “Electrical Insulation,” *IEEE*, vol. 11, pp. 1–4, 1995.
- [9] W. Guntur, “Karakteristik Peluahan Sebagian Pada Sela Antara Isolasi Silicone Rubber Dengan Elektroda Batang Sebagai Fungsi Jarak,” *Universitas Sriwijaya*, 2005.
- [10] Y. Furusho, Y. Ito, N. Kihara, K. Osakada, M. Suginome, T. Takata, and D. Takeuchi, *Polymer Synthesis*. Berlin: Springer, 2004.
- [11] Chen. C. Ku, R. Liepins, *Electrical Properties of Polymers : Chemical Principles*. Hanser Fachbuch, 1987.
- [12] N. Yuniarti, A. N. Afandi, “Tinjauan Sifat Hidrofobik Bahan Isolasi Sillicone Rubber,” *Tekno Jurnal.*, pp. 1–8, 2007.
- [13] G. Momen, M. Farzaneh, “Survey Of Micro/Nano Filler Use To Improve Silicone Rubber For Outdor Insulators,” *University du Quebec a Chicoutimi*, pp. 2–5, 2010.

- [14] R. Fauzan, "Karakteristik Tegangan Tembus Pada Isolasi Silicone Rubber Yang Diberi Perlakuan Plasma," *Universitas Sriwijaya*, pp. 4, 2015.
- [15] K.O. Papailiou, and F. Schmuck, *Silicone Composite Insulator*. New York: Springer, 2013.
- [16] L. H. Meyer, E. A. Cherney, and S. H. Jayaram, "The Role of Inorganic Fillers in Silicone Rubber for Outdoor Insulation Alumina Tri Hydrate or Silica," *IEEE*, vol. 20, pp. 13–14, 2004.
- [17] Y.S. Song, and J.R Youn, "Carbon," vol. 43, pp. 1378, 2015.
- [18] H. Deng, E. A. Cherney, and R. Hackam, "Electrical Insulation Dielectric Phenomena Conference," *IEEE*, pp. 598, 1993.
- [19] R. A. Agustra, "Analisis Mekanis Pada Komposit Fly Ash Dengan Alumina Berdasarkan Fraksi Berat," *Universitas Sriwijaya*, 2016.
- [20] M. Dolorosa, and Badjowawo, "Kinerja Bahan Isolasi Polimer Silicone Rubber Dengan Bahan Pengisi ATH Terkontaminasi Polutan Industri Di Daerah Beriklim Tropis," *Universitas Gajah Mada*, 2006.
- [21] K.O. Papailiou, and F. Schmuck, *Silicone Composite Insulator*. New York: Springer, 2013.
- [22] E. Kuffel, W. S. Zaengl, and J. Kuffel, *High Voltage Engineering*. London: Permagon Press, 2000.
- [23] A. Arismunandar, *Teknik Tegangan Tinggi Suplemen*. Galia Indonesia.
- [24] A. Arismunandar, *Teknik Tegangan Tinggi. Cetakan ketujuh*, 7th ed. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1994.
- [25] Arifianto, "Analisis Karakteristik Termal Pada Kabel Berisolasi Dan Berselubung PVC Tegangan Pengenal 300/500 Volt," *Universitas Indonesia*, 2008.
- [26] Fathurohman, "Flashover Pada Bahan Isolasi Resin Epoxy Dengan Bahan Pengisi Alumina, Pasir Silika dan Fiber Glass," *Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 2007.
- [27] D. J. Bregman, "The Dielectric Constant Of A Composite Material," *Physic Report*, pp. 379–380, 1978.
- [28] M. Musa, Y. Z. Arief, Z. A. Malek, M. H. Ahmad, A. A. A. Jamil, "Influence of Nano-Titanium Dioxide (TiO₂) on Electrical Tree Characteristics in Silicone Rubber Based Nanocomposite,"

- Electrical Insulation Dielectric Phenomena*, vol. 13, pp. 498–499, 2013.
- [29] R. F. Kurnia, “Investigasi Karakter Partial Discharge Pada Material Isolasi Tegangan Tinggi Partial Discharge,” *Mikrotiga* vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2015.
 - [30] W. Handareni, *Analisis Standar Deviasi Curah Hujan dan Kelembaban Serta Pergerakan Angin*. Bogor, 2015.
 - [31] R. Kurnianto, Y. Murakami, M. Nagao, and N. Hozumi, “Investigation Of Filler Effect on Treeing Phenomenon in Epoxy Resin under ac Voltage,” *IEEE*, 2008.