

SKRIPSI

PENGARUH WAKTU PAPARAN SINAR *ULTRAVIOLET* TERHADAP KARAKTERISTIK PELUAHAN SEBAGIAN PADA RESIN EPOKSI BERPENGISI SILIKA ORGANIK: *RICE HUSK ASH*



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

**Oleh:
ANISA AULIA RAHMA
NIM. 03041181823011**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
TAHUN 2022**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH WAKTU PAPARAN SINAR *ULTRAVIOLET* TERHADAP KARAKTERISTIK PELUAHAN SEBAGIAN PADA RESIN EPOKSI BERPENGISI SILIKA ORGANIK: *RICE HUSK ASH*

Oleh:
ANISA AULIA RAHMA
NIM 03041181823011

Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan

Palembang, Agustus 2022
Jurusan Teknik Elektro,
Ketua,




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

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENGARUH WAKTU PAPARAN SINAR *ULTRAVIOLET* TERHADAP
KARAKTERISTIK PELUAHAN SEBAGIAN PADA RESIN EPOKSI
BERPENGISI SILIKA ORGANIK: *RICE HUSK ASH***

Oleh:
ANISA AULIA RAHMA
NIM 03041181823011

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

Palembang, Agustus 2022
Dosen Pembimbing,



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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Anisa Aulia Rahma
Nomor Induk Mahasiswa : 03041181823011
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro/Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya
Persentase plagiarisme (*Turnitin*) : 16%

Menyatakan bahwa,
Karya ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pengaruh Waktu Paparan Sinar *Ultraviolet* Terhadap Karakteristik Peluahan Sebagian Pada Resin Epoksi Berpengisi Silika Organik: *Rice Husk 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.

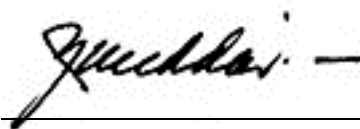
Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Agustus 2022
Yang menyatakan,



Anisa Aulia Rahma
NIM 03041181823011

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 : _____

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat-Nya, sehingga Saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Paparan Sinar *Ultraviolet* Terhadap Karakteristik Peluahan Sebagian Pada Resin Epoksi Berpengisi Silika Organik: *Rice Husk Ash*”.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan akademik pada Jurusan Teknik Elektro jenjang sarjana di Universitas Sriwijaya. Proses pembuatan skripsi ini banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari keluarga, sejawat, dan teman-teman angkatan, 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 padat.

Palembang, Agustus 2022



Anisa Aulia Rahma
NIM. 03041181823011

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- ✓ Bapak dan Ibu tercinta Surahman dan Sutini, Kakak Ilham Perdana Putra, adik Inaya Maulidina dan Alviah Zahratul Jannah;
- ✓ Dosen Pembimbing, Bapak Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D.;
- ✓ Dosen penguji, yaitu Ibu Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T., Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng dan Bapak Djulil Amri, S.T., M.T.
- ✓ Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE Rektor Universitas Sriwijaya dan Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T. Dekan Fakultas Teknik;
- ✓ Ketua Jurusan Teknik Elektro Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., dan Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. Dosen Pembimbing Akademik;
- ✓ Laboran, 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., dan Kak Ferlian Seftianto, S.T. dan Kak Cepy Oliver Anarki, S.T.;
- ✓ Teman-teman sejawat di Laboratorium *Energy and Safety* Universitas Sriwijaya 2018 yaitu Salsa, Fini, Kgs, Ferron, Alif Agung, Halim, Ilham, Jihan, Alif Fathur, Razka dan Hafez;
- ✓ Teman yang selalu membantu dan menemani Indah Febiola, Evita Lionica, Irma Aprilyanti, Intan Purnama, dan M. Dwi Septarino;
- ✓ Pihak-pihak yang telah membantu selama melaksanakan skripsi yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

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

Palembang, Agustus 2022



Anisa Aulia Rahma
NIM. 03041181823011

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Anisa Aulia Rahma
NIM : 03041181823011
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 Waktu Paparan Sinar *Ultraviolet* Terhadap Karakteristik Peluahan Sebagian Pada Resin Epoksi Berpengisi Silika Organik: *Rice Husk 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 : Agustus 2022
Yang menyatakan,



Anisa Aulia Rahma
NIM. 03041181823011

ABSTRAK
PENGARUH WAKTU PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET TERHADAP
KARAKTERISTIK PELUAHAN SEBAGIAN PADA RESIN EPOKSI
BERPENGISI SILIKA ORGANIK: *RICE HUSK ASH*

(Anisa Aulia Rahma, 03041181823011, 2022, xxi + 43 Halaman + Lampiran)

Penelitian ini membahas pengaruh waktu paparan sinar *ultraviolet* (UV) terhadap karakteristik peluahan sebagian pada resin epoksi berpengisi silika organik yang banyak diteliti sebagai alternatif silika yaitu *rice husk ash*, dengan variasi konsentrasi 1; 2; dan 3 wt% terhadap berat total sampel. Sampel dibuat dalam bentuk *sheet* dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 50 mm, dan tebal 1 mm. Sampel diberi paparan sinar UV dengan menggunakan kotak pengkondisian dan lampu 50 watt dengan variasi waktu lama paparan (0; 12; 24; 36; 48 Jam). Pengujian dilakukan dengan menggunakan elektroda jarum-piring dengan aplikasi tegangan tinggi AC yang dinaikkan secara perlahan dengan laju kenaikan 100 V/s, dengan jarak sela antar permukaan sampel dengan elektroda sebesar 1 mm. Pengujian pada epoksi resin murni mendapatkan nilai PDIV sebesar 1,630 kV dan V_{BD} sebesar 3,834 kV. Penambahan *filler* menunjukkan bahwa pengisi dapat meningkatkan nilai PDIV menjadi 1,684; 1,752; dan 1,845 kV dan V_{BD} menjadi 3,967; 4,072; dan 4,213 kV secara berturut-turut untuk setiap konsentrasi pengisi pada keadaan normal. Peningkatan dielektrik ini cukup signifikan, dibandingkan dengan kekuatan dielektrik dari material epoksi resin tanpa pengisi. Namun, pemberian paparan sinar UV pada permukaan isolasi diduga memberi pengaruh proses penuaan, yang ditunjukkan dengan menurunnya nilai PDIV dan V_{BD} yang korelasi dengan waktu lama paparan. Pengukuran menunjukkan adanya kecenderungan (tren) penurunan PDIV dan V_{BD} yang hampir konsisten mengikuti lamanya waktu paparan. Jika dibandingkan dengan kondisi normal, penurunan signifikan terjadi ketika sampel mengalami paparan 48 Jam, nilai PDIV menurun menjadi 1,404; 1,459; 1,491; dan 1,510 kV dan V_{BD} menjadi 3,671; 3,804; 3,908; dan 3,984 kV.

Kata Kunci: Sinar *Ultraviolet*, Resin Epoksi, *Rice Husk Ash*, *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV), *Breakdown Voltage* (V_{BD})

ABSTRACT

EFFECT OF ULTRAVIOLET LIGHT EXPOSURE TIME ON PARTIAL DISCHARGE CHARACTERISTIC OF EPOXY RESIN-FILLED ORGANIC SILICA: RICE HUSK ASH

(Anisa Aulia Rahma, 03041181823011, 2022, xxi + 43 Pages + Appendices)

The effect of ultraviolet exposure time on partial discharge characteristics of epoxy resin-filled organic silica, which is often studied as alternative silica, named rice husk ash, with varying concentrations of 1; 2; and 3 wt% of the total weight sample was discussed in this research. Samples cast sheet form with a length of 50 mm, a width of 50 mm, and 1 mm thickness. Samples were exposed to 50 watt UV light using a conditioning box with exposure time variations (0; 12; 24; 36; 48 hours). The test was carried out using needle-plane electrodes with the application of high voltage AC which was increased slowly with an increased rate of 100 V/s with 1 mm gap between the sample and surface. The test results on pure epoxy resin value of PDIV by 1.630 kV and V_{BD} by 3.834 kV. The addition of filler shows that it can increase the value of PDIV to 1.684; 1.752 and 1.845 kV and V_{BD} to 3.967; 4.072 and 4.213 kV at the respective concentration of filler addition under normal conditions. This dielectric increase is quite significant, compared to the dielectric strength of the unfilled epoxy resin material. However, the exposure of UV light on the surface is thought to have an influence on the aging process, as evidenced by the decrease in PDIV and V_{BD} values correlated with the length of exposure. Measurements showed a trend of decreasing PDIV and V_{BD} which was almost consistent with the length of time of exposure. Compared with normal conditions, a significant decrease occurred when the sample was exposed for 48 hours, with a reduction of PDIV to 1.404; 1.459; 1.491 and 1.510 kV and V_{BD} to 3.671; 3.804; 3.908 and 3.984 kV.

Keywords: Ultraviolet, Epoxy Resin, Rice Husk Ash, Partial Discharge Inception Voltage (PDIV), Breakdown Voltage (V_{BD})

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.....	xvi
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
NOMENKLATUR	xix
DAFTAR ISTILAH.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Isolator	6
2.2 Isolator Polimer	7
2.3 Resin Epoksi.....	8

2.4	Bahan Pengisi (<i>filler</i>)	9
2.4.1	Kandungan Silika pada Abu Sekam Padi.....	9
2.5	Sinar <i>Ultraviolet</i> (UV).....	10
2.6	Mekanisme Kegagalan Isolasi Padat	11
2.7	Kekuatan Dielektrik	14
2.8	Peluhan Sebagian (<i>Partial Discharge</i>)	14
2.9	Tegangan Tembus (<i>Breakdown Voltage</i>)	16
2.10	Kapasitansi	17
2.11	Penelitian Sebelumnya	18
BAB III METODOLOGI.....		20
3.1	Pendahuluan	20
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	21
3.3	Bahan	22
3.3.1	Resin Epoksi dan Pengeras.....	22
3.3.2	Pengisi <i>Rice Husk Ash</i>	22
3.4	Peralatan	23
3.4.1	Sistem Elektroda	23
3.4.2	<i>Mortar</i> dan <i>Pestle</i>	24
3.4.3	Neraca	24
3.4.4	Jangka Sorong.....	25
3.4.5	<i>Vacuum Drying Oven</i>	25
3.4.6	Lampu <i>Ultraviolet</i>	26
3.4.7	<i>UV Light Meter</i>	26
3.4.8	Pembangkit Tegangan Tinggi Bolak Balik.....	27
3.4.9	Tahanan Tinggi.....	27
3.4.10	<i>High Voltage Probe</i> (<i>HV Probe</i>)	28
3.4.11	<i>PicoScope</i>	28
3.4.12	<i>Pearson Current Monitor</i>	29

3.5	Pembuatan Sampel.....	29
3.5.1	Bahan Pengisi	29
3.5.2	Komposisi dan Pencampuran.....	29
3.5.3	Proses Pencetakan.....	30
3.6	Penyiapan Sampel.....	30
3.7	Perlakuan Sinar UV	31
3.8	Eksperimen <i>setup</i>	32
3.8.1	Rangkaian Pengujian.....	32
3.8.2	Prosedur Pengujian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Umum	36
4.2	Data Hasil Percobaan	36
4.3	Diskusi	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		42
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur kimia epoxy resin	8
Gambar 2.2 Kegagalan material isolasi padat.....	11
Gambar 2.3 Mekanisme kegagalan termal	13
Gambar 2.4 Mekanisme kegagalan erosi.....	13
Gambar 2.5 Fenomena peluahan sebagian	14
Gambar 2.6 Bentuk gelombang peluahan sebagian	15
Gambar 2.7 Konduktor plat	17
Gambar 3.1 Resin epoksi tipe bisphenol A dan pengeras EPH 555	22
Gambar 3.2 Pengisi <i>rice husk ash</i> hasil proses pembakaran sekam padi menggunakan tungku pembakaran.....	22
Gambar 3.3 Sistem elektroda pengukuran sampel uji (a) rancangan (b) sistem elektroda	23
Gambar 3.4 <i>Porcelain mortar</i> dan <i>pestle</i>	24
Gambar 3.5 Neraca analitik TN-Series	24
Gambar 3.6 <i>Pocket digital gauge</i> 0-25 mm/1".....	25
Gambar 3.7 <i>Vacuum Drying Oven</i> model VOV-50 merek B-ONE	25
Gambar 3.8 Lampu LED UV M8-50W	26
Gambar 3.9 UV <i>Light meter series</i> UV-340B	26
Gambar 3.10 Transformator HVAC 20kV produk Musashi <i>Electrical</i> <i>Instruments Work LTD</i>	27
Gambar 3.11 Tahanan tinggi 185 k Ω	27
Gambar 3.12 <i>High voltage probe</i> (HV Probe) tipe tektronix P6015A	28
Gambar 3.13 <i>PicoScope</i> tipe 4000 series	28
Gambar 3.14 <i>Pearson current monitor model</i> 411.....	29
Gambar 3.15 Tahapan pembuatan sampel uji	30
Gambar 3.16 Kotak pemaparan sinar <i>ultraviolet</i>	31

Gambar 3.17 Pemaparan Sinar UV	32
Gambar 3.18 Rangkaian Pengujian	31
Gambar 4.1 Karakteristik nilai PDIV terhadap variasi konsentrasi pengisi...	37
Gambar 4.2 Karakteristik nilai V_{BD} terhadap variasi konsentrasi pengisi	37
Gambar 4.3 Karakteristik PDIV pada variasi konsentrasi pengisi dengan diberi variasi perlakuan paparan UV	38
Gambar 4.4 Karakteristik V_{BD} pada variasi konsentrasi pengisi dengan diberi variasi perlakuan paparan UV	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul riset	19
Tabel 3.2 Spesifikasi dimensi sistem elektroda.....	23

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	16
Persamaan 2.2	16
Persamaan 2.3	18
Persamaan 2.4	18

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	Perhitungan Kadar Intensitas Radiasi Lampu UV
Lampiran 6	Rekaman Hasil Gelombang Sinusoidal Eksperimental Menggunakan Aplikasi Picoscope 4000 Series
Lampiran 7	Lembar Plagiarisme Turnitin

NOMENKLATUR

C	: Kapasitansi bahan dielektrik
C_o	: Kapasitansi udara
Q	: Muatan
V	: Tegangan
V_s	: Tegangan dalam keadaan standar
V_b	: Tegangan lompatan yang diukur pada keadaan sebenarnya
d_b	: Kepadatan udara relatif
ε	: Permittivitas bahan
ε_o	: Konstanta dielektrik udara ($8,854 \times 10^{-12}$)
ε_p	: Konstanta dielektrik pengisi
ε_r	: Konstanta dielektrik relatif (1,00054)
A	: Luas permukaan bidang material elektroda
d	: Jarak Sela Udara
E	: Nilai Intensitas Cahaya/Illuminasi
I	: Kepadatan Cahaya
r	: Jarak antara sumber cahaya ke objek
I_R	: Intensitas Radiasi
L	: Luminasi
F	: Fluks Cahaya
ω	: Steradian

DAFTAR ISTILAH

<i>Aging</i>	: Penuaan
<i>Air Bubble</i>	: Gelembung udara pada sampel
<i>Blacklight</i>	: Gelombang panjang
<i>Breakdown Voltage</i>	: Tegangan tembus
<i>Casting</i>	: Penuangan
<i>Contaminant</i>	: Kontaminan
<i>Covering Material</i>	: Material penutup
<i>Corona Discharge</i>	: Peluahan korona
<i>Cross Link</i>	: Ikatan yang selang-seling
<i>Curing</i>	: Pengawetan
<i>Defect</i>	: Cacat
<i>Dry Band Arching</i>	: Loncatan busur pada pita kering
<i>Electrical Stress</i>	: Tekanan Listrik
<i>Electrical Tree</i>	: Pohon listrik
<i>Electron avalanche</i>	: Pergerakan elektron
<i>Enclosed Apparatus</i>	: Perangkat tertutup
<i>Epoxy Resin</i>	: Resin epoksi
<i>Erosion</i>	: Pengikisan
<i>Filling Media</i>	: Media Pengisi
<i>Filler</i>	: Pengisi
<i>Flashover</i>	: Lompatan bunga api listrik
<i>Hardener</i>	: Pengeras/katalis
<i>Hydrophobic</i>	: Kemampuan tahan air
<i>Impurities</i>	: Ketidakmurnian
<i>Indoor Insulation</i>	: Peralatan listrik pasangan dalam
<i>Leakage Current</i>	: Arus bocor

<i>Life Time</i>	: Usia pakai
<i>Medium Wave</i>	: Gelombang medium
<i>Moisture</i>	: Kelembaban
<i>Outdoor Insulation</i>	: Peralatan listrik pasangan luar
<i>Partial Discharge Inception Voltage</i>	: Tegangan awal peluahan sebagian
<i>Protrusion</i>	: Tonjolan/permukaan yang tidak rata
<i>Rice Husk Ash</i>	: Abu Sekam Padi
<i>Room Temperature Vulcanizing</i>	: Vulkanisasi pada temperatur ruang
<i>Sheet</i>	: Lembaran
<i>Short Wave</i>	: Gelombang pendek
<i>Solid Support</i>	: Penyangga padat
<i>Spark Over</i>	: Percikan bunga api listrik
<i>Stainless Steel</i>	: Baja anti karat (stainlis)
<i>Streamer</i>	: Banjiran Elektron
<i>Surface Aging</i>	: Penuaan permukaan
<i>Surface Discharge</i>	: Peluahan yang terjadi di permukaan
<i>Tracking</i>	: Pelacakan
<i>UltraViolet</i>	: Sinar UltraViolet
<i>Void</i>	: Rongga udara

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Distribusi tenaga listrik adalah proses penyaluran energi listrik dari sistem transmisi ke konsumen. Peralatan listrik berkualitas diperlukan untuk mendistribusikan energi listrik secara berkelanjutan, aman, andal, dan ekonomis. Isolator dengan kualitas baik sangat diperlukan, karena isolator memegang peran penting sebagai upaya mencegah terjadinya gangguan. Gangguan yang paling umum terjadi ialah kegagalan isolasi akibat tidak berfungsinya sistem isolasi dan dapat menyebabkan kegagalan distribusi energi. Salah satu penyebab kejadian kegagalan isolasi adalah tekanan listrik (*electrical stress*) yang terkonsentrasi pada permukaan isolasi secara terus-menerus yang memicu munculnya pita kering (*dry band*) dan menimbulkan panas hingga menyebabkan munculnya fenomena peluahan sebagian [1].

Agar sistem isolasi berfungsi secara optimal, diperlukan bahan isolasi dengan kualitas dan kinerja yang unggul. Isolator berbahan polimer merupakan salah satu isolasi yang memiliki beberapa keunggulan dibandingkan isolator keramik/kaca antara lain seperti ketahanan terhadap korosi, sifat yang keras, kuat dan dapat berdiri sendiri tanpa fasilitas penunjang. Isolator berbahan polimer resin epoksi menjadi salah satu bahan yang terus dikembangkan karena bersifat dielektris, mempunyai ketahanan kimia yang baik, bersifat kedap air (*hydrofobic*), memiliki nilai adhesi yang baik untuk berbagai substrat, toksisitas rendah dan harga yang ekonomis, serta berat massanya yang ringan [2]. Namun, isolator polimer resin epoksi sensitif terhadap ketahanan perubahan cuaca dan radiasi *ultraviolet* (UV) tinggi, sehingga dapat menyebabkan menurunnya kekuatan dielektrik dan dapat memicu kerusakan fisik isolator [3], [4]. Penambahan bahan pengisi

(*filler*) seperti pasir silika ataupun abu (*ash*) yang mengandung silika dapat membantu mengatasinya [5].

Pemanfaatan dan pengelolaan *bio-waste* menjadi bentuk kepedulian terhadap lingkungan yang berkelanjutan. Salah satu cara untuk mengaktifkannya adalah dengan mengganti bahan pengisi komersial dengan bahan komposit, yaitu silika dari sekam padi yang diproses menjadi bahan pengisi untuk pengolahan komposit. Persentase silika (SiO_2) dalam abu sekam padi terdiri dari lebih dari 95% silika amorf [6]. Banyak peneliti yang telah melakukan penelitian untuk meningkatkan kekuatan dielektrik resin epoksi yang diberi pengisi abu sekam padi. Namun, dalam beberapa referensi, sinar *ultraviolet* dapat memutuskan ikatan kovalen bahan organik dan dapat menyebabkan berbagai efek degradasi yang berbahaya pada permukaan polimer dan semikonduktor.

Oleh karena itu, penelitian ini akan melakukan pengujian mengenai pengaruh sinar UV terhadap karakteristik peluahan sebagian dari material isolasi jenis resin epoksi yang diberi pengisi silika organik (SiO_2), dengan variasi waktu paparan 12; 24; 36; dan 48 jam.

1.2 Perumusan Masalah

Resin epoksi telah menjadi bahan yang banyak dimanfaatkan karena kinerjanya yang lebih unggul dibandingkan dengan keramik/kaca. Akan tetapi, isolator berbahan polimer resin epoksi memiliki ketahanan terhadap perubahan cuaca dan radiasi *ultraviolet* (UV) yang kurang baik sehingga dapat mempercepat terjadinya penuaan (*aging*) apabila terpapar perubahan cuaca dan *ultraviolet* (UV) secara terus-menerus, sehingga menyebabkan penurunan kekuatan isolasi dielektrik akibat terjadinya degradasi pada permukaan fisik isolator. Untuk meningkatkan kekuatan dielektrik resin

epoksi dapat dilakukan dengan cara menambahkan bahan pengisi yang mengandung silika [5].

Abu sekam padi merupakan salah satu bahan organik yang mengandung Silika (SiO_2) [6]. Pemanfaatan abu sekam padi sebagai bahan pengisi merupakan alternatif yang perlu dicoba untuk mengetahui pengaruhnya terhadap karakteristik kekuatan dielektriknya.

Sinar UV merupakan salah satu faktor yang dapat mempercepat terjadinya penuaan (*aging*) dan dapat menghasilkan efek degradasi berbahaya karena mengandung emisi *ultraviolet* yang tinggi. Penyerapan emisi ini dapat mempercepat laju kerusakan kimia dan kerusakan mekanis pada struktur isolator [7]. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mempelajari pengaruh waktu sinar UV terhadap karakteristik peluahan sebagian pada resin epoksi yang diberi pengisi silika organik sebagai alternatif pengganti silika sintetis.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendapatkan nilai *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV) dan *Breakdown Voltage* (V_{BD}) pada resin epoksi diberi pengisi silika organik.
2. Mendapatkan perbandingan nilai *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV) dan *Breakdown Voltage* (V_{BD}) pada material isolasi resin epoksi berpengisi setelah diberi paparan sinar UV.
3. Mempelajari pengaruh sinar UV terhadap kekuatan bahan resin epoksi diberi pengisi silika organik.



FULL REVISI HALIM
paragraf heading.d

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan menggunakan sampel material polimer jenis resin epoksi yang dibuat berbentuk lembaran (*sheet*) ukuran panjang 50 mm, lebar 50 mm, dan tebal 1 mm. Pada penelitian ini sampel dibuat menjadi dua jenis yaitu resin epoksi tanpa pengisi, dan sampel yang diberi pengisi abu sekam padi dengan konsentrasi 1; 2; dan 3 wt%.

Pada penelitian ini,

1. Sampel uji diberikan paparan sinar UV dengan lama paparan yang bervariasi yaitu, 12; 24; 36; dan 48 jam.
2. Sistem elektroda yang digunakan dengan susunan jarum-piring.
3. Jarak sela antara ujung elektroda jarum dengan permukaan sampel adalah 1 mm.
4. Tegangan yang diaplikasikan pada elektroda adalah tegangan tinggi bolak-balik (AC) dengan frekuensi kerja 50 Hz.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan yang diaplikasikan dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan tentang kelebihan dan kekurangan isolasi, isolasi polimer resin epoksi, penambahan bahan pengisi (*filler*), abu sekam padi sebagai alternatif *filler*, pengaruh sinar *ultraviolet* pada isolasi serta alasan studi perlu dilaksanakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang informasi yang berhubungan mengenai isolasi polimer resin epoksi, pengisi (*filler*) abu sekam padi dan

sinar UV, serta informasi penelitian sebelumnya, termasuk artikel, *paper*, *ebook*, skripsi, dan sumber bacaan lain.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang tempat, waktu, dan tahapan dari penelitian, dimulai dari proses penyiapan alat serta bahan, pembuatan sampel, perlakuan pada sampel, pembuatan sistem elektroda, serta rangkaian dan teknik pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil pengukuran *Partial Discharge Inception Voltage* (PDIV) dan *Breakdown Voltage* (V_{BD}) yang diolah memakai *statistic method*, dengan data pengukuran yang dilampirkan menggunakan gambar grafik. Data dianalisis berdasarkan teori dan hasil studi eksperimental sebelumnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian akhir skripsi yang berisikan hasil penelitian dengan kesimpulan terkait yang ditulis dalam bentuk poin dan saran untuk menjadi acuan ide penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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.
- [2] B. I. Technologies and I. R. C. Welwyn, "High Voltage Application Note," *2018 Int. Conf. Power, Energy, Control Transm. Syst.*, pp. 128–132, 2018.
- [3] V. K. Agarwal, "Aging of Multistressed Polymeric Insulators," *IEEE Trans. Electr. Insul.*, vol. 24, no. 5, pp. 741–764, 1989, doi: 10.1109/14.42157.
- [4] P. D. Bastidas and S. M. Rowland, "Interfacial aging in composite insulators as a result of partial discharge activity," *2017 IEEE Electr. Insul. Conf. EIC 2017*, no. June, pp. 13–16, 2017, doi: 10.1109/EIC.2017.8004690.
- [5] M. Kurimoto, T. Kawashima, H. Suzuki, Y. Murakami, and M. Nagao, "Dielectric permittivity characteristic of mesoporous-alumina/epoxy composite," *Annu. Rep. - Conf. Electr. Insul. Dielectr. Phenomena, CEIDP*, pp. 307–310, 2012, doi: 10.1109/CEIDP.2012.6378782.
- [6] F. Farirai *et al.*, "Methods of extracting silica and silicon from agricultural waste ashes and application of the produced silicon in solar cells: a mini-review," *Int. J. Sustain. Eng.*, vol. 14, no. 1, pp. 57–78, 2021, doi: 10.1080/19397038.2020.1720854.
- [7] S. U. Hamim, K. Mishra, and R. P. Singh, "Effect of UV Exposure on Mechanical Properties of POSS Reinforced Epoxy Nanocomposites," no. June 2014, pp. 147–152, 2015, doi:

10.1007/978-3-319-06980-7_18.

- [8] P. Power, “Electrical Breakdown in Solids , Liquids , and Vacuum,” pp. 439–492, 2017.
- [9] I. K. Wijaya, “Material Teknik Elektro,” p. 74, 2015.
- [10] S. Sundhar, A. Bernstorff, W. Goch, D. Linspn, and L. Huntsman, “Polymer insulating materials and insulators for high voltage outdoor applications,” *Conf. Rec. IEEE Int. Symp. Electr. Insul.*, vol. 1992-June, pp. 222–228, 1992, doi: 10.1109/ELINSL.1992.247015.
- [11] H. Prabowo, H. Berahim, and K. T. Sirait, “Mathematical analysis to study the electrical performance of RTV silane epoxy resins as the high voltage polimeric materials insulator in tropical climate,” *Proc. IEEE Int. Conf. Prop. Appl. Dielectr. Mater.*, no. July 2006, pp. 404–407, 2006, doi: 10.1109/ICPADM.2006.284201.
- [12] 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.
- [13] E. Indra, “Studi Kekuatan Dielektrik Pada Bahan Campuran Abu Sekam Padi Dengan Resin Epoksi,” *Univ. Tanjung Pura*, p. 4, 2013.
- [14] Z. Farhadinejad, M. Ehsani, I. Ahmadi-Joneidi, A. Shayegani, and H. Mohseni, “Effects of UVC radiation on thermal, electrical and morphological behavior of silicone rubber insulators,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 19, no. 5, pp. 1740–1749, 2012, doi: 10.1109/TDEI.2012.6311523.
- [15] I. M. Y. Negara, *Teknik Tegangan Tinggi : Prinsip dan Aplikasi Praktis*, Pertama (1. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.

- [16] Tadjuddin, “Mekanisme Kegagalan Isolasi Padat,” *Univ. Hasanuddin*, 1998.
- [17] E. Kuffel and M. Abdullah, *High Voltage Engineering*. London: Permagon Press, 2000.
- [18] J. A. K. Patel, N. J., Dudani, K. K., “Partial Discharge Detection-An Overview,” *J. Information, Knowl. Res. Electr. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 331–335, 2012.
- [19] F. G. Becker *et al.*, *Foundations of Pulsed Power Technology*, vol. 7, no. 1. 2015.
- [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] D. J. Bergman, “The dielectric constant of a composite material-A problem in classical physics,” *Phys. Rep.*, vol. 43, no. 9, pp. 377–407, 1978, doi: 10.1016/0370-1573(78)90009-1.
- [22] Z. Wang *et al.*, “Simultaneously enhanced dielectric properties and through-plane thermal conductivity of epoxy composites with alumina and boron nitride nanosheets,” *Sci. Rep.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–11, 2021, doi: 10.1038/s41598-021-81925-x.
- [23] M. H. Asghar, F. Placido, and S. Naseem, “P HYSICAL J OURNAL Characterization of reactively evaporated TiO 2 thin films as high,” *Eur. Phys. JournalApplied Phys.*, vol. 184, no. 3, pp. 177–184, 2006, doi: 10.1051/epjap.
- [24] G. F. Jian V. Li, *Capacitance Spectroscopy of Semiconductors*. 2018.
- [25] P. van Harten dan E. Setiawan, *Instalasi Listrik Arus Kuat 2*. Bandung, 1983.