

SKRIPSI

**PENGARUH PEREGANGAN MEKANIK TERHADAP KEKUATAN
TEGANGAN TEMBUS BAHAN ISOLASI KOMPOSIT
SiR DIBERI PENGISI SiC**



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

Oleh :

**MUHAMMAD DICKY FEBRIO ARI PRATAMA
NIM. 03041381924112**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
TAHUN 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGARUH PEREGANGAN MEKANIK TERHADAP KEKUATAN
TEGANGAN TEMBUS BAHAN ISOLASI KOMPOSIT
SiR DIBERI PENGISI SiC**

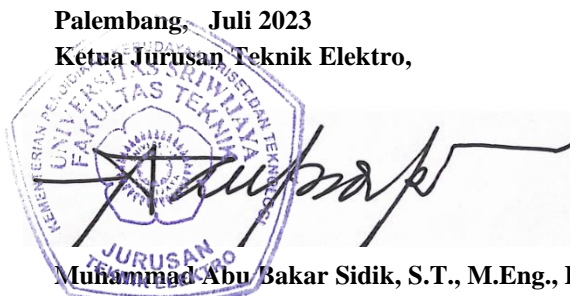
Oleh:

**MUHAMMAD DICKY FEBRIO ARI PRATAMA
NIM. 03041381924112**

Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan

Palembang, Juli 2023

Ketua Jurusan Teknik Elektro,

The image shows a circular official stamp of Universitas Sriwijaya. The text within the stamp includes "UNIVERSITAS SRIWIJAYA", "FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO", and "JURUSAN TEKNIK ELEKTRO". Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU.
NIP. 197168141999031005**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENGARUH PEREGANGAN MEKANIK TERHADAP KEKUATAN
TEGANGAN TEMBUS BAHAN ISOLASI KOMPOSIT
SiR DIBERI PENGISI SiC**

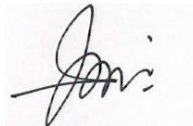
Oleh:

**MUHAMMAD DICKY FEBRIO ARI PRATAMA
NIM. 03041381924112**

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

Palembang, Juli 2023

Dosen Pembimbing



**Rizda Fitri Kurnia, S.T., M. Eng.
NIP. 198705312008122002**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Dicky Febrio Ari Pratama
Nomor Induk Mahasiswa : 03041381924112
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya
Persentase plagiarisme (*Turnitin*) : 13%

Menyatakan bahwa,

Karya ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pengaruh Peregangan Mekanik Terhadap Kekuatan Tegangan Tembus Bahan Isolasi Komposit SiR Diberi Pengisi SiC”, merupakan karya saya sendiri dan benar keasliannya.

Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat dari karya ilmiah orang lain, maka saya akan bertanggung jawab dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku.

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

Palembang, Juli 2023

Yang menyatakan,



Muhammad Dicky Febrio Ari Pratama
NIM. 030413819241

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 : Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng. _____

Tanggal : _____

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Dicky Febrio Ari Pratama
NIM : 03041381924112
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Untuk kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul, “Pengaruh Peregangan Mekanik Terhadap Kekuatan Tegangan Tembus Bahan Isolasi Komposit SiR Diberi Pengisi SiC” 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 : Juli 2023
Yang menyatakan,



Muhammad Dicky Febrio Ari Pratama
NIM. 03041381924112

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunianya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Peregangan Mekanik Terhadap Kekuatan Tegangan Tembus Bahan Isolasi Komposit SiR Diberi Pengisi SiC”.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan akademik pada jurusan Teknik Elektro jenjang sarjana di Universitas Sriwijaya. Dalam menyelesaikan pembuatan skripsi ini saya mendapatkan tantangan dan juga kesulitan yang memerlukan kerja keras, mulai dari pemahaman tentang objek yang akan ditulis, mendapatkan literature dan material yang sesuai kebutuhan. Akan tetapi berkat bantuan dan dukungan dari keluarga, sejawat, teman-teman angkatan semua rintangan dapat dilalui, sehingga skripsi ini dapat diwujudkan. Oleh karena itu pada kesempatan ini Saya mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan, semoga bantuan, perhatian dan dukungan yang diberikan menjadi amal kebaikan dimata Allah SWT.

Saya berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk dan berguna untuk pengembangan ilmu dibidang Teknik Elektro, khususnya terkait dengan bidang material isolasi.

Palembang, Juli 2023



Muhammad Dicky Febrio Ari Pratama
NIM. 03041381924112

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- Almh Bapak Herianto, seseorang yang biasa saya panggil papa. Alhamdulillah kini penulis sudah berada di tahap ini, menyelesaikan karya tulis sederhana ini sebagai perwujudan terakhir sebelum engkau benar-benar pergi. Terimakasih sudah menghantarkan saya berada ditempat ini;
- Ibu Ainah, SE, sesorang yang telah melahirkan dan melanjutkan perjuangan alm papa saya dalam segala hal. Memiliki peran ganda menjadi seorang ibu sekaligus ayah bagi saya, serta telah melangitkan doa-doa baik demi studi penulis. Serta Adik saya M. Ricky Apriliando dan Raisha Amirah Aprilia, dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa yang senantiasa dipanjatkan untuk pendidikan saya;
- Bapak Prof. Ir. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D., IPU, Ibu Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T., dan Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng. yang memberikan bimbingan untuk menyelesaikan tugas akhir;
- Rektor Universitas Sriwijaya Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE, IPU, MKU, ASEAN.Eng dan Dekan Fakultas Teknik Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T.;
- Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU. selaku ketua jurusan, serta dosen-dosen Teknik Elektro Universitas Sriwijaya;
- Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik;
- Pranata, Senior di Laboratorium *Energy and Safety* Universitas Sriwijaya: Pak Lukmanul Hakim, S.T., Mbak Dr. Syarifah Fitriani, S.T., Kak Intan Dwi Putri S.T., Kak Ferlian Seftianto S.T.;

- Semua anggota Laboratorium *Electrical Energy and Safety* yang terlibat dalam penelitian Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Besaran Listrik (TTTPL) angkatan 2019 yaitu Bintang, Yogi, Iqbal, Govin, Fathan, Disha, Dessy, Kiki, Nadia, Azmi, Fadil, Dani, Sandy dan Tio;
- Hania Salsabila terimakasih telah menjadi sosok rumah yang selalu ada buat saya. Telah menjadi support system yang baik dan berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, meluangkan waktu, tenaga dan pikiran kepada saya. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup saya;
- Teman-teman squad Beragam Kuliner dan Cumlaude Later;
- Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro Angkatan 2019 Universitas Sriwijaya;
- Serta Pihak-pihak yang telah membantu selama menyelesaikan skripsi yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Saya berdoa kepada Allah SWT agar semua kebaikan dan keikhlasan yang telah diberikan menjadi amal dan pahala.

Palembang, Juli 2023



Muhammad Dicky Febrio Ari Pratama
NIM. 03041381924112

ABSTRAK

PENGARUH PEREGANGAN MEKANIK TERHADAP KEKUATAN TEGANGAN TEMBUS BAHAN ISOLASI KOMPOSIT SiR DIBERI PENGISI SiC

(M. Dicky Febrio AP, 03041381924112, 2023, xxi + 53 Halaman + Lampiran)

Penelitian ini membahas tentang pengaruh *stress* mekanik berupa penarikan terhadap karakteristik tegangan tembus pada *silicone rubber* yang berpengisi *silicone carbide* dengan konsentrasi 0; 5; 10; 15 wt%. Sampel dibuat dalam bentuk *dumbbell shaped* dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 25 mm, dan tebal 1 mm. Pengujian dilakukan menggunakan elektroda jarum-piring dengan aplikasi tegangan bolak-balik yang dinaikkan secara perlahan dengan laju kenaikan 100 V/detik, dengan jarak sela antar permukaan sampel dengan elektroda sebesar 1mm. Sampel diberi perlakuan tarik dengan variasi tarik 0; 0,5; 1; 1,5 cm selama 1 jam. Pengujian pada *silicone rubber* murni mendapatkan nilai PDIV sebesar 1,830 kV dan V_{BD} 3,058 kV. Penambahan *filler* menunjukkan bahwa pengisi dapat meningkatkan nilai PDIV secara berturut-turut menjadi 1,941; 1,962; 1,947 kV dan V_{BD} menjadi 3,205 kV dan 3,288 kV, kemudian mendapatkan nilai yang lebih rendah menjadi 2,958 kV. Namun, perlakuan tarik pada sampel komposit diduga memberikan efek kerusakan parsial sehingga dapat menurunkan kualitas isolasi. Penurunan signifikan terjadi ketika sampel mengalami penarikan 1,5 cm, nilai PDIV menjadi 2,219; 2,248; 2,289 dan 2,161 kV dan V_{BD} menjadi 2,864; 2,983; 3,090 dan 2,743 kV.

Kata Kunci: *Stress Mekanik, Silicone Rubber, Silicone Carbide, Partial Discharge Inception Voltage (PDIV), Breakdown Voltage (V_{BD})*

ABSTRACT

EFFECT OF MECHANICAL STRETCHING ON BREAKDOWN VOLTAGE OF SiR COMPOSITE ISOLATIONS FILLED WITH SiC

(M. Dicky Febrio AP, 03041381924112, 2023, xxi + 53 Page + Appendices)

This study report the effect of mechanical stress in the form of pulling on the breakdown voltage characteristics of silicone rubber filled with silicone carbide with a concentration of 0; 5; 10; 15 wt%. The sample was made in a dumbbell shaped with a length of 50 mm, a width of 25 mm and a thickness of 1 mm. The test was carried out using a needle-plate electrode with the application of an alternating voltage which was increased slowly at a rate of 100 V/sec, with a gap between the sample surface and the electrode of 1 mm. Samples were given a tensile treatment with a tensile variation of 0; 0.5; 1; 1.5 cm for 1 hour. Tests on pure silicone rubber obtained a PDIV value of 1.830 kV and a V_{BD} of 3.058 kV. The addition of filler shows that the filler affect an increasing of the PDIV value to 1.941; 1,962; 1.947 kV and V_{BD} to 3.205 kV and 3.288 kV, then get a lower value to 2.958 kV. However, the tensile treatment on the composite sample is thought to have a partial damage effect so that it can reduce the quality of the insulation. A significant decrease occurred when the sample experienced a 1.5 cm withdrawal, the PDIV value became 2.219; 2,248; 2.289 and 2.161 kV and V_{BD} to 2.864; 2,983; 3.090 and 2.743 kV.

Keywords: *Stress Mechanic, Silicone Rubber, Silcione Carbide, Partial Discharge Inception Voltage (PDIV), Breakdown Voltage (V_{BD})*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR PERSAMAAN	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
NOMENKLATUR.....	xx
DAFTAR ISTILAH.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3

1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Isolator.....	6
2.2 Isolasi Polimer.....	7
2.3 <i>Silicone Rubber</i>	8
2.4 <i>Silicone Carbide</i>	9
2.5 Mekanisme Kegagalan Isolasi Padat	11
2.6 Kekuatan Dielektrik	15
2.7 Peluahan Sebagian (<i>Partial Discharge</i>)	16
2.8 Tegangan tembus.....	21
2.9 Riset-riset sebelumnya	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Pendahuluan	29
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	30
3.3 Material	31
3.3.1 <i>Silicone Rubber</i>	31
3.3.2 <i>Silicone Carbide</i>	32
3.4 Peralatan.....	33
3.4.1 Transformator Tegangan Tinggi Bolak Balik.....	33
3.4.2 Neraca Analitik.....	33
3.4.3 Jangka Sorong Digital	34
3.4.4 <i>Vacuum Drying Oven</i>	34

3.4.5 <i>High Voltage Probe</i>	35
3.4.6 <i>PicoScope</i> tipe 4000 Series.....	35
3.4.7 <i>Pearson Current monitor</i>	36
3.5 Pembuatan Sampel Uji	37
3.5.1 Bahan dan Komposisi	37
3.5.2 Proses Pembuatan Sampel Uji	38
3.6 Pengkondisian Sampel	38
3.7 Experimental Setup	39
3.7.1 Sistem Elektroda.....	39
3.7.2 Rangkaian Pengujian	41
3.8 Prosedur Pengujian.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Umum.....	44
4.2 Data Hasil Percobaan	44
4.3 Diskusi.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rantai Kimia <i>Silicone Rubber</i>	8
Gambar 2.2 Diagram struktur beberapa politipe SiC.....	10
Gambar 2.3 Mekanisme Kegagalan Pada Bahan Isolasi Padat.....	11
Gambar 2.4 Kegagalan Streamer Pada Elektroda Bidang-Titik.....	13
Gambar 2.5 Sumber <i>Partial Discharge</i>	18
Gambar 2.6 (a) Rangkaian ekuivalen void untuk PD dan (b) Bentuk gelombang.....	18
Gambar 2.7 Pulsa PD.....	21
Gambar 3.1 DiagramAlir Penelitian.....	30
Gambar 3. 2 <i>Silicone Rubber</i> RTV 497 dan katalis yang diproduksi oleh PT. Megah Abadi Kimia.....	31
Gambar 3.3 <i>Silicone Carbide</i>	32
Gambar 3.4 Transformator Tegangan Tinggi Bolak Balik.....	33
Gambar 3.5 Neraca Analitik.....	33
Gambar 3.6 Jangka Sorong Digital Gauge.....	34
Gambar 3.7 <i>Vacuum pump</i>	34
Gambar 3.8 <i>HV Probe</i> tipe Tektronix P6015A.....	35
Gambar 3.9 <i>picoscope</i> tipe 4000 Series.....	36
Gambar 3.10 <i>Pearson Current</i> tipe 411.....	36
Gambar 3.11 Tahapan pembuatan sampel uji.....	37
Gambar 3.12 Sistem Tensile.....	39
Gambar 3.13 Desain Sistem Elektroda Jarum Piring.....	40
Gambar 3.14 Rangkaian Pengujian Tegangan Tembus.....	41
Gambar 4.1 Karakteristik nilai PDIV terhadap konsentrasi pengisi.....	45
Gambar 4.2 Karakteristik nilai tegangan tembus terhadap konsentrasi pengisi.....	46

Gambar 4.3 Karakteristik nilai PDIV pada variasi konsentrasi pengisi dengan diberi variasi perlakuan daya tarik 47

Gambar 4.4 Karakteristik nilai tegangan tembus pada variasi konsentrasi pengisi dengan diberi variasi perlakuan daya tarik..... 48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul riset yang akan dilakukan	23
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>silicone carbide</i>	32
Tabel 3.2 Spesifikasi Dimensi Sistem Elektroda	40

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	12
Persamaan 2.2	12
Persamaan 2.3	12
Persamaan 2.4	12
Persamaan 2.5	13
Persamaan 2.6	14
Persamaan 2.7	14
Persamaan 2.8	19
Persamaan 2.9	19
Persamaan 2.10	19
Persamaan 2.11	20
Persamaan 2.12	20
Persamaan 2.13	22
Persamaan 2.14	23

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tahap-Tahap Kegiatan Penelitian
- Lampiran 2 Data Hasil Pengukuran
- Lampiran 3 Pengukuran Rata-Rata Sisi Sampel Uji
- Lampiran 4 Perhitungan Nilai Konstanta Dielektrik Gabungan dan Kapasitansi
- Lampiran 5 Rekaman Hasil Gelombang Sinusoidal Eksperimental Menggunakan Aplikasi Picoscope 4000 Series
- Lampiran 6 Lembar Plagiarisme Turnitin
- Lampiran 7 SULIET/USEPT

NOMENKLATUR

f	: Frekuensi (Hz)
ϵ_r	: Permittivitas relatif dari dielektrik padat
ϵ_0	: konstanta dielektrik ruang hampa ($8,854 \times 10^{-12}$ F/m)
ϵ	: Permittivitas bahan
V	: Tegangan yang diterapkan (kV)
d	: Jarak antar elektroda (mm)
Y	: Modulus young
E	: Nilai rms
W_{dc}	: Panas yang dihasilkan dibawah tekanan DC
W_t	: Panas yang hilang
σ	: <i>Loss angle</i> material isolasi
C_V	: Panas spesifik dari material isolasi
T	: Suhu dari material isolasi
K	: Konduktivitas termal dari material isolasi
t	: Waktu yang dibutuhkan untuk hilangnya panas
V_b	: Tegangan tembus sebenarnya
δ	: Faktor koreksi udara
V_s	: Tegangan tembus pada keadaan normal
p	: Tekanan udara (mmHg)
θ	: Suhu udara saat pengujian (°C)

DAFTAR ISTILAH

<i>Breakdown Voltage</i>	: Tegangan tembus
<i>Catalyst</i>	: Pengeras
<i>Composite</i>	: Material gabungan dua bahan
<i>Flashover</i>	: Loncatan bunga api listrik
<i>Filler</i>	: Bahan pengisi
<i>Partial Discharge</i>	: Peluahan sebagian
<i>Partial Discharge Inception Voltage</i>	: Tegangan awal peluahan
<i>Silicone Carbide</i>	: Silikon carbida
<i>Silicone Rubber</i>	: Karet silikon
<i>Stainless Steel</i>	: Baja anti karat
<i>Stress</i>	: Tekanan
<i>Void</i>	: Rongga udara

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini peralatan tegangan tinggi cenderung menggunakan bahan polimer sebagai bahan isolasi pengganti keramik karena memiliki keunggulan seperti kekuatan dielektrik yang lebih baik, sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang dan memiliki sifat mekanik yang unggul [1]. Isolasi polimer merupakan material isolasi yang banyak digunakan diberbagai macam keperluan karena memiliki berbagai keunggulan dibandingkan isolasi lain. Pada dasarnya tegangan tembus isolator dipengaruhi oleh material isolator dan kondisi lingkungan [2].

Kabel merupakan bagian dalam instalasi listrik yang berguna untuk menyalurkan energi ke peralatan yang menggunakan energi listrik [3]. Aksesoris kabel yang digunakan untuk menghubungkan bagian kabel, serta peralatan lainnya, dianggap sebagai titik terlemah dalam sistem kabel tegangan tinggi, karena distribusi medan listrik yang tidak seragam yang disebabkan oleh strukturnya yang kompleks dengan antarmuka insulasi multi-lapisan [4]. Kerusakan antara antarmuka insulasi kabel cross-linked polyethylene (XLPE) dan insulasi aksesoris SiR adalah penyebab utama kegagalan aksesoris kabel. Tekanan antarmuka, kekasaran permukaan, pengisi antarmuka, dan muatan ruang telah terbukti menjadi faktor utama yang mempengaruhi kekuatan tembus dari antarmuka isolasi.

Silicone rubber adalah salah satu bahan insulasi paling populer untuk aksesoris kabel HVAC. *Silicone rubber* banyak digunakan dalam aksesoris kabel prefabrikasi karena sifat termal dan insulasinya yang unggul [5]. *Silicone rubber* secara umum merupakan bahan isolasi yang memiliki sifat anti air yang baik, isolator listrik yang baik, tidak mudah terbakar, tetapi

memiliki ketahanan pelarut dan sifat mekanik yang buruk. Karena kondisi cuaca, karet silikon terkena radiasi UV, pelepasan sebagian, dan busur listrik, yang dapat menyebabkan kerusakan pada insulasi. Untuk meningkatkan daya tahan silikon, dapat ditambahkan bahan pengisi [1] [6].

Untuk meningkatkan daya tahan isolasi polimer *silicone rubber* dapat ditambahkan bahan pengisi. *Silicone carbide* adalah bahan dengan sifat kekuatan mekanik dan termal yang baik, serta kemampuan untuk beroperasi pada suhu tinggi dan kelembaman kimia yang ekstrim, baik sebagai bahan struktural maupun sebagai pelapis [7].

Untuk mempelajari pengaruh penambahan *silicone carbide* kedalam material isolasi *silicone rubber*, pada penelitian ini akan dilakukan studi mengenai efek peregangan mekanik terhadap kekuatan tegangan tembus sebelum dan setelah diberi bahan pengisi.

1.2 Perumusan Masalah

Peregangan mekanis yang dihasilkan oleh ekspansi aksesoris kabel memiliki efek signifikan terhadap sifat dielektrik dari polimer. Peregangan mekanis merupakan salah satu penyebab kegagalan fungsi isolasi, serta beberapa penyebab lainnya seperti kondisi dan faktor lingkungan. Penerapan komposit di aksesoris kabel dapat secara efektif memperbaiki sifat mekanik dan termal, sambungan kabel prefabrikasi yang dipasang dengan *pre-expanded method*, tekanan antarmuka antara isolasi utama (XLPE) dan isolasi sambungan (SiR) digunakan untuk menghindari kegagalan fungsi isolasi yang disebabkan oleh *flashover* permukaan. Pada penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa rasio ekspansi relatif dari sambungan kabel prefabrikasi pada level tegangan 30 kV dan 110 kV adalah 33,4 % dan 27,2% dan rasio ekspansi sambungan kabel prefabrikasi SiR 220 kV bahkan

mencapai 57,2%. Karena itu, tekanan mekanis merupakan faktor penting untuk dipertimbangkan dalam desain aksesoris kabel [8].

Untuk mengetahui pengaruh peregangan mekanis terhadap perusakan komposit yang bermuara pada kekuatan isolasi dalam menahan tegangan maka penelitian ini perlu dilakukan.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan sebagai berikut.

1. Mengukur nilai tegangan tembus pada material *silicone rubber* setelah diberi pengisi *silicone carbide*.
2. Mengamati perbandingan nilai tegangan tembus pada material isolasi komposit SiR/SiC setelah diberi *stress* mekanik.
3. Mendapatkan komposisi material *composite* SiR/SiC yang memiliki kinerja yang baik sebagai alternatif sebagai bahan isolasi.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan menggunakan material polimer *silicone rubber* jenis RTV. Bahan campuran yang digunakan berupa *silicone carbide* dengan komposisi 0; 5; 10; 15 wt%. Eksperimental dilakukan menggunakan tegangan tinggi bolak-balik dengan kondisi dan batasan sebagai berikut :

1. Menggunakan sistem elektroda jarum-piring
2. Sampel yang digunakan adalah material komposit SiR/SiC yang berbentuk *dumbbell shaped* berukuran 50 mm x 25 mm dengan ketebalan 1 mm.
3. Diberi perlakuan daya tarik dengan variasi 0; 0,5; 1; 1,5 cm dengan lama penarikan 60 menit.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah dan batasan masalah dari penelitian ini. Adapun pembahasan pada bab ini mengenai material *sillicone rubber* jenis RTV yang dicampur dengan *sillicone carbide*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tinjauan pustaka memuat tentang studi literatur yang diperoleh dari sumber bacaan seperti artikel, buku, jurnal, paper, dan skripsi. Tujuan dilakukan studi literatur ialah untuk memperoleh informasi yang berkaitan mengenai penelitian terdahulu, ataupun informasi yang berkaitan mengenai isolasi polimer komposit *silicone rubber* jenis RTV dengan material campuran *silicone carbide*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian memuat metode yang digunakan dalam penelitian, diagram penelitian, serta alat dan bahan yang dipakai, serta proses pembuatan sampel, prosedur pengujian dan data hasil penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang pengaruh peregangan mekanik terhadap kekuatan tegangan tembus bahan isolasi komposit SiR/SiC.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi kesimpulan dan saran yang diberi penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. M. Nasib *et al.*, “Silicone Rubber Nanocomposites filled with Silicone Nitride and Silicone Dioxide Nanofillers: Comparison of Electrical Treeing and Partial Discharge Characteristics,” *2018 IEEE 7th Int. Conf. Power Energy, PECon 2018*, pp. 293–297, 2018, doi: 10.1109/PECON.2018.8684054.
- [2] D. bardono R. Hadi Sardjono, Ahnan Ma’ruf, “PENGEMBANGAN SISTEM PENGUKURAN TEGANGAN TEMBUS FREKUENSI RENDAH (50 Hz / 60 Hz) UNTUK STANDARISASI PENGUKURAN ARUS BOCOR ISOLATOR PADA TEGANGAN TINGGI KONTINYU DI KONDISI KERING DAN BASAH Development of Measurement Systems Breakdown Voltage of Low Frequ,” *Pus. Penelit. Kalibrasi, Instrumentasi dan Metrol.*, 2012.
- [3] A. Solihin, J. M. Nainggolan, and D. Despa, “Karakteristik Peluahan Sebagian (Partial Discharge) Pada Isolasi Karet Silikon (Silicone Rubber) Menggunakan Sensor Emisi Akustik,” *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 4, no. 2, 2016, doi: 10.23960/jitet.v4i2.541.
- [4] X. Wang, C. Wang, K. Wu, D. Tu, S. Liu, and J. Peng, “An improved optimal design scheme for high voltage cable accessories,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 21, no. 1, pp. 5–15, 2014, doi: 10.1109/TDEI.2013.004102.
- [5] Z. Li *et al.*, “Morphology evolution and breakdown mechanism of cross-linked polyethylene (XLPE)–silicone rubber (SiR) interface induced by silicone grease diffusion,” *High Volt.*, vol. 7, no. 4, pp. 802–811, 2022, doi: 10.1049/hve2.12176.

- [6] A. S. Rempe, J. Kindersberger, M. Spellauge, and H. P. Huber, "Characterization of Nanocomposites Based on Silicone Rubber by Ultrashort Pulse Laser Ablation," *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, vol. 28, no. 5, pp. 1604–1611, 2021. doi: 10.1109/TDEI.2021.009642.
- [7] P. M. Sarro, "Silicon carbide as a new MEMS technology," *Sensors Actuators, A Phys.*, vol. 82, no. 1, pp. 210–218, 2000, doi: 10.1016/S0924-4247(99)00335-0.
- [8] B. X. Du, C. Han, and Z. L. Li, "Effect of Mechanical Stretching on Nonlinear Conductivity and Dielectrics Breakdown Strength of SiR/SiC Composites," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 28, no. 3, pp. 996–1004, 2021, doi: 10.1109/tdei.2021.009434.
- [9] D. Fahmi, I. M. Y. Negara, A. Kusumaningrum, and D. H. Santosa, "Analysis of contaminant effect on ceramic & polymer insulator surface under artificial environmental condition," *2017 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. Strength. Link Between Univ. Res. Ind. to Support ASEAN Energy Sect. ISITIA 2017 - Proceeding*, vol. 2017-Janua, pp. 161–164, 2017, doi: 10.1109/ISITIA.2017.8124073.
- [10] R. A. and W. Mosch, *Buku High voltage and electrical insulation engineering*, 2011.
- [11] A. Junaydi, "Unjuk Kerja Isolator 20 kV Bahan Resin Epoksi Silane Silika Kondisi Basah dan Kering," *Transmisi*, vol. 14, no. 2, pp. 68–72, 2012.
- [12] H. Yang, R. Wen, H. Zhao, M. Guo, L. Zhang, and Y. Chen, "Study on ageing characteristics and evaluation methods of RTV silicone

- rubber in high humidity area,” *PLoS One*, vol. 16, no. 6 June, pp. 1–12, 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0251092.
- [13] N. Yuniarti and A. N. Afandi, “Tinjauan sifat hidrofobik bahan isolasi silicone rubber,” *J. TEKNO*, vol. 8, no. 2, pp. 1–8, 2007.
- [14] A. S. Sulaeman, S. Arjo, and A. Maddu, “Sintesis dan Karakterisasi Silicon Carbide (SiC) dari Sekam Padi Menggunakan Metode Reduksi Magnesiotermik,” *J. Fis. FLUX*, vol. 1, no. 1, p. 47, 2019, doi: 10.20527/flux.v1i1.6146.
- [15] K. Daviau and K. K. M. Lee, “High-pressure, high-temperature behavior of silicon carbide: A review,” *Crystals*, vol. 8, no. 5, pp. 1–18, 2018, doi: 10.3390/cryst8050217.
- [16] M. S. N. dan V. Kamaraju, *Buku High-voltage engineering*, vol. 176, no. 6. 2013. doi: 10.1016/s0016-0032(13)90044-2.
- [17] K. E. and W. S. Zaengl, *Buku High Voltage Engineering Fundamentals*. 1984. doi: 10.1007/978-981-32-9938-2_3.
- [18] A. Arismunandar and S. Kuwahara, *Buku Teknik Tenaga Listrik*, no. 0806365412. 2004.
- [19] 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, doi: 10.1109/ICEPE-ST.2011.6122914.
- [20] Suwarno, “Partial discharges in high voltage insulations: Mechanism, patterns and diagnosis,” *Proc. 2014 Int. Conf. Electr.*

- Eng. Comput. Sci. ICEECS 2014*, no. November, pp. 369–375, 2014, doi: 10.1109/ICEECS.2014.7045280.
- [21] J. L. and P. Ron, *Buku Foundations of Pulsed Power Technology*, vol. 4, no. 1. 2017.
- [22] A. Junaidi, “Pengaruh Perubahan Suhu Terhadap Tegangan Tembus Pada Bahan Isolasi Cair,” *Teknoin*, vol. 13, no. 2, pp. 1–5, 2008, doi: 10.20885/teknoin.vol13.iss2.art1.
- [23] A. Wibowo, S. M. , Abdul Syakur, and I. A. Nugroho, “Uji tegangan tembus udara pada tekanan dan temperatur yang bervariasi menggunakan elektroda bola”, 2017.
- [24] M. T. P. Sibarani, “Pengujian Tegangan Tembus Bolak Balik Minyak Goreng Berbagai Merk Dengan Menggunakan Variasi Bentuk Elektroda,” *Inovtek Polbeng*, vol. 8, no. 2, p. 272, 2018, doi: 10.35314/ip.v8i2.775.
- [25] C. Wang, Y. Tu, Z. Yuan, and H. Jiang, “Study on Breakdown of HTV Silicone Rubber after Water Invasion,” *2018 IEEE Electr. Insul. Conf. EIC 2018*, vol. 2018-Janua, no. June, pp. 508–511, 2018, doi: 10.1109/EIC.2018.8481077.
- [26] F. Jin, C. Wu, B. Liang, Y. Zhou, X. Liang, and X. Li, “Breakdown characteristics of HTV silicone rubber under multiple stress conditions at high altitude,” *Proc. IEEE Int. Conf. Prop. Appl. Dielectr. Mater.*, vol. 2018-May, pp. 554–557, 2018, doi: 10.1109/ICPADM.2018.8401104.
- [27] B. X. Du, J. G. Su, and T. Han, “Effects of mechanical stretching on electrical treeing characteristics in EPDM,” *IEEE Trans. Dielectr.*

- Electr. Insul.*, vol. 25, no. 1, pp. 84–93, 2018, doi: 10.1109/TDEI.2018.006735.
- [28] P. Karunarathna, K. Chithradewa, S. Kumara, C. Weerasekara, R. Sanarasinghe, and T. Rathnayake, “Study on Dielectric Properties of Epoxy Resin Nanocomposites,” *2019 Int. Symp. Adv. Electr. Commun. Technol. ISAECT 2019*, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/ISAECT47714.2019.9069694.
- [29] W. A. Thue, *Buku Electrical Power Cable Engineering*, vol. 3, no. 1. 2018.