

**SKRIPSI**

**PENGARUH *STRESS* MEKANIK TERHADAP TEGANGAN  
TEMBUS BAHAN ISOLASI SiR BERPENGISI  $Al_2O_3$  YANG  
DIMODIFIKASI SURFAKTAN**



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

**Oleh:**

**MUHAMMAD IQBAL  
NIM. 03041381924109**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

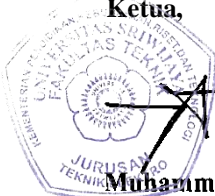
**SKRIPSI**

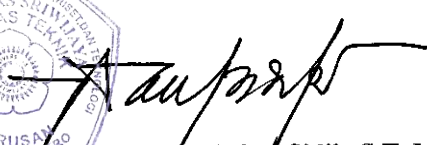
**PENGARUH *STRESS* MEKANIK TERHADAP TEGANGAN  
TEMBUS BAHAN ISOLASI SIR BERPENGISI  $Al_2O_3$  YANG  
DIMODIFIKASI SURFAKTAN**

Oleh:  
**MUHAMMAD IQBAL**  
**NIM. 03041381924109**

**Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan**

**Palembang, Juli 2023**  
**Jurusan Teknik Elektro,**  
**Ketua,**



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

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PENGARUH *STRESS* MEKANIK TERHADAP TEGANGAN  
TEMBUS BAHAN ISOLASI SIR BERPENGISI  $Al_2O_3$  YANG  
DIMODIFIKASI SURFAKTAN**

Oleh:  
**MUHAMMAD IQBAL**  
**NIM. 03041381924109**

**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 Iqbal  
Nomor Induk Mahasiswa : 03041381924109  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya  
Persentase plagiarisme (*Turnitin*) : 14 %

Menyatakan bahwa,


Karya ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pengaruh *Stress* Mekanik terhadap Tegangan Tembus Bahan Isolasi SiR Berpengisi  $Al_2O_3$  yang dimodifikasi Surfaktan”, 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,



084DEAKX552968032  
Muhammad Iqbal  
NIM. 03041381924109

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 : Juli 2023

## KATA PENGANTAR

Rasa syukur saya haturkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas izin, rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pengaruh *Stress* Mekanik terhadap Tegangan Tembus Bahan Isolasi SiR berpengisi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang dimodifikasi Surfaktan”. Skripsi ini adalah karya yang dibuat oleh saya sendiri sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Pada kesempatan ini saya ucapkan terimakasih kepada Allah swt yang telah memberikan anugerah luar biasa dalam kehidupan manusia berupa kemampuan berpikir, lalu orang tua tercinta, yang telah mendukung saya dengan pengorbanan dan kasih sayang yang luar biasa, dan saya ucapkan juga terimakasih kepada keluarga, dan teman.

Palembang, Juli 2023



Muhammad Iqbal

NIM. 03041381924109

## HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- Kedua orang tua dan kakak-kakak saya serta 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 Saggaf, MSCE 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. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. selaku 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 Disha, Dessy, Kiki, Nadia, Ipan, Govin, Azmi, Fadil, Dani, Sandy, Bintang, Dicky, Yogi dan Tio;
- Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro Angkatan 2019 Universitas Sriwijaya

- Admin dan akademik jurusan teknik elektro;  
Agar semua kebaikan yang diberikan menjadi amal dan dibalas oleh Allah SWT.

Palembang, Juli 2023



Muhammad Iqbal

NIM. 03041381924109



## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhammad Iqbal  
NIM : 03041381924109  
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 *Stress* Mekanik Terhadap Tegangan Tembus Bahan Isolasi SiR Berpengisi  $Al_2O_3$  yang dimodifikasi Surfaktan” 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 Iqbal

NIM. 03041381924109

## ABSTRAK

### PENGARUH *STRESS* MEKANIK TERHADAP TEGANGAN TEMBUS BAHAN ISOLASI SiR BERPENGISI $Al_2O_3$ YANG DIMODIFIKASI SURFAKTAN

(Muhammad Iqbal, 03041381924109, 2023, xx + 50 Halaman + Lampiran)

Isolasi *Silicone Rubber* digunakan karena mempunyai sifat dielektrik yang sangat baik. Pemakaian *Silicone Rubber* dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan isolasi memuai (bertambah Panjang) dan mengakibatkan penurunan kualitas isolasi tersebut. aluminium memiliki densitas yang rendah, tahan korosi serta mempunyai elastisitas yang baik. Selain itu, aluminium memiliki sifat *tailorability* (dapat diatur), sehingga sifat mekanis yang diperlukan dapat dimodifikasi tergantung dari kombinasi matriks, penguat serta kondisi pada daerah antar mukanya. *Silicone Rubber* (SiR) yang bersifat *hidrofobik*, seringkali cenderung memiliki tingkat interaksi antara kedua bahan itu buruk sehingga diperlukannya penambahan surfaktan. Sampel *silicone rubber* yang akan diuji berbentuk *Sheet* berukuran 50 mm x 50 mm dengan ketebalan 1 mm. Variasi pengisi  $Al_2O_3$  yang akan digunakan yaitu 0; 1; 2; 3; dan 4 wt% dan surfaktan 0,01 gr. pengujian yang dilakukan adalah mengukur tegangan tembus dari sampel tersebut lalu dilakukan peregangan dengan variasi Tarik 1 cm, 2 cm, dan 3 cm dengan lama pengondisian 60 menit. Sistem elektroda yang akan digunakan pada penelitian ini berupa elektroda jarum – piring dengan jarak sela 1. Material SiR berpengisi  $Al_2O_3$  dimofikasi surfaktan nonionik TX-100 setelah diberi perlakuan *stress* mekanik memberikan kenaikan nilai PDIV pada konsentrasi 0; 1; 2; 3; 4 wt% sebesar 0,28 - 0,41 kV, 0,31 – 0,42 kV, 0,34 – 0,43 kV, 0,42 – 0,48 kV. Dan 0,30 – 0,46 kV. Pada nilai tegangan tembus memberikan penurunan nilai tegangan tembus pada konsentrasi 0; 1; 2; 3; 4 wt% sebesar 1,87 – 4,34% atau 0,06 – 0,14 kV. 0,84 – 2,73% atau 0,03 – 0,09 kV. 0,40 – 1,08% atau 0,01 – 0,04 kV. 3,07 – 4,50% atau 0,11 – 0,16 kV. Dan sebesar 0,21 – 4,20% atau 0,01 – 0,14 kV. Kenaikkan nilai PDIV dan penurunan nilai tegangan tembus dapat terjadi disebabkan karena kerusakan parsial pada isolasi sampel, khususnya pada bagian yang mengalami *stress* mekanik.

Kata Kunci : *Silicone Rubber*, Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ), Surfaktan, *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV), *Breakdown Voltage* ( $V_{BD}$ ).

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF MECHANICAL STRESS ON THE BREAKDOWN VOLTAGE OF SURFACTANT MODIFIED $Al_2O_3$ FILLED SIR INSULATING MATERIALS

(Muhammad Iqbal, 03041381924109, 2023, xx + 50 Pages + Appendices)

Silicone Rubber insulation is used because it has a good dielectric properties. The use of Silicone Rubber for a long time can cause the insulation to expand (increase in length) and result in a decrease in the quality of the insulation. Aluminum has low density, corrosion resistance and good elasticity. In addition, aluminum has tailorability properties, so that the required mechanical properties can be modified depending on the combination of matrix, reinforcement and conditions in the interface area. Silicone Rubber (SIR), which is hydrophobic, often tends to have a bad level of interaction between the two materials, so that the addition of surfactants is needed. The silicone rubber sample to be tested is in the form of a sheet measuring 50 mm x 50 mm with a thickness of 1 mm. Variations of  $Al_2O_3$  fillers to be used are 0; 1; 2; 3; and 4 wt% and 0.01 gr surfactant. the test carried out was to measure the Breakdown Voltage of the sample and then stretch it with a Tensile variation of 1 cm, 2 cm and 3 cm with a conditioning duration of 60 minutes. The electrode system to be used in this study is a needle-plate electrode with a distance of 1. SiR material filled with  $Al_2O_3$  modified nonionic surfactant TX-100 after being treated with mechanical stress gives an increase in PDIV value at a concentration of 0; 1; 2; 3; 4 wt% of 0.28 - 0.41 kV, 0.31 - 0.42 kV, 0.34 - 0.43 kV, 0.42 - 0.48 kV. And 0.30 - 0.46 kV. The value of the breakdown voltage gives a decrease in the value of the breakdown voltage at a concentration of 0; 1; 2; 3; 4 wt% of 1.87 - 4.34% or 0.06 - 0.14 kV. 0.84 - 2.73% or 0.03 - 0.09 kV. 0.40 - 1.08% or 0.01 - 0.04 kV. 3.07 - 4.50% or 0.11 - 0.16 kV. And by 0.21 - 4.20% or 0.01 - 0.14 kV. An increase in the PDIV value and a decrease in the breakdown voltage value can occur due to partial damage to the sample insulation, especially in parts that experience mechanical stress.

**keywords :** *Silicone Rubber*, Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ), surfactants, *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV), *Breakdown Voltage* ( $V_{BD}$ ).

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>NOMENKLATUR</b> .....	<b>xix</b>
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	<b>xx</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Tujuan Penelitian.....	3
1.4    Batasan Masalah.....	4
1.5    Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1    Isolator.....	6
2.2    Isolasi Polimer.....	8
2.3 <i>Room Temperature Vulcanized – Silicone Rubber (RTV-SiR)</i> ...	8
2.4    Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ).....	9
2.5    Alumunium Oksida .....	10

2.6	Surfaktan nonionik .....	10
2.7	Peluhan Sebagian ( <i>Partial Discharge</i> ).....	11
2.8	Mekanisme terjadinya kegagalan fungsi isolasi padat .....	12
2.8.1	Kegagalan intrinsik .....	13
2.8.2	Kegagalan Elektromekanik.....	13
2.8.3	Kegagalan Streamer .....	15
2.8.4	Kegagalan Termal .....	15
2.8.5	Kegagalan Erosi.....	17
2.9	Tegangan Tembus (Breakdown Voltage).....	17
2.10	Penelitian Sebelumnya.....	19
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>		<b>27</b>
3.1	Metodologi.....	27
3.2	Diagram Alir .....	28
3.3	Bahan.....	29
3.3.1	Silicone Rubber (SiR) .....	29
3.3.2	Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ) .....	30
3.3.3	Surfaktan .....	30
3.4	Peralatan .....	31
3.4.1	Jangka Sorong Gauge.....	31
3.4.2	Neraca Digital .....	32
3.4.3	Picoscope 4000 Series.....	32
3.4.4	High Voltage Probe.....	33
3.4.5	Pearson Current Monitor .....	33
3.4.6	Transformator Tegangan Bolak - Balik.....	34
3.5	Pembuatan Sampel Uji.....	34
3.5.1	Bahan dan Komposisi.....	34
3.5.2	Proses Pembuatan Sampel Uji .....	35

3.6	Pengondisian Sampel.....	36
3.7	Experimental Setup .....	36
3.7.1	Sistem Tensile.....	36
3.7.2	Sistem Elektroda .....	37
3.8	Prosedur Pengujian.....	39
3.9	Rangkaian Pengujian .....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>41</b>
4.1	Umum.....	41
4.2	Data hasil penelitian .....	41
4.3	Diskusi.....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>49</b>
5.1	Kesimpulan .....	49
5.2	Saran.....	50
<b>LAMPIRAN</b>		
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Surfaktan.....	11
Gambar 2. 2 Mekanisme Kegagalan Pada Bahan Isolasi Padat .....	13
Gambar 2. 3 Kegagalan Streamer dengan Elektroda Bidang-Jarum.....	15
Gambar 3. 1 Silicone Rubber RTV-497 .....	29
Gambar 3. 2 Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ).....	30
Gambar 3. 3 Surfakatan Nonionik TX-100.....	31
Gambar 3. 4 Jangka Sorong Gauge .....	31
Gambar 3. 5 Neraca Digital .....	32
Gambar 3. 6 Picoscope 4000 Series .....	32
Gambar 3. 7 High Voltage Probe .....	33
Gambar 3. 8 Pearson Current Monitor Model 411 .....	33
Gambar 3. 9 Transformator Tegangan Bolak Balik .....	34
Gambar 3. 10 Proses Pembuatan Sampel .....	35
Gambar 3. 11 Sistem Tensile .....	36
Gambar 3. 12 Contoh Alat Tensile.....	37
Gambar 3. 13 Sistem Elektroda Jarum Piring.....	38
Gambar 3. 14 Elektroda Jarum Piring .....	38
Gambar 3. 15 Rangkaian Pengujian Tegangan Tembus .....	40
Gambar 4. 1 Karakteristik Nilai PDIV dengan Konsentrasi Bahan Pengisi yang Bervariasi .....	42
Gambar 4. 2 Karakteristik Nilai Tegangan Tembus dengan Konsentrasi Bahan pengisi yang Bervariasi.....	43
Gambar 4. 3 Karakteristik PDIV pada Variasi Konsentrasi Pengisi dengan diberi Variasi Pengkondisian Daya Tarik.....	44
Gambar 4. 4 Karakteristik Tegangan Tembus pada Variasi Konsentrasi Pengisi dengan diberi Variasi pengkondisian Daya Tarik .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian yang berkaitan dengan studi yang akan dilaksanakan	19
Tabel 3. 1 Spesifikasi Aluminium Oksida .....	30
Tabel 3. 2 Spesifikasi Dimensi Sistem Elektroda.....	37



## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2. 1).....	14
Persamaan (2. 2).....	14
Persamaan (2. 3).....	14
Persamaan (2. 4).....	14
Persamaan (2. 5).....	16
Persamaan (2. 6).....	16
Persamaan (2. 7).....	16
Persamaan (2. 8).....	18
Persamaan (2. 9).....	19

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tahap – tahap kegiatan penelitian
Lampiran 2	Pengukuran rata – rata sisi sampel uji
Lampiran 3	Data hasil pengukuran
Lampiran 4	Perhitungan Nilai Konstantan Dielektrik Gabungan dan Kapistansi
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)
$\epsilon_r$	: Permittivitas relatif dari dielektrik padat
$\epsilon_0$	: Konstanta dielektrik ruang hampa ( $8,854 \times 10^{-12}$ F/m)
$\epsilon$	: 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
$\sigma$	: <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 <sub>b</sub>	: Tegangan Tembus Sebenarnya
$\delta$	: Faktor koreksi udara
V <sub>s</sub>	: Tegangan tembus pada keadaan normal
p	: Tekanan udara (mmHg)
$\theta$	: Suhu udara saat pengujian (°C)

## DAFTAR ISTILAH

Breakdown Voltage	: Tegangan Tembus
Partial Discharge Inception Voltage	: Tegangan Awal
Stress	: Tekanan
Partial Discharge	: Peluahan Sebagian
Breakdown Voltage	: Tegangan Tembus
Filler	: Bahan Pengisi
Flashover	: Loncatan Bunga Api Listrik
Komposit	: Material gabungan dua bahan
Dispersi	: Penyebaran Bahan
Abrasi	: Pengikisan

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan saat ini, listrik menjadi kebutuhan yang sangat penting untuk melaksanakan berbagai aktivitas. Dalam beberapa dekade terakhir, minat terhadap penggunaan dan penerapan nanopartikel dalam meningkatkan sifat spesifik dari berbagai bahan isolasi semakin berkembang. Hal ini membuka kemungkinan untuk mengembangkan konsep nanodielektrik [1]. Ketenagaan listrik menjadi salah satu prioritas utama dan sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan listrik beragam dan masyarakat menginginkan keamanan yang terjamin saat menggunakan listrik dalam aktivitas harian mereka. Oleh karena itu, isolasi menjadi salah satu perlindungan yang sangat penting. Isolasi memiliki beberapa jenis, termasuk isolasi padat, cair, dan gas.

Isolasi padat mencakup salah satu jenis isolasi yang populer yaitu isolasi silicone rubber. Isolasi jenis *silicone rubber* banyak digunakan karena memiliki sifat dielektrik yang sangat baik, ringan, serta mudah dalam penanganan dan pemasangannya [2]. Pemakaian *silicone rubber* Dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan isolasi memuai (bertambah panjang) dan mengakibatkan penurunan kualitas isolasi tersebut.

Isolator komposit dalam sistem tenaga terutama terbuat dari RTV. Mereka memiliki sifat mekanik yang baik, seperti tidak mudah pecah, bagus elastisitas, tahan suhu tinggi dan kekuatan tarik tinggi [3][4].

Sejak tahun 1970-an, penggunaan lapisan silikon divulkanisir suhu ruangan (RTV) telah menjadi sangat populer untuk pelapis pada permukaan isolator [5]. Komposit matriks aluminium memiliki densitas yang rendah, tahan korosi serta mempunyai elastisitas yang baik. Selain itu, komposit

matriks aluminium memiliki sifat *tailorability* (dapat diatur), sehingga sifat mekanis yang diperlukan dapat dimodifikasi tergantung dari kombinasi matriks, penguat serta kondisi pada daerah antar mukanya [6].

Permukaan filler diketahui bersifat hidrofilik, yang memiliki kecenderungan untuk menyerap kelembaban. *Silicone Rubber* (SiR) yang bersifat *hidrofobik*, seringkali cenderung memiliki tingkat interaksi antara kedua bahan itu buruk sehingga diperlukannya penambahan surfaktan. Salah satu surfaktan nonionik yang umum digunakan adalah Triton-X-100 (TX-100). TX-100 adalah surfaktan yang hemat biaya dan tersedia, umumnya digunakan dalam pelacakan bidang miring dan uji erosi. Surfaktan nonionik dilaporkan sebagai yang paling tidak beracun di antara berbagai kategori surfaktan, meskipun penanganan yang hati-hati disarankan seperti halnya zat kimia lainnya. Surfaktan memiliki kepala hidrofilik dan ujung *hidrofobik* di segmen rantai, di mana ujung kutub lebih disukai teradsorpsi ke permukaan nanopartikel, dan ujung hidrofofik mengorientasikan dirinya ke SiR hidrofofik. Surfaktan bertindak dengan mengurangi tegangan antarmuka, sehingga memfasilitasi dispersi nanopartikel yang lebih baik [1][7]. Surfaktan nonionik TX-100 merupakan surfaktan yang memiliki kekuatan Tarik yang baik, kekuatan Tarik adalah tegangan maksimum yang mampu ditahan bahan ketika diregangkan yang mana hal ini akan dipelajari pada penelitian ini. oleh karena itu Pencampuran Surfaktan dibutuhkan karena dapat mendispersi bahan komposit SiR dan Alumina.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam peralatan dan sistem tenaga kelistrikan, material isolasi memegang peranan krusial. Salah satu penyebab utama kegagalan fungsi isolasi adalah *stress* mekanik, bersama dengan beberapa faktor lain seperti kondisi dan lingkungan sekitar. Kegagalan ini bisa mengakibatkan perubahan

sifat elektrik dan mekanis pada material isolasi, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kuat dielektrik. Kekuatan dielektrik, atau sering disebut juga kekuatan breakdown, didefinisikan sebagai gradien tegangan maksimum yang dapat tetap ditahan oleh bahan dielektrik sebelum terjadi kegagalan fungsi [8]. Perubahan sifat elektrik yang berakhir pada penurunan kuat dielektrik material isolasi SiR yang diakibatkan oleh *stress* mekanik seperti yang terjadi pada isolator pada sistem tenaga merupakan permasalahan yang perlu dipelajari secara lebih rinci.

Penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh *stress* mekanik terhadap kekuatan tembus material isolasi RTV-SiR. Penggunaan bahan pengisi alumina ( $Al_2O_3$ ) yang disertai dengan penambahan *filler* surfaktan nonionik TX-100 sebagai penguat material utama SiR. Karakteristik tegangan tembus SiR berpengisi alumina dan surfaktan diperoleh melalui pengujian yang dilakukan menggunakan elektroda jarum – piring dengan aplikasi tegangan bolak – balik setelah sampel isolasi diberi perlakuan peregang.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengamati pengaruh bahan SiR dengan pengisi Aluminium Oksida dan diberi penguat Surfaktan Nonionik TX-100 terhadap tegangan tembus sampel *Silicone Rubber*
2. Mengukur nilai tegangan tembus material SiR berpengisi Aluminium Oksida dengan dimodifikasi surfaktan nonionik TX-100 setelah diberi perlakuan *stress* mekanik.
3. Mengamati pengaruh *stress* mekanik terhadap sifat *Silicone Rubber* yang berpengisi Aluminium Oksida dan diberi penguat Surfaktan Nonionik TX-100.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Dalam Studi ini sampel yang digunakan bahan komposit jenis *silicone rubber* berbentuk lembaran dengan ketebalan 1 mm yang dibuat dalam bentuk 5 cm x 5 cm
2. Sampel dibuat dengan *silicone rubber* seberat 7 gram dan 3 variasi bahan pengisi yaitu 0; 1; 2; 3; 4 wt% dengan penambahan Surfaktan nonionik TX-100 dengan berat 0,01 gram
3. Perlakuan peregangan diberikan variasi daya tarik masing – masing untuk 1; 2 ; 3 cm dengan lama pengondisian 60 menit.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada BAB I Pendahuluan terdapat bahasan tentang latar belakang, rumusan masalah, manfaat dan tujuan, batasan masalah. Pada bab ini dijelaskan secara umum tentang material isolasi polimer RTV-SiR yang diberi pengisi  $Al_2O_3$  dan dimodifikasi Surfaktan Nonionik TX-100

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam BAB II Tinjauan Pustaka berisi tentang studi literatur yang didapatkan dari sumber bacaan berupa artikel, jurnal, paper, ebook, skripsi dan lainnya. Dilakukannya studi literature bertujuan agar mendapatkan informasi mengenai penelitian terdahulu dan informasi yang berkaitan mengenai material isolasi polimer RTV-SiR yang diberi pengisi  $Al_2O_3$  dan dimodifikasi Surfaktan Nonionik TX-100



### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam BAB III Metodologi Penelitian terdapat metode yang akan dilakukan dalam penelitian, diagram penelitian, persiapan alat dan bahan, lalu proses pembuatan sampel uji dan proses penambahan pengisi pada sampel, pembuatan sistem elektroda, prosedur pengujian yang akan dilakukan, rangkaian dari pengujian, teknik pengumpulan data.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam BAB IV Hasil dan Pembahasan berisi tentang hasil pengujian tegangan tembus sampel RTV-SiR yang berpengisi  $Al_2O_3$  dan Surfaktan nonionik TX-100 yang diberikan perlakuan peregangan.

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam BAB V Kesimpulan dan Saran ini terdiri dari kesimpulan dan saran terkait dengan hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian kedepan

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. S. G. and K. T. V. P. M. Ashitha, S. Akhil, "Spectroscopic, Mechanical and Electrical Studies on Surfactant Modified HTV-SiR/Nano Alumina Composites." Central Power Research Institute, Sadashivnagar, Bengaluru, India, 2021.
- [2] N. Yuniarti and A. N. Afandi, "Tinjauan sifat hidrofobik bahan isolasi silicone rubber," *J. TEKNO*, vol. 8, no. 2, pp. 1–8, 2007.
- [3] B. X. Du and Z. L. Li, "Hydrophobicity, surface charge and DC flashover characteristics of direct-fluorinated RTV silicone rubber," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 22, no. 2, pp. 934–940, 2015, doi: 10.1109/TDEI.2015.7076794.
- [4] Q. Hu *et al.*, "Study on Modification of Room Temperature Vulcanized Silicone Rubber by Microencapsulated Phase Change Material," *J. Energy Storage*, vol. 41, no. June, p. 102842, 2021, doi: 10.1016/j.est.2021.102842.
- [5] A. Zolriasatein, S. Navazani, M. R. Abadchi, and N. R. Noori, "Two-component room temperature vulcanized silicone-rubber (RTV2) properties modification: effect of aluminum three hydrate and nanosilica additions on the microstructure, electrical, and mechanical properties," *J. Mater. Sci. Mater. Electron.*, vol. 32, no. 7, pp. 8903–8915, 2021, doi: 10.1007/s10854-021-05562-w.
- [6] H. Sukma, R. Prasetyani, D. Rahmalina, and R. Imanuddin, "Terhadap Kekerasan Material Komposit Matriks," no. November, pp. 1–13, 2015.
- [7] Y. Chen, G. Xu, J. Huang, J. Eksteen, X. Liu, and Z. Zhao, "Characterization of coal particles wettability in surfactant solution by using four laboratory static tests," *Colloids Surfaces A*

- Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 567, no. January, pp. 304–312, 2019, doi: 10.1016/j.colsurfa.2019.01.068.
- [8] S. Sudirham, “Sifat Listrik Dielektrik,” vol. 0, no. 4, pp. 1–8, 2013.
- [9] B. W. A. Ashari, A. Syakur, “Analisa Pengaruh Kontaminan Pantai Terhadap Unjuk Kerja Sampel Isolator Bahan Keramik Sebelum dan Sesudah Dilapisi Minyak Silikon,” 2012.
- [10] K. N. Kv, B. Xlpe, and D. a N. Pvc, “Jurnal Momentum ISSN : 1693-752X ANALISIS KEGAGALAN ISOLASI AKIBAT PARTIAL DISCHARGE PADA Jurnal Momentum ISSN : 1693-752X,” vol. 16, no. 2, pp. 56–64, 2014.
- [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] R. Yudian, Z. Nawawi, and R. F. Kurnia, *Pengujian Kekuatan Tembus Material Isolasi Polimer Menggunakan Berbagai Bentuk Elektroda Dengan Variasi Temperatur*. 2017.
- [13] Martoni Devy, “Analisis Karakteristik Peluahan Sebagian Pada Model Void Berdasarkan Fungsi Waktu Dan Tegangan Dalam Polyvinyl Chloride (PVC),” *Dipenogoro Univ.*, pp. 1–11, 2008.
- [14] X. Wang, J. Zhou, R. Meng, Y. Zhao, and W. Guo, “Preparation and properties of room-temperature-vulcanized silicone rubber using modified dopamine as a crosslinking agent,” *Mater. Res. Express*, vol. 9, no. 4, 2022, doi: 10.1088/2053-1591/ac672f.
- [15] X. Wen *et al.*, “RTV silicone rubber degradation induced by temperature cycling,” *Energies*, vol. 10, no. 7, pp. 1–12, 2017, doi: 10.3390/en10071054.
- [16] 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.
- [17] X. Lyu, H. Wang, Z. Guo, and Z. Peng, “Dielectric properties of epoxy- $\text{Al}_2\text{O}_3$  nanocomposites,” *Proc. 2016 IEEE Int. Conf. Dielectr. ICD 2016*, vol. 2, pp. 1081–1084, 2016, doi: 10.1109/ICD.2016.7547806.
- [18] P. Senyawa, A. Al, O. D. A. N. Silika, and S. Dalam, “PENGARUH SENYAWA ALUMINA ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) DAN SILIKA ( $\text{SiO}_2$ ) DALAM KUALITAS BATUBARA,” vol. 3, no. April, pp. 42–49, 2022.
- [19] M. M. Kolo *et al.*, “Sintesis Nanopartikel Aluminium Oksida Synthesis of Aluminium Oxide With,” 2016.
- [20] ADE RACHMAWATI, “SINTESIS DAN KARAKTERISASI SURFAKTAN NONIONIK BERBASIS ASAM STEARAT MELALUI REAKSI PROPOKSILASI,” 2019, [Online]. Available: [http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865607390&partnerID=tZOtx3y1%0Ahttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2LIMMD9FVXkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Principles+of+Digital+Image+Processing+fundamental+techniques&ots=HjrHeuS\\_](http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84865607390&partnerID=tZOtx3y1%0Ahttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=2LIMMD9FVXkC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Principles+of+Digital+Image+Processing+fundamental+techniques&ots=HjrHeuS_)
- [21] P. J. T. X- and S. Dan, “Powder Zirkonia Dan Aplikasinya Dalam,” vol. 23, no. 2, pp. 87–94.
- [22] I. Nurhadi, Parjiman, and M. Djaohar, “Analisis Partial Discharge Pada Saluran Kabel Tegangan Menengah 20 kV (Studi Assesmen SKTM di PT. PLN (Persero) UP3 Menteng),” *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 32–39, 2020, doi: 10.21009/jevet.0051.06.
- [23] R. Kurnia, “Investigasi Karakter Partial Discharge Pada Material Isolasi Tegangan Tinggi Melalui Pengukuran Tegangan Awal Partial

- Discharge,” *J. Mikrotiga*, vol. 2, no. 1, pp. 1–4, 2015.
- [24] P. A. K. J. Mr. N. J. Patel , Prof. K. K. Dudadni, “Partial Discharge Detection,” pp. 1167–1221, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-47035-7\_26.
- [25] D. Untuk, M. Persyaratan, M. Gelar, J. Teknik, E. Fakultas, and U. Sriwijaya, “Skripsi karakteristik kekuatan tembus material isolasi high density polyethylene ( hdpe ) yang diberi stress mekanik,” 2020.
- [26] F. W. Peek, *High-voltage engineering*, vol. 176, no. 6. 1913.
- [27] H. F. Church and C. G. Garton, “Some mechanisms of insulation failure,” *Proc. IEE - Part IIA Insul. Mater.*, vol. 100, no. 3, pp. 111–120, 1953, doi: 10.1049/pi-2a.1953.0019.
- [28] A. Arismunandar, *BUKU PEGANGAN TEKNIK TENAGA LISTRIK JILID II*. 2004.
- [29] William A.Thue, *Electrical Power Cable Engineering*. 2005.