

SKRIPSI

**ARUS BOCOR DAN *FLASHOVER* PADA *SILICONE RUBBER*
YANG DIBERI POLUTAN DEBU BATU BARA (*FLY ASH*)**



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

Oleh:

**M. BINTANG MAULANA R
NIM. 03041381924069**

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

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

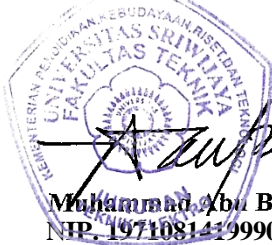
**ARUS BOCOR DAN *FLASHOVER* PADA *SILICONE RUBBER*
YANG DIBERI POLUTAN DEBU BATU BARA (*FLY ASH*)**

Oleh:

**M. BINTANG MAULANA R
NIM. 03041381924069**

Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan

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



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

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ARUS BOCOR DAN *FLASHOVER* PADA *SILICONE RUBBER*
YANG DIBERI POLUTAN DEBU BATU BARA (*FLY ASH*)**

Oleh:

**M. BINTANG MAULANA R
NIM 03041381924069**

**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 : M. Bintang Maulana R
Nomor Induk Mahasiswa : 03041381924069
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya
Persentase plagiarisme (*Turnitin*) : 14%

Menyatakan bahwa,

Karya ilmiah berupa skripsi dengan judul “Arus Bocor dan *Flashover* Pada *Silicone Rubber* Yang Diberi Polutan Debu Batu Bara (*Fly Ash*)”, 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,



M. Bintang Maulana R
NIM. 03041381924069

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

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Swt, atas ridanya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Adapun judul skripsi yang penulis ajukan yaitu “*Arus Bocor dan Flashover Pada Silicone Rubber Yang Diberi Polutan Debu Batu Bara (Fly Ash)*”.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk dapat mencapai Gelar Sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penyusunan skripsi ini tidak akan dapat dilaksanakan tanpa ada bantuan dan kerja sama dari pihak lain, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan yang diberikan, semoga yang telah diberikan menjadi amal kebaikan dimata Allah Swt.

Akhir kata saya berharap skripsi ini dapat menjadi ladang ilmu dan dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang elektro dan semua pihak yang memerlukan.

Palembang, Juli 2023

Penulis,



M. Bintang Maulana R

NIM. 03041381924069

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis menyadari, dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- ✓ Papa dan mama tercinta Chandra Joenoes, S.E. dan Herlina Agusta, S.E. serta keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan dan doa;
- ✓ Dosen pembimbing, Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng;
- ✓ Bapak Prof. Ir. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D., IPU, dan Ibu Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T., 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 Puspa Kurniasari, S.T., M.T. 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 (TTTTPL) angkatan 2019 yaitu Govin, Yogi, Iqbal, Dicky, Fathan, Fadil, Azmi, Dani, Sandy, Try, Dessy, Kiki, Nadia, dan Disha;
- ✓ Admin dan akademik jurusan teknik elektro;
- ✓ Fanny Sarah Rasyicha yang telah mendampingi selama proses perkuliahan hingga pengerjaan tugas akhir ini;
- ✓ Teman-teman mahasiswa Teknik Elektro Angkatan 2019 Universitas Sriwijaya.

Semoga mendapatkan ganjaran pahala atas semua keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan.

Palembang, Juli 2023



M. Bintang Maulana R
NIM. 03041381924069

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : M. Bintang Maulana R
NIM : 03041381924069
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, “Arus Bocor dan *Flashover* Pada *Silicone Rubber* Yang Diberi Polutan Debu Batu Bara (*Fly Ash*)” 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,



M. Bintang Maulana R
NIM. 03041381924069

ABSTRAK

ARUS BOCOR DAN *FLASHOVER* PADA *SILICONE RUBBER* YANG DIBERI POLUTAN DEBU BATU BARA (*FLY ASH*)

(M. Bintang Maulana R, 03041381924069, 2023, xix + 43 Halaman + Lampiran)

Penelitian skripsi ini melaporkan mengenai arus bocor dan *flashover* pada *silicone rubber* yang diberi polutan debu batu bara (*fly ash*) dengan Variasi lama pengkondisian pengotor yaitu 1; 2; 3 hari dan tanpa pengkondisian. Penelitian ini menyiapkan untuk pengujian sampel uji *silicone rubber* RTV 497 yang dibentuk *sheet* dengan tebal 1 mm sedangkan ukuran panjang dan lebar yaitu 50 x 25 mm yang ditempelkan dengan sistem elektroda *leaf-like sample* yang di desain dengan menggunakan aplikasi *sketch up* dengan jumlah sampel masing-masing 5 buah setiap variasi pengkondisian yang dilakukan, kemudian diuji menggunakan sistem elektroda *Aluminium Tape* dengan jarak sela antara elektroda *Aluminium Tape* sebesar 5 mm. Untuk mengetahui besar nilai arus bocor yang melewati permukaan *silicone rubber* tegangan diaplikasikan sebesar 220 V, 500 V, dan 1000 V, didiamkan 1 menit setiap variasi aplikasi tegangan untuk membaca nilai arus yang mengalir pada permukaan sampel lalu tegangan dinaikan secara perlahan hingga terjadi *flashover*. Hasil pengujian didapatkan nilai arus bocor 1; 2; 3 hari, dan tanpa pengkondisian pada aplikasi tegangan 220 V adalah sebesar 34,53; 34,69; 34,81; dan 35,09 mA, sama saja untuk aplikasi pada tegangan 500; dan 1000 V yaitu nilai arus bocornya semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan setiap arus mengalir dari konduktor menuju ground melewati permukaan luar isolator, jika permukaan isolator terdapat lapisan kontaminan maka dapat mempengaruhi arus bocor yang mengalir pada permukaan. Sedangkan hasil pengujian *flashover* dengan sampel yang sama didapatkan nilai sebesar 4112,8; 3819,4; 3676,4; dan 3511 V, hasil data yang didapatkan yaitu tegangan mengalami penurunan dengan semakin lamanya waktu pengkondisian yang dilakukan dikarenakan kontaminan debu cenderung mengendap dan menempel pada isolator, yang merupakan salah satu penyebab terbesar *flashover* dan kegagalan.

Kata Kunci: *Silicone Rubber*, *Leaf Like Sample*, Kontaminan, Debu Batu Bara, Arus Bocor, Lompatan Api

ABSTRAC

LEAKAGE CURRENT AND FLASHOVER ON SILICONE RUBBER POLLUTED WITH COAL DUST (*FLY ASH*)

(M. Bintang Maulana R, 03041381924069, 2023, xix + 43 Pages +
Appendices)

This research reports on leakage currents and flashovers on silicone rubber treated with coal dust (fly ash) pollutants with variations in the duration of impurity conditioning, namely 1; 2; 3 days and no conditioning. This study prepared for testing the RTV 497 silicone rubber test sample which was formed in a sheet with a thickness of 1 mm while the heish and width were 50 x 25 mm which were attached with a leaf-like sample electrode system for sample conditioning variation carried out, then tested using an aluminum tape electrode system with a gap between the aluminum tape electrodes of 5 mm. To determine the value of the leakage current that passes through the surface of the silicone rubber, a voltage of 220 V, 500 V, and 1000 V is applied, allowed to stand for 1 minute for each variation of voltage application to read the value of the current flowing on the surface of the sample, then the voltage is increased slowly until flashover occurs. The test results obtained a leakage current value of 1; 2; 3 days, and without conditioning at the application voltage of 220 V is 34.53; 34.69; 34.81; and 35.09 mA, the same for applications at 500 voltage and 1000 V, namely the value of the leakage current is increasing. This is because any current flows from the conductor to the ground past the outer surface of the insulator, if the surface of the insulator has a layer of contaminants it can affect the leakage current flowing on the surface. While the flashover test results with the same sample obtained a value of 4112.8; 3819.4; 3676.4; and 3511 V, the results of the data obtained are that the voltage decreases with increasing length of time the conditioning is carried out because dust contaminants tend to settle and stick to the insulator, which is one of the biggest causes of flashover and failure.

Keywords: : *Silicone Rubber, Leaf Like Sample, Contaminant, Coal Fly Ash, Leakage Current (LC), Flashover (FOV)*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
NOMENKLATUR	xviii
DAFTAR ISTILAH.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4

1.5 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Isolasi	6
2.2 Isolasi Polimer	6
2.3 <i>Silicone Rubber</i>	7
2.4 Kegagalan Pada Isolasi Padat	7
2.5 Kontaminasi Pada Permukaan Isolator Padat.....	11
2.6 Debu Batu Bara.....	12
2.7 Pelacakan Permukaan (Surface Tracking)	12
2.8 Arus Bocor	13
2.9 <i>Flashover</i>	13
2.10 Penelitian Sebelumnya.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Pendahuluan	21
3.2 Metodologi	21
3.3 Diagram Alir.....	23
3.4 Bahan	24
3.4.1 <i>Silicone Rubber (SiR)</i>	24
3.4.2 Polutan Debu Batu Bara (<i>fly ash</i>).....	25
3.4.3 Aluminium Tape	25
3.5 Alat.....	26
3.5.1 High Voltage Alternating Current Transformer	26
3.5.2 High Voltage Probe.....	27
3.5.3 Neraca Digital.....	27
3.5.4 Pearson Current Monitor	28
3.5.5 <i>Picoscope tipe 4000 series</i>	28

3.6	Pembuatan Sampel.....	29
3.6.1	Bahan dan Komposisi	29
3.6.2	Proses Pencampuran	29
3.6.3	Proses Pencetakan.....	30
3.6.4	Pemilihan Sampel	31
3.7	Pengkondisian Sampel	31
3.8	Experimental Setup.....	32
3.8.1	Sistem Elektroda.....	32
3.8.2	Rangkaian Pengujian Nilai Arus Bocor dan Tegangan <i>Flashover</i>	34
3.9	Prosedur Pengujian	35
BAB IV	HASIL PENELITIAN.....	37
4.1	Umum.....	37
4.2	Data Hasil Percobaan	37
4.3	Pembahasan	40
BAB V	PENUTUP.....	43
5.1	Kesimpulan.....	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kimia Polydimethylsiloxane	7
Gambar 2.2 Mekanisme Kegagalan Pada Isolasi Padat	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 <i>Silicone Rubber</i> (SiR).....	24
Gambar 3.3 Debu Batu Bara (<i>Fly Ash</i>).....	25
Gambar 3.4 Aluminium Tape	26
Gambar 3.5 Transformator HVAC 20 kV Manufaktur <i>Musashi Electrical Instruments Works LTD</i>	26
Gambar 3.6 High Voltage Probe	27
Gambar 3.7 Neraca Digital	27
Gambar 3.8 Pearson Current Monitor	28
Gambar 3.9 Picoscope tipe 4000 series	28
Gambar 3.10 Tahapan Pembuatan Sampel	30
Gambar 3.11 Cetakan Sampel.....	31
Gambar 3.12 Kotak Pengkondisian.....	32
Gambar 3.13 Sistem Elektroda	33
Gambar 3.14 Rangkaian Pengujian Arus Bocor dan Tegangan <i>Flashover</i> . 34	
Gambar 4.1 Perbandingan Nilai Arus Bocor Terhadap Lama Pengkondisian Pada Tegangan 220 V, 500 V, dan 1000 V.....	39
Gambar 4.2 Perbandingan Nilai Tegangan <i>Flashover</i> Pada Pengkondisian 1; 2; dan 3 Hari	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya Yang Berkaitan Dengan Judul	14
Tabel 4.1 Arus Bocor Pada Setiap Variasi Lama Pengkondisian	38

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (2.1).....	8
Persamaan (2.2).....	9
Persamaan (2.3).....	9
Persamaan (2.4).....	9
Persamaan (2.5).....	10
Persamaan (2.6).....	10
Persamaan (2.7).....	10
Persamaan (2.8).....	13

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tahap-Tahap Kegiatan Penelitian
Lampiran 2	Data Hasil Pengujian
Lampiran 3	Tampak Permukaan Sampel <i>Silicone Rubber</i>
Lampiran 4	Rekaman Hasil Gelombang Sinusoidal Ekperimental Menggunakan Aplikasi <i>Picoscope 4000 Series</i>
Lampiran 5	Lembar Plagiarisme Turnitin
Lampiran 6	Suliet/Usept

NOMENKLATUR

V	: Tegangan
d	: Jarak Celah
E	: Nilai RMS
W_{ac}	: Watt <i>Alternating Current</i>
W_{dc}	: Watt <i>Direct Current</i>
$^{\circ}$: Derajat
\mathcal{F}	: Frekuensi
δ	: Sudut
C_v	: Panas Spesifik
T	: Suhu
K	: Konduktivitas Termal
t	: Waktu
I_b	: Arus Bocor
R	: Resistansi

DAFTAR ISTILAH

<i>Leakage Current</i>	: Arus Bocor
<i>Silicone Rubber</i>	: Karet Silicone
<i>Flashover</i>	: Loncatan Bunga Api
<i>Aging</i>	: Penuaan
<i>SiR</i>	: Silicone Rubber
<i>Fly Ash</i>	: Debu Batu Bara
<i>Bottom Ash</i>	: Hasil Pembakaran Debu Batu Bara
<i>Breakdown Voltage</i>	: Jatuh Tegangan
<i>Surface Tracking</i>	: Peristiwa Terjadinya Penjajakan Karbon Pada Permukaan Isolasi
<i>Hydrophobic</i>	: Kedap Air
<i>Discharge</i>	: Peluahan
<i>Sheet</i>	: Lembaran
<i>Leaf Like sample</i>	: Elektroda

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Penyaluran sistem tenaga listrik, membutuhkan bahan isolasi yang baik agar dapat menyalurkan listrik dengan baik. Salah satu bahan yang dapat meredam dan menjaga bagian penghantar tenaga listrik yaitu bahan isolasi polimer [2]. Material polimer merupakan salah satu jenis isolasi yang digunakan pada saluran distribusi tegangan menengah. Material isolasi polimer yang banyak digunakan antara lain *Silicone Rubber* (SiR) yang digunakan sebagai isolasi pada kabel tenaga, dan isolator pasak pada sistem tegangan menengah [3].

Silicone rubber (SiR) adalah salah satu bahan yang digunakan sebagai material isolasi karena memiliki keunggulan dalam menahan air (hidrophobik), tahan panas, tahan penuaan alami, dan tahan kelembaban. Artinya SiR memiliki keunggulan dalam hal menahan air pada saat udara lembab, tidak terbentuk tetesan atau lapisan air dipermukaan material yang dapat menjadi penyebab arus bocor, dan mempunyai kinerja yang lebih baik daripada isolator keramik ataupun isolator kaca dalam hal pencegahan terjadinya *flashover*. Sifat hidrophobik dari *Silicone Rubber* (SiR) dapat berkurang, antara lain disebabkan oleh adanya paparan dari polutan yang dapat mempercepat proses penuaan (*aging*) pada isolator [4].

Dalam penyaluran tenaga listrik dengan tegangan tinggi, diperlukan peralatan yang dapat diandalkan. Salah satu masalah umum yang muncul dalam proses ini adalah kegagalan isolasi, terutama isolasi cair dan isolasi udara. Isolasi berfungsi untuk memisahkan penghantar listrik yang memiliki

tegangan yang berbeda, sehingga mencegah terjadinya pelompatan arus listrik. Namun, jika medan listrik yang diterapkan pada bahan dielektrik melebihi batas kemampuannya, isolasi dapat mengalami fenomena tegangan tembus, menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik, dan mengganggu kontinuitas sistem kerja. Hal ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu tegangan berlebih dan pemanasan termal yang diakibatkan oleh energi panas yang dihasilkan oleh aliran listrik. Panas yang dihasilkan oleh aliran listrik dapat meningkatkan suhu isolasi di atas ambang batas kerjanya. Jika pemanasan ini berlanjut secara berkelanjutan, isolasi akan mengalami degradasi dan potensial kegagalan isolasi yang dapat menyebabkan terjadinya fenomena tegangan tembus. Penggunaan bahan isolasi *silicone rubber* pada kawasan industri atau pertambangan dapat menyebabkan debu batu bara dalam jangka lama akan menempel pada permukaan isolator pada sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik yang dapat mempengaruhi kinerja dari sistem isolasi yang akhirnya dapat menyebabkan terjadinya kegagalan isolasi [5].

Pengotoran atau polutan pada permukaan isolator dapat memfasilitasi terjadinya arus bocor pada permukaan isolasi yang dapat meningkatkan konduktivitas permukaan, arus bocor pada permukaan material isolasi hingga menyebabkan terjadinya *flashover*. Sementara karet silikon (SiR) banyak digunakan sebagai bahan isolasi karena memiliki keunggulan menahan air (hidrofobik), artinya pada kondisi udara lembab terbentuk tetesan atau lapisan air pada permukaan bahan sehingga dapat membuat kebocoran arus dan dapat lebih baik dalam menghambat *flashover* daripada isolator keramik atau kaca. Penyebab utama kerusakan permukaan isolator adalah arus bocor, yang menyebabkan *flashover* dan kerusakan isolator dari waktu ke waktu [6].

Pada penelitian ini pengujian arus bocor dan tegangan *flashover* dengan bahan isolasi *silicone rubber* (SiR) dilakukan untuk mempelajari dan mengukur arus bocor dan tegangan *flashover* dengan ukuran *silicone rubber* yang telah ditentukan.

1.2 Perumusan Masalah

Polutan yang menempel pada permukaan *silicone rubber* dapat mempercepat peningkatan konduktivitas sehingga mengurangi kemampuan permukaan isolasi dalam menahan terjadinya arus bocor dan *flashover* [7]. Polutan debu batu bara (*fly ash*) yang menempel pada permukaan isolasi SiR dapat terjadi pada kawasan pertambangan atau kawasan pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakar. Pada penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa pengujian arus bocor dan flashover dengan menggunakan polutan badai debu diselatan Iran didapatkan nilai arus bocor sebesar 10 mA hingga 70 mA dan nilai tegangan flashover 35 kV hingga 15 kV [1].

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh polutan debu batu bara terhadap kinerja isolasi *silicone rubber*, maka studi mengenai peningkatan konduktivitas dan arus bocor pada permukaan isolator SiR penting untuk dilakukan. Pada penelitian ini debu batu bara atau *fly ash* dipaparkan pada permukaan sampel sebagai zat pengotor, untuk mengetahui pengaruh paparan debu batu bara pada *silicone rubber* (RTV-SiR), maka dilakukan pengukuran terhadap nilai arus bocor dan tegangan *flashover*.

1.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Melakukan pengukuran terhadap arus bocor dan tegangan *flashover* pada permukaan isolasi *silicone rubber* yang terkontaminasi debu batu bara.
2. Mengukur nilai arus bocor dan tegangan *flashover* dari sampel uji (RTV-SiR) yang terpolusi debu batu bara dengan variasi tegangan 220 Volt, 500 Volt, dan 1000 Volt.

1.4 Batasan Masalah

1. Isolasi polimer yang digunakan yaitu jenis *silicone rubber* RTV-SiR dengan ketebalan 1 mm yang dibuat dalam bentuk sheet atau lembaran.
2. Aluminium tape sebagai elektroda direkatkan pada permukaan lembaran SiR dengan jarak sela 5 mm.
3. Polutan yang digunakan berupa debu batu bara ukuran nano partikel dipaparkan pada permukaan *silicone rubber* dengan cara disemprotkan dalam ruang pengkondisian.
4. Pengkondisian menggunakan polutan debu batu bara yang disemprotkan ke permukaan sampel. Pengkondisian dibuat bervariasi dengan waktu 1;2; dan 3 hari.
5. Pengukuran arus bocor dan tegangan *flashover* dilakukan dengan penerapan tegangan tinggi bolak-balik (AC) masing-masing 220 V, 500 V, dan 1000 V.

1.5 Sistematika Penelitian

Adapun sistematika penulisan skripsi ini yang terdiri dari lima bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini terdapat pembahasan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini terdapat pembahasan tentang isolasi, isolasi polimer, *silicone rubber*, kegagalan isolasi padat, arus bocor, dan *flashover* yang diperoleh dari studi literature berupa paper, artikel, jurnal, skripsi, dan sumber bacaan lainnya.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang lokasi percobaan, waktu percobaan, alat dan bahan percobaan, pembuatan sampel, pengkondisian sampel yang diberi kontaminan, pembuatan sistem elektroda,, prosedur pengujian, rangkaian pengujian, serta teknik pengumpulan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas secara garis besar tentang hasil pengujian arus bocor dan tegangan *flashover* dengan sampel *silicone rubber* (SiR) yang diberi polutan debu batu bara (*fly ash*).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membahas kesimpulan dan saran pada hasil penelitian yang telah dilakukan agar dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. F. and A. A. S.-A. H. R. Sezavar, "An Improved Dynamic Multi-Arcs Modeling Approach for Pollution Flashover of Silicone Rubber Insulator," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 29, no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022, doi: 10.1109/TDEI.2022.3146531.Abstract.
- [2] M. S. Wakhidin, "Effects of Aging on Insulation Performance of Silicone Rubber Polymeric Insulators in Various Conditions," *J. Tek.*, pp. 1–6, 2019.
- [3] M. T. Nazir, B. T. Phung, and M. Hoffman, "Performance of silicone rubber composites with SiO₂ micro/nano-filler under AC corona discharge," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 23, no. 5, pp. 2804–2815, 2016, doi: 10.1109/TDEI.2016.7736840.
- [4] N. Dhahbi-Megrache and A. Beroual, "Time-frequency analyses of leakage current waveforms of high voltage insulators in uniform and non-uniform polluted conditions," *IET Sci. Meas. Technol.*, vol. 9, no. 8, pp. 945–954, 2015, doi: 10.1049/iet-smt.2015.0116.
- [5] I. M. D. Harinata, J. Ilham, and T. I. Yusuf, "Karakteristik Tegangan Tembus Isolasi Cair dan Isolasi Udara pada Beberapa Perubahan Suhu dan Diameter Elektroda," *J. Tek.*, vol. 17, no. 1, pp. 1–18, 2019, doi: 10.37031/jt.v17i1.39.
- [6] 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.
- [7] R. Karimpour-moziraji, "The Effect of Pollution Conductivity on Leakage Current of a 20kV Silicone Rubber insulator," *J. Basic Appl. Sci. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 974–983, 2013.

- [8] R. G. Pandian and P. Subburaj, "Leakage current and flash over performance analysis of 11 kv pin insulator under Bird excretion pollution," *2016 Int. Conf. Energy Effic. Technol. Sustain. ICEETS 2016*, pp. 311–314, 2016, doi: 10.1109/ICEETS.2016.7583771.
- [9] R. Arora and W. Mosch, *High voltage and electrical insulation engineering*. 2011. [Online]. Available: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02326a&AN=usl.1465686&site=edslive%5Cnhttp://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=6047607>
- [10] 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.
- [11] S. S. Shunmugam, N. Vasudev, K. N. Ravi, and K. A. Venkatesh, "Influence of profile on the pollution performance of cap-and-pin insulators-an experimental study," *IEEE Electr. Insul. Mag.*, vol. 32, no. 6, pp. 20–28, 2016, doi: 10.1109/MEI.2016.7656807.
- [12] Y. Zhu, M. Otsubo, C. Honda, and S. Tanaka, "Loss and recovery in hydrophobicity of silicone rubber exposed to corona discharge," *Polym. Degrad. Stab.*, vol. 91, no. 7, pp. 1448–1454, 2006, doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2005.10.014.
- [13] V. Naidu, M. S. Kamaraju, *High-voltage engineering*, vol. 176, no. 6. 1913. doi: 10.1016/s0016-0032(13)90044-2.
- [14] 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.

- [15] W. Sima, T. Yuan, Q. Yang, K. Xu, and C. Sun, "Effect of non-uniform pollution on the withstand characteristics of extra high voltage (EHV) suspension ceramic insulator string," *IET Gener. Transm. Distrib.*, vol. 4, no. 3, pp. 445–455, 2010, doi: 10.1049/iet-gtd.2009.0387.
- [16] 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.
- [17] Z. Zhang, D. Zhang, W. Zhang, C. Yang, X. Jiang, and J. Hu, "DC flashover performance of insulator string with fan-shaped non-uniform pollution," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 22, no. 1, pp. 177–184, 2015, doi: 10.1109/TDEI.2014.004776.
- [18] Subakti, "Perancangan Interior Pusat Edukasi Mitigasi Bencana di Yogyakarta," *Peranc. Inter. Pus. Mitigasi di Jogja*, vol. 27, no. 1989, pp. 6–23, 2014.
- [19] A. Syakur, H. Berahim, Tumiran, and Rochmadi, "Electrical tracking formation on silane epoxy resin under various contaminants," *Telkomnika*, vol. 11, no. 1, pp. 17–28, 2013, doi: 10.12928/telkomnika.v11i1.878.
- [20] H. Terrab, H. Boulanouar, and A. Bayadi, "Flashover process analysis of non-uniformly polluted insulation surface using experimental design methodology and finite element method," *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 163, pp. 581–589, 2018, doi: 10.1016/j.epsr.2017.12.016.
- [21] Y. Huang and X. Huang, "Flow field distribution around insulator and contamination uneven characteristic of insulator," *IET Sci. Meas. Technol.*, vol. 14, no. 10, pp. 1088–1097, 2020, doi: 10.1049/iet-

smt.2020.0277.

- [22] L. L. Alston and S. Zoledziowski, "Growth of discharges on polluted insulation," *Proc. Inst. Electr. Eng.*, vol. 110, no. 7, p. 1260, 1963, doi: 10.1049/piee.1963.0176.
- [23] M. Dhofir, R. N. Hasanah, and H. Suyono, "The Leakage Current and Flashover Voltage of Polyethylene Insulator with Different Contour Surfaces," *2020 12th Int. Conf. Electr. Eng. ICEENG 2020*, no. 1, pp. 217–222, 2020, doi: 10.1109/ICEENG45378.2020.9171763.
- [24] A. Banik, S. Dalai, and B. Chatterjee, "Studies the effect of Equivalent Salt Deposit Density on leakage current and flashover voltage of artificially contaminated disc insulators," *2015 1st Conf. Power, Dielectr. Energy Manag. NERIST, ICPDEN 2015*, 2015, doi: 10.1109/ICPDEN.2015.7084495.
- [25] I. Ahmadi-Joneidi, A. Majzoobi, A. Shayegani-Akmal, H. Mohseni, and J. Jadidian, "Aging evaluation of silicone rubber insulators using leakage current and flashover voltage analysis," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 20, no. 1, pp. 212–220, 2013, doi: 10.1109/TDEI.2013.6451360.
- [26] M. Jiang, J. Guo, Y. Jiang, L. Li, and M. Lu, "Dust contamination on surface of transmission line insulators in air-polluted regions in China: statistical characteristics, adhesion mechanism, and environmental impact factors," *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 27, no. 19, pp. 23643–23654, 2020, doi: 10.1007/s11356-020-08692-6.