

SKRIPSI

**ARUS BOCOR PADA *SILICONE RUBBER* YANG DIBERI
POLUTAN KALSIUM SULFAT**



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

Oleh:

**ELAM ARTHASASTA WITA WIRIYADIE
NIM. 03041382025118**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
TAHUN 2024**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**ARUS BOCOR PADA *SILICONE RUBBER* YANG DIBERI
POLUTAN KALSIMUM SULFAT**

Oleh:

**ELAM ARTHASASTA WITA WIRIYADIE
NIM. 03041382025118**

Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan

**Palembang, November 2024
Ketua Jurusan Teknik Elektro,**



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

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

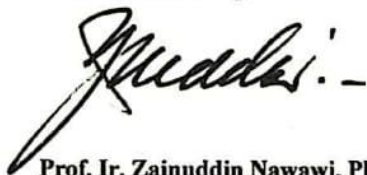
**ARUS BOCOR PADA *SILICONE RUBBER* YANG DIBERI
POLUTAN KALSIMUM SULFAT**

Oleh:

**ELAM ARTHASASTA WITA WIRIYADIE
NIM. 03041382025118**

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

**Palembang, November 2024
Dosen Pembimbing,**



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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Elam Arthasasta Wita Wiriyadie
Nomor Induk Mahasiswa : 03041382025118
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya
Persentase plagiarism (*Turnitin*) : 12%


Dengan ini menyatakan karya ilmiah berupa skripsi dengan judul “Arus Bocor pada *Silicone Rubber* yang Diberi Polutan Kalsium Sulfat”, 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 kesadaran dan tanpa paksaan.

Palembang, November 2024

Yang Menyatakan,




Elam Arthasasta Wita Wiriyadie
NIM. 03041382025118

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

: Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D.

Tanggal

: November 2024

KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, penulis memanjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Arus Bocor pada *Silicone Rubber* yang Diberi Polutan Kalsium Sulfat”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Penulis mengucapkan terima kasih atas seluruh doa, dukungan, dan bantuan yang diberikan oleh pihak-pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik elektro dan material isolasi, serta menjadi referensi yang berguna bagi pembaca dan peneliti lainnya. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan rahmat-Nya kepada kita semua.

Palembang, November 2024
Yang Menyatakan,



Elam Arthasasta Wita Wiriyadie
NIM. 03041382025118

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- Orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan, memberikan dukungan dan dorongan semangat yang menguatkan selama proses studi;
- Bapak Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D., selaku dosen pembimbing tugas akhir, atas bimbingan dan arahan yang tak ternilai selama proses penyelesaian tugas akhir skripsi;
- Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan dukungan selama proses studi;
- Ibu Ir. Dwirina Yuniarti, M.T., Bapak Dr. Djulil Amri, S.T., M.T., dan Ibu Dr. Ir. Syarifa Fitria, S.T., yang memberikan bimbingan untuk menyelesaikan tugas akhir skripsi;
- Rektor Universitas Sriwijaya Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si.;
- Dekan Fakultas Teknik Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM.;
- Bapak Ir. Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU selaku ketua jurusan, Bapak dan Ibu dosen-dosen serta administrasi dan akademik Jurusan Teknik Elektro;
- Pranata dan senior di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Pak Lukmanul Hakim, S.T., Kak Intan Dwi Putri S.T., dan Kak Ferlian Seftianto, S.T., M.Kom..
- Teman-teman seperjuangan, seluruh anggota Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik Fakultas Teknik Universitas

Sriwijaya Angkatan 2020 yaitu Fadlu, Bhanunasmi, Meiwa, Muthia, Raga, Rangga, Adziin, Ridwan, Ryan, Hilman, Derry, Iqbal, Aldo, Aldhi, Rama, Sahrul, Ravi, Kurniawan, Lutfi, Eric, Trio, Ahmed, dan Mozmail, yang telah terlibat dan mendukung penelitian.

- Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro Angkatan 2020, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dengan segenap hati, penulis berdoa kepada Tuhan Yang Maha Esa, semoga mereka dianugerahi berkat dan rahmat atas segala keikhlasan dan kebaikan yang telah mereka berikan kepada penulis.

Palembang, November 2024
Yang Menyatakan,



Elam Arthasasta Wita Wiriyadie
NIM. 03041382025118

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Elam Arthasasta Wita Wiriyadie
Nomor Induk Mahasiswa : 03041382025118
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
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, “Arus Bocor pada *Silicone Rubber* yang Diberi Polutan Kalsium Sulfat” 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.

Palembang, November 2024
Yang Menyatakan,




Elam Arthasasta Wita Wiriyadie
NIM. 03041382025118

ABSTRAK

ARUS BOCOR PADA *SILICONE RUBBER* YANG DIBERI POLUTAN KALSIMUM SULFAT

(Elam Arthasasta Wita Wiriyadie, 03041382025118, 2024, xxi + 41 Halaman + Lampiran)

Penelitian ini membahas mengenai terjadinya arus bocor pada material isolasi *silicone rubber* yang terkontaminasi kalsium sulfat dengan variasi waktu pengkondisian 1,3, dan 5 hari, serta tanpa pengkondisian sebagai pembanding. Sampel uji berupa *silicone rubber* RTV 497 yang dibentuk *leaf-like sample* berdimensi 50 x 25 x 1 mm yang dihubungkan dengan *aluminium tape* pada kedua sisi sampel dengan jarak sela 5 mm. Sampel uji diberikan perlakuan kontaminasi menggunakan larutan kalsium sulfat di dalam *chamber* pengkondisian. Tegangan yang diaplikasikan sebesar 220 V, 500 V, dan 1000 V untuk mengetahui besar nilai arus bocor yang melewati permukaan sampel uji. Hasil pengujian didapatkan nilai arus bocor rata-rata pada variasi tanpa pengkondisian; 1 ;3; dan 5 hari pengkondisian pada aplikasi tegangan 220V berturut-turut sebesar 0,02474; 0,02738;0,02870; dan 0,02880 mA. Pada aplikasi tegangan 500V sebesar 0,02488; 0,02754; 0,02886; dan 0,02901 mA. Pada aplikasi tegangan 1000V sebesar 0,02500; 0,02755; 0,02898; dan 0,02915 mA. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai arus bocor meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pengkondisian kalsium sulfat dan besarnya tegangan yang diaplikasikan. Lama pengkondisian isolasi *silicone rubber* terpapar kalsium sulfat akan menyebabkan akumulasi kontaminan pada permukaan isolasi, sehingga secara signifikan meningkatkan nilai arus bocor.

Kata Kunci: *Silicone Rubber, Leaf Like Sample, Kontaminan, Kalsium Sulfat, Arus Bocor*

ABSTRACT

LEAKAGE CURRENT ON SILICONE RUBBER POLLUTED WITH CALCIUM SULFATE

(Elam Arthasasta Wita Wiriyadie, 03041382025118, 2024, xxi + 41 Pages + Appendices)

This study discusses the occurrence of leakage current on silicone rubber insulation material contaminated with calcium sulfate, with conditioning times of 1, 3, and 5 days, as well as an unconditioned sample for comparison. The test samples consist of RTV 497 silicone rubber, molded into a leaf-like shape with dimensions of 50 x 25 x 1 mm, and connected with aluminum tape on both sides with a 5 mm gap. The test samples were treated with calcium sulfate solution contamination in a conditioning chamber. Voltages of 220 V, 500 V, and 1000 V were applied to measure the leakage current passing through the sample surface. The test results showed that the average leakage current values at 220 V for unconditioned, 1-day, 3-day, and 5-day conditioned samples were 0.02474, 0.02738, 0.02870, and 0.02880 mA, respectively. At 500 V, the values were 0.02488, 0.02754, 0.02886, and 0.02901 mA, and at 1000 V, they were 0.02500, 0.02755, 0.02898, and 0.02915 mA, respectively. The results indicate that leakage current values increase with longer calcium sulfate conditioning times and higher applied voltages. The prolonged conditioning of silicone rubber insulation exposed to calcium sulfate results in the accumulation of contaminants on the insulation surface, significantly increasing leakage current values.

Keyword : Silicone Rubber, Leaf Like Sample, Contaminant, Calcium Sulfate, Leakage Current

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	ix
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 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Hipotesis	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Isolator	5
2.2 Isolator Polimer.....	5
2.3 <i>Silicone Rubber (SiR)</i>	6

2.4	Kegagalan Pada Isolasi Padat	7
2.5	Kontaminasi Pada Isolator	9
2.6	Kalsium Sulfat	10
2.7	<i>Surface Tracking</i>	10
2.8	Arus Bocor	11
2.9	Studi Literatur	12
BAB III METODOLOGI DAN EKSPERIMENTAL.....		17
3.1	Pendahuluan	17
3.2	Metode Penelitian	17
3.3	Diagram Alir	18
3.4	Bahan dan Alat.....	19
3.4.1	Bahan.....	19
3.4.2	Alat.....	20
3.5	Pembuatan Sampel Uji.....	24
3.5.1	Pembuatan <i>Sheet</i> SiR	24
3.5.2	Pembuatan Elektroda.....	27
3.5.3	Proses Perakitan Sampel Uji	27
3.6	Pengkondisian Sampel	29
3.7	<i>Experimental Setup</i>	31
3.8	Prosedur Pengujian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1	Umum	35
4.2	Hasil Eksperimental	35
4.3	Pembahasan	38
BAB V PENUTUP.....		40
5.1.	Kesimpulan	40
5.2.	Saran	41
DAFTAR PUSTAKA		

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur kimia <i>Polydimethylsiloxane</i> [11].....	6
Gambar 2. 2 Mekanisme kegagalan pada isolasi padat.....	8
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	18
Gambar 3. 2 SiR RTV 497 beserta katalis	19
Gambar 3. 3 Kalsium sulfat (CaSO ₄)	19
Gambar 3. 4 <i>Aluminium tape</i> merk Daimaru	20
Gambar 3. 5 <i>High voltage alternating current transformer</i>	20
Gambar 3. 6 <i>High voltage probe</i> tipe P6015A	21
Gambar 3. 7 Tahanan tinggi 4 x 185 k ohm	21
Gambar 3. 8 Neraca digital	22
Gambar 3. 9 <i>Pearson current monitor model 411</i>	22
Gambar 3. 10 <i>Picoscope</i> tipe 4000 series	23
Gambar 3. 11 <i>Vacuum drying oven</i>	23
Gambar 3. 12 Jangka Sorong Digital	24
Gambar 3. 13 Proses pembuatan sampel SiR.....	25
Gambar 3. 14 Mal lembaran sampel SiR	26
Gambar 3. 15 (a) Desain 3D sistem elektroda model <i>leaf-like sample</i> (b) <i>test cell</i> elektroda <i>aluminium tape</i>	28
Gambar 3. 16 (a) Desain 3D perancangan pengkondisian sampel (b) Pengkondisian sampel	30
Gambar 3. 17 Rangkaian pengujian arus bocor	31
Gambar 4. 1 Perbandingan nilai arus bocor terhadap lama pengkondisian pada tegangan 220 V.....	36
Gambar 4. 2 Perbandingan nilai arus bocor terhadap lama pengkondisian pada tegangan 500 V.....	37

Gambar 4. 3 Perbandingan nilai arus bocor terhadap lama pengkondisian pada tegangan 1000 V 37

Gambar 4. 4 Perbandingan nilai arus bocor terhadap lama pengkondisian pada tegangan 220 V, 500 V, dan 1000 V 38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan	12
Tabel 4. 1 Arus Bocor pada Setiap Variasi Lama Pengkondisian	36

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1.....	11
--------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tahap-Tahap Kegiatan Penelitian
- Lampiran 2 Pengukuran Ketebalan Sampel Uji
- Lampiran 3 Data Hasil Pengujian
- Lampiran 4 Tampak Permukaan Sampel *Silicone Rubber*
- Lampiran 5 Rekaman Hasil Gelombang Sinusoidal Eksperimental
Menggunakan Aplikasi *Picoscope*
- Lampiran 6 Lembar Plagiarisme Turnitin
- Lampiran 7 SULIET / USEPT

NOMENKLATUR

I_b : Arus bocor (Ampere)

V : Tegangan (Volt)

R_i : Resistansi isolasi (Ohm)

DAFTAR ISTILAH

<i>Aging</i>	: Penuaan
<i>Artificial Condition</i>	: Kondisi Buatan
<i>Aluminium Tape</i>	: Pita Aluminium
<i>High Temperature Vulcanizing</i>	: Vulkanisasi Dengan Temperatur Tinggi
<i>Hydrophobic</i>	: Kedap Air
<i>Flashover</i>	: Loncatan Bunga Api
<i>Leaf-Like Sample</i>	: Sampel yang Menyerupai Daun
<i>Leakage Current</i>	: Arus Bocor
<i>Room Temperature Vulcanizing</i>	: Vulkanisasi Dengan Temperatur Ruang
<i>Sheet</i>	: Lembaran
<i>Silicone Rubber</i>	: Karet Silikon
<i>Surface Tracking</i>	: Peristiwa Terjadinya Penjajakan Karbon Pada Permukaan Isolasi
<i>Void</i>	: Rongga Udara

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik adalah kebutuhan primer untuk semua kegiatan manusia. Kemajuan teknologi yang pesat meningkatkan konsumsi listrik, baik untuk industri maupun untuk keperluan sehari-hari. Hal ini menyebabkan peningkatan permintaan listrik secara terus menerus. Operasi penyaluran sistem tenaga listrik membutuhkan peralatan yang andal untuk memastikan pasokan listrik yang stabil dan aman. Selain itu, peralatan tersebut juga harus memiliki kemampuan isolasi yang tinggi untuk mencegah terjadinya hubungan singkat. Kegagalan dalam operasi penyaluran sistem tenaga listrik dapat menyebabkan dampak negatif untuk berbagai sektor kehidupan masyarakat, sehingga keandalan dari operasi penyaluran sistem tenaga listrik perlu dijaga [1].

Komponen yang memiliki peran krusial dalam menjaga keandalan dari operasi penyaluran sistem tenaga listrik adalah isolator [2]. Isolator mencegah terjadinya arus bocor antara konduktor, baik antar konduktor lain maupun dengan tanah. Isolator juga berfungsi untuk menahan tekanan mekanis, tekanan listrik, dan tekanan lingkungan. Saat ini, jenis isolator yang banyak digunakan adalah isolator berbahan polimer. Isolator polimer memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan isolator konvensional, yaitu lebih ringan, sehingga lebih mudah dipasang dan dipindahkan; lebih fleksibel, sehingga dapat menahan tekanan mekanis yang lebih besar; dan tahan terhadap korosi.

Salah satu jenis material isolator polimer yang umum digunakan adalah *silicone rubber* (SiR). SiR sering digunakan sebagai material isolasi karena memiliki beberapa keunggulan, seperti sifat dielektrik yang tinggi dan sifat hidrofobik yang baik, sehingga dapat menahan air saat udara lembab dan

mencegah kebocoran arus. SiR juga mempunyai kinerja yang lebih baik dalam mencegah *flashover* dibandingkan dengan isolator konvensional [3].

Seiring waktu, isolator mengalami penurunan performa yang disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kontaminasi. Kontaminasi oleh berbagai bahan, seperti debu dan bahan kimia pada isolator luar ruangan dapat menyebabkan degradasi material yang diakibatkan oleh *surface tracking* dan erosi pada isolator [4]. Kontaminasi alami pada isolator memiliki komposisi yang rumit karena tidak terdapat garam yang murni, dan Kalsium Sulfat merupakan salah satu senyawa pada kontaminasi alami tersebut. Berdasarkan hasil penelitian Tim Riset Sains dan Teknologi Insulasi Peralatan Transmisi dan Transformasi dari *State Grid Corporation of China* (GY71-II-053), kandungan Kalsium Sulfat (CaSO_4) terdapat dalam kontaminasi tersebut antara 20% hingga 80% [5]. Kalsium Sulfat (CaSO_4) sering ditemukan dalam kawasan industri, seperti lingkungan industri kimia, pupuk, pabrik semen dan gipsum, industri kertas, dan industri tekstil sebagai limbah dalam bentuk cair. Kontaminasi CaSO_4 pada SiR dapat mengganggu kinerja isolator, karena CaSO_4 bersifat higroskopis, yaitu dapat menyerap air sehingga dapat menurunkan hidrofobisitas dari SiR. Selain itu, limbah CaSO_4 juga dapat menyebabkan korosi pada isolator karena bersifat asam.

Penelitian ini membahas tentang arus bocor pada bahan isolasi SiR yang diberi kontaminan polutan Kalsium sulfat (CaSO_4). Pemilihan CaSO_4 sebagai kondisi buatan (*artificial condition*) untuk mensimulasikan efek bahan polutan CaSO_4 yang terdapat pada lingkungan terhadap permukaan material isolasi SiR.

1.2 Rumusan Masalah

Isolator memiliki peran yang krusial dalam menjaga keandalan dari operasi penyaluran sistem tenaga listrik. Isolator yang menggunakan bahan polimer seperti SiR, yang memiliki keunggulan seperti sifat dielektrik yang tinggi dan sifat hidrofobik yang baik, dapat mengalami penurunan performa akibat adanya kontaminasi pada permukaan isolator, yang memperbesar kemungkinan terjadinya arus bocor. CaSO_4 merupakan salah satu polutan yang ditemui pada kawasan industri, yang dapat menurunkan performa isolator karena CaSO_4 memiliki sifat higroskopis. Studi ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampak buruk kontaminasi CaSO_4 terhadap peningkatan nilai arus bocor yang terjadi pada SiR yang terpapar pada permukaan sampel sebagai zat polutan. Hasil ini dapat dimanfaatkan sebagai untuk perbaikan dan pemeliharaan isolasi SiR yang banyak digunakan pada isolator luar ruangan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengukur nilai arus bocor dari sampel SiR yang terkontaminasi CaSO_4 .
2. Mendapatkan nilai arus bocor pada sampel SiR yang terkontaminasi oleh CaSO_4 .
3. Mempelajari pengaruh kontaminasi CaSO_4 terhadap karakteristik arus bocor pada SiR yang mengindikasikan performa isolator.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran arus bocor pada permukaan isolasi polimer jenis SiR. Pengukuran dilakukan dengan:

1. Sampel yang digunakan yaitu *silicone rubber* (SiR) RTV 497 dengan dimensi panjang 50 mm, lebar 25 mm, tebal 1 mm yang dibuat menyerupai daun (*leaf-like sample*).
2. Pengkondisian menggunakan CaSO_4 yang disemprotkan ke permukaan sampel. Pengkondisian dibuat bervariasi dengan waktu 24 jam; 72 jam; 120 jam dan tanpa pengkondisian sebagai pembanding.
3. Pengukuran arus bocor dilakukan dengan penerapan tegangan tinggi bolak-balik (AC) dengan variasi tegangan 220, 500, dan 1000 V, dalam frekuensi 50Hz pada temperatur ruang.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini polutan CaSO_4 akan mempengaruhi kinerja dari SiR sebagai material isolasi. Kemampuan isolasi SiR akan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kadar polutan CaSO_4 pada sampel uji.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. P. Perdana, R. N. Hasanah, and H. S. Dachlan, "Evaluasi Keandalan Sistem Tenaga Listrik Pada Jaringan Distribusi Primer Tipe Radial Gardu Induk Blimbing," *Eeccis*, vol. 3, no. 1, pp. 6–12, 2009.
- [2] Waluyo, D. Fauziah, and I. M. Khaidir, "The Evaluation of Daily Comparative Leakage Currents on Porcelain and Silicone Rubber Insulators under Natural Environmental Conditions," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 27451–27466, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3057626.
- [3] M. T. Nazir, B. T. Phung, S. Yu, Y. Zhang, and S. Li, "Tracking, Erosion, and Thermal Distribution of Micro-AlN+Nano-SiO₂ Co-filled Silicone Rubber for High Voltage Outdoor Insulation," pp. 2–8, 2018, doi: 10.1049/hve.2018.5033.
- [4] A. A. Salem, R. Abd-Rahman, S. A. Al-Gailani, M. S. Kamarudin, H. Ahmad, and Z. Salam, "The Leakage Current Components as a Diagnostic Tool to Estimate Contamination Level on High Voltage Insulators," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 1–1, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2993630.
- [5] D. Huang, Z. Xiong, H. Zhang, J. Ruan, T. Xu, and X. Wan, "Influence of CaSO₄ Content in Contamination on AC Pollution Flashover Characteristics of XWP2-160 Porcelain Insulator String," *Gaodianya Jishu/High Volt. Eng.*, vol. 42, no. 12, pp. 3803–3809, 2016, doi: 10.13336/j.1003-6520.hve.20161128012.
- [6] Mika, L. S. Patras, and F. Lisi, "Perancangan Pendeteksi Partial Discharge Pada Isolasi Padat," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 3, pp. 161–170, 2019.

- [7] A. Kusumaningrum, "Analisis Akselerasi Umur Isolator Polimer 20 Kv Akibat Pengaruh Kontaminan Berdasarkan Pengukuran Arus Bocor," *J. ITS*, p. 1, 2017.
- [8] M. Akbar and B. Mehmood, "Global Experience Of HVDC Composite Insulators In Outdoor and Indoor Environment," *Rev. Adv. Mater. Sci.*, vol. 59, no. 1, pp. 606–618, 2020, doi: doi:10.1515/rams-2020-0050.
- [9] P. Vinod, B. M. A. Desai, R. Sarathi, and S. Kornhuber, "Investigation on The Electrical, Thermal and Mechanical Properties of Silicone Rubber Nanocomposites," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 26, no. 6, pp. 1876–1884, 2019, doi: 10.1109/TDEI.2019.008205.
- [10] K. Sit, A. K. Pradhan, B. Chatterjee, and S. Dalai, "A Review on Characteristics and Assessment Techniques of High Voltage Silicone Rubber Insulator," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 29, no. 5, pp. 1889–1903, 2022, doi: 10.1109/TDEI.2022.3194486.
- [11] 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, p. e0251092, Jun. 2021, doi: 10.1371/journal.pone.0251092.
- [12] Z. Zhijin, L. Tian, J. Xingliang, L. Chen, Y. Shenghuan, and Z. Yi, "Characterization of Silicone Rubber Degradation Under Salt-Fog Environment With AC Test Voltage," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 66714–66724, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2917700.
- [13] I. Ullah, M. Akbar, and H. A. Khan, "Degradation Analysis of RTV-SiR Based Composites Under Both Polarities DC Voltage for Insulators Coating," *Mater. Today Commun.*, vol. 29, no. June, p. 102890, 2021, doi: 10.1016/j.mtcomm.2021.102890.

- [14] A. Bachtiar, "Evaluasi Dan Analisa Partial Discharge Terhadap Isolator Pada Transformator-Aplikasi Pada PT. Indah Kiat Pulp And Paper Perawang," *Semat. Sch.*, pp. 34–38, 2018.
- [15] R. Arora and W. Mosch, *High Voltage and Electrical Insulation Engineering*. 2011.
- [16] D. Kind and H. Kärner, *High-voltage insulation technology: Textbook for electrical engineers*. 1985.
- [17] A. A. Salem *et al.*, "Risk Assessment of Polluted Glass Insulator Using Leakage Current Index Under Different Operating Conditions," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 175827–175839, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3026136.
- [18] X. Qiao, Z. Zhang, X. Jiang, and D. Zhang, "Contamination Characteristics of Typical Transmission Line Insulators by Wind Tunnel Simulation," *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 184, no. 174, p. 106288, 2020, doi: 10.1016/j.epsr.2020.106288.
- [19] F. Wirsching, "Calcium Sulfate," *Ullmann's Encycl. Ind. Chem.*, 2000, doi: 10.1002/14356007.a04_555.
- [20] D. Huang, W. Lu, Y. Deng, J. Ruan, and Z. Xiong, "CaSO₄ Content in Contamination Influence on AC Pollution Flashover Characteristics of XWP2-160 Porcelain Insulator String," *ICHVE 2018 - 2018 IEEE Int. Conf. High Volt. Eng. Appl.*, pp. 1–4, 2019, doi: 10.1109/ICHVE.2018.8641947.
- [21] A. Syakur, H. Berahim, N. Tumiran, and N. Rochmadi, "Electrical Tracking Formation on Silane Epoxy Resin under Various Contaminants," *TELKOMNIKA (Telecommunication, Comput. Electron. Control.*, vol. 11, no. 1, 2013, doi: 10.12928/telkomnika.v11i1.689.
- [22] Waluyo and M. S. Putra, "Influences of Mounting Inclinations and

- Natural Environmental Factors on Pin-type Silicone Rubber Insulator Leakage Currents Using the Internet-based Monitoring,” *IEEE Access*, vol. PP, p. 1, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3340260.
- [23] A. Syakur and Hermawan, “Leakage current characteristics at different shed of epoxy resin insulator under rain contaminants,” *2014 1st Int. Conf. Inf. Technol. Comput. Electr. Eng. Green Technol. Its Appl. a Better Futur. ICITACEE 2014 - Proc.*, pp. 413–418, 2015, doi: 10.1109/ICITACEE.2014.7065782.
- [24] Z. Zhang, G. Pang, H. Zheng, X. Jiang, and R. Li, “Failure Characterization of Silicone Rubber in Corrosive Environments Based on Leakage Current Characteristics,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 30, no. 4, pp. 1810–1818, 2023, doi: 10.1109/TDEI.2023.3236596.
- [25] M. Bi, R. Deng, T. Jiang, X. Chen, A. Pan, and L. Zhu, “Study on Corona Aging Characteristics of Silicone Rubber Material Under Different Environmental Conditions,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 29, no. 2, pp. 534–542, 2022.
- [26] S. Manjang, Syafaruddin, Tambi, M. Musaruddin, and I. Kitta, “Study of Leakage Current Characteristics of High Voltage Insulators Ageing after Dry Season in Polluted Environmental Conditions,” *2021 3rd Int. Conf. High Volt. Eng. Power Syst. ICHVEPS 2021*, pp. 074–078, 2021, doi: 10.1109/ICHVEPS53178.2021.9600911.