

SKRIPSI

**TEGANGAN TEMBUS INTRINSIK ISOLASI RESIN EPOKSI
BERPENGISI SiO_2 MENGGUNAKAN METODE *MCKEOWN*
*TEST SPECIMEN***



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

Oleh:

**FAHRIZAHRAH KHOIRULLAH
NIM 03041281722058**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

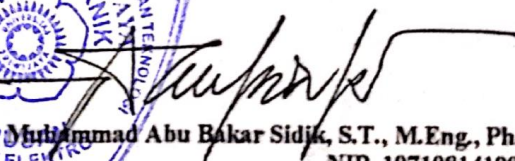
TEGANGAN TEMBUS INTRINSIK ISOLASI RESIN EPOKSI
BERPENGISI SiO_2 MENGGUNAKAN METODE *MCKEOWN TEST*
SPECIMEN

Oleh :
Fahrizahran Khoirullah
NIM 03041281722058

Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan



Palembang, 25 September 2021
Ketua Jurusan Teknik Elektro,


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

LEMBAR PERSETUJUAN

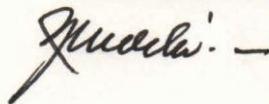
SKRIPSI

TEGANGAN TEMBUS INTRINSIK ISOLASI RESIN EPOKSI BERPENGISI SiO_2 MENGGUNAKAN METODE *MCKEOWN TEST* *SPECIMEN*

Oleh :
Fahrizahran Khoirullah
NIM 03041281722058

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

Palembang, 25 September 2021
Dosen Pembimbing Utama,



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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Fahrizahran Khoirullah
Nomor Induk Mahasiswa : 03041281722058
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Persentase Plagiarisme
(Turnitin) : 15 %

Menyatakan bahwa,

Karya Ilmiah berupa skripsi dengan judul "*Tegangan Tembus Intrinsik Isolasi Resin Epoksi Berpengisi SiO₂ Menggunakan Metode McKeown Test Specimen*" merupakan karya saya sendiri dan benar keasliannya.

Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini terbukti 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, 25 September 2021

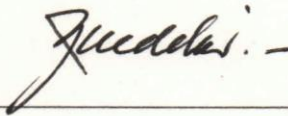
Yang Menyatakan,



Fahrizahran Khoirullah

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. H. Zainuddin Nawawi, Ph.D.

Tanggal

: 25 /September/2021

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang atas rahmat dan ridhon nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Tegangan Tembus Intrinsik Isolasi Resin Epoksi Berpengisi SiO₂ Menggunakan Metode McKeown Test Specimen”.

Skripsi ini dibuat guna memenuhi persyaratan pendidikan di Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini penulis mengalami banyak kesulitan dan tantangan akan tetapi berkat banyaknya dukungan dan dorongan dari banyak pihak penulis dapat mengatasi kesulitan tersebut.

Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna, banyak terdapat kekurangan-kekuangan, baik dari kualitas maupun kuantitas tata tulis ataupun bahan observasi yang tersaji. Oleh karena itu saran dan masukan amat berguna untuk meningkatkan kualitas dari skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih atas dukungan yang telah diberikan dan semoga dapat menjadi amal kebaikan dihadapan Allah SWT. Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi ladang ilmu dan bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama di bidang Teknik Elektro.

Palembang, 25 September 2021



Fahrizahran Khoirullah

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- ✓ Ayah Amrullah dan Ibu Yusniar, serta adik-adik kandung saya Jihan Sofiyah Hanifah, M. Fadhil Alfurqon , dan juga seluruh keluarga besar yang senantiasa mendoakan untuk kesuksesan pendidikan saya ;
- ✓ Dosen pembimbing utama Bapak Prof. Ir H. Zainuddin Nawawi, Ph.D.;
- ✓ Dosen penguji yaitu Ibu Ir. Hj. Dwirina Yuniarti, M.T., Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng.;
- ✓ Rektor Unsri Prof. Dr. Ir. H Anis Saggaf, MSCE dan Dekan Fakultas Teknik Dr.Eng. Ir. Joni Arliansyah, M.T.;
- ✓ Ketua Jurusan Teknik Elektro Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng, Ph.D., IPU dan dosen pembimbing akademik Ibu Hj. Rahmawati, S.T., M.T.;
- ✓ Laboran Pranata, senior dan semua rekan sejawat di Laboratorium *Safety and Energy* Universitas Sriwijaya : Ibu Dr. Syarifah Fitria, S.T., Bapak Lukmanul Hakim, S.T. , Kak Intan Dwi Putri S.T., Kak Ferlian Seftianto S.T., Cintia, Jihan, Niken, Novia, Abiyyu, Cepy, Bayuarta, Bayu, dan Reynaldi;
- ✓ Terima kasih Cut Rusda Mallinda yang senantiasa menyemangati saya;
- ✓ Pihak-pihak yang telah membantu selama saya melaksanakan tugas akhir ini yang tidak dapat saya tuliskan satu persatu.

Saya Berdoa kepada Allah SWT agar Memberikan ganjaran pahala atas semua keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan

Palembang, 25 September 2021



Fahrizahran Khoirullah

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Fahrizahran Khoirullah
NIM : 03041281722058
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Untuk kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul, “Tegangan Tembus Intrinsik Isolasi Resin Epoksi Berpengisi SiO₂ Menggunakan Metode McKeown Test Specimen” 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 : 25 September 2021
Yang menyatakan,



Fahrizahran Khoirullah

ABSTRAK
TEGANGAN TEMBUS INTRINSIK ISOLASI RESIN EPOKSI
BERPENGISI SiO_2 MENGGUNAKAN METODE *McKEOWN TEST*
SPECIMEN

(Fahrizahran Khoirullah, 03041281722058, 2021, xx + 38 Halaman + Lampiran)

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai tegangan tembus intrinsik dari isolasi resin epoksi yang diberi pengisi SiO_2 . Pengujian ini dilakukan menggunakan metode *McKeown Test Specimen* dengan tebal sampel uji 1 mm. Resin Epoksi yang digunakan berwarna *crystal clear* produk Eposchon. Hasil pengujian yang didapat menunjukkan pengaruh dari penambahan bahan pengisi *nanofiller* SiO_2 terhadap kekuatan isolasi resin epoksi dalam menahan stress tegangan. Penambahan SiO_2 mampu meningkatkan ketahanan dielektrik sampel dalam menahan stress mekanik yang diberikan. Peningkatan tegangan tembus isolasi resin epoksi jika diberikan penambahan SiO_2 adalah 0,999 % untuk pengisi 1 wt%, sementara itu penambahan pengisi 3 wt% mampu meningkatkan sampai 1,922 % apabila dibandingkan dengan resin epoksi murni. Secara umum dapat dikatakan bahan resin epoksi yang diberi pengisi/*nanofiller* SiO_2 sampai dengan 3 wt% akan meningkatkan kekuatan tembus material isolasi resin.

Kata Kunci: Tegangan Tembus, Resin Epoksi, SiO_2

Palembang, 25 September 2021

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,
Pembimbing Utama


Muhammad Abu Bakar Sidiq, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU
NIP. 19710814199031005



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

ABSTRACT

INTRINSIC BREAKDOWN VOLTAGE OF DIELECTRIC EPOXY RESIN WITH SiO_2 FILLER USING THE MCKEOWN TEST SPECIMEN METHOD

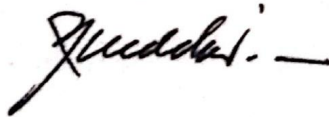
(Fahrizahran Khoirullah, 03041281722058, 2021, xx + 38 Pages + Appendices)

The purpose of this experiment was to obtain the intrinsic breakdown voltage of the epoxy resin dielectric which was filled with SiO_2 filler. This investigation is carried out using McKeown Test Specimen method with a thickness of sample is 1 mm. The Epoxy resin that used in this test is a crystal clear color with Eposchon brand. The investigation results show an effect from the addition of SiO_2 nanofiller on the dielectric strength of the epoxy resin in resisting electrical stress. Addition of SiO_2 was able to increase the dielectric strength of the sample to withstand the given mechanical stress. The increase in breakdown voltage of epoxy resin dielectric while given the addition of 0.999% SiO_2 for 1 wt% filler, meanwhile in the filler of 3 wt% can increase up to 1.922% when compared to pure epoxy resin. In general resin filled with SiO_2 nanofiller until 3 wt% will increase the breakdown strength in resin material dielectric.

Keywords: Breakdown Voltage, Epoxy Resin, SiO_2

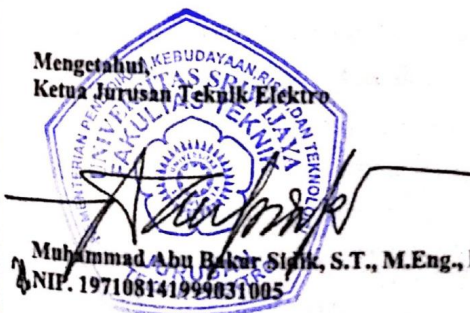
Palembang, 25 September 2021

Menyetujui,
Pembimbing Utama



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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	i
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	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Bahan Isolasi	7
2.2 Bahan Isolasi Polimer.....	8

2.3	Resin Epoksi.....	9
2.4	Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	11
	2.4.1 Silikon Dioksida (SiO ₂).....	11
2.5	Partial Discharge	12
2.6	Tegangan Tembus (Breakdown)	14
	2.6.1 Tegangan Tembus(Breakdown) Pada Isolasi Padat	14
	2.6.2 Tegangan Tembus Intrinsik.....	16
2.7	Kekuatan Dielektrik	16
2.8	McKeown Test Specimen	17
2.9	Penelitian Sebelumnya	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		20
3.1	Umum.....	20
3.2	Metode Penelitian	20
3.3	Diagram Alir Penelitian	22
3.4	Bahan Penelitian.....	23
	3.4.1 Sampel (Resin Epoksi dan <i>Hardener</i>).....	23
	3.4.2 Pengisi/ <i>Nanofiller</i> Silikon Dioksida (SiO ₂).....	23
3.5	Peralatan Penelitian	24
	3.5.1 Timbangan Digital.....	24
	3.5.2 Vacuum	24
	3.5.3 Jangka Sorong Digital	25
	3.5.4 Transformator Tegangan Tinggi AC	25
	3.5.5 Tahanan Tinggi	26
	3.5.6 <i>High Voltage Probe Tektronix P6015A</i>	26
	3.5.7 <i>Picoscope</i>	27
	3.5.8 <i>Pearson Current Monitor Model 411</i>	27
3.6	Pembuatan Sampel	28

3.6.1	Bahan dan Komposisi.....	28
3.6.2	Proses Pencampuran dan Pencetakan.....	28
3.6.3	Proses Pencetakan.....	29
3.6.4	Pemilihan Sampel.....	29
3.7	Rangkaian Pengujian.....	29
3.7.1	Sistem Elektroda.....	29
3.7.2	Proses Pembuatan Sistem Elektroda.....	30
3.7.3	Rangkaian Pengujian.....	31
3.8	Prosedur Pengukuran.....	32
3.9	Pengambilan Data.....	33
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1	Umum.....	34
4.2	Data Hasil Pengukuran.....	34
4.3	Diskusi.....	36
BAB V	PENUTUP.....	38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kimia <i>Polyethylene</i>	8
Gambar 2.2 Struktur Kimia Bahan Isolasi Polimer	9
Gambar 2.3 Struktur Kimia Resin Epoksi	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2 Resin Epoksi beserta <i>hardener</i>	23
Gambar 3.3 <i>Silikon dioksida</i> merek wacker HDK N20 pyrogenic silika.....	23
Gambar 3.4 Neraca Digital Mini Scale TN-Series	24
Gambar 3.5 Vacuum Drying Oven	24
Gambar 3.6 Jangka Sorong Digital.....	25
Gambar 3.7 Transformator Tegangan Tinggi AC.....	25
Gambar 3.8 Tahanan Tinggi	26
Gambar 3.9 <i>High Voltage Probe</i> Tektronix P6015A.....	26
Gambar 3.10 Picoscope 4000 series	27
Gambar 3.11 <i>Pearson current monitor model 411</i>	27
Gambar 3.12 Sistem Elektroda	30
Gambar 3.13 Proses Pembuatan Sistem Elektroda	30
Gambar 3.14 Eksperimental Set Up.....	32
Gambar 4.1 Karakteristik nilai PDIV terhadap variasi konsentrasi yaitu 0 wt% 1 wt% dan 3 wt%	35
Gambar 4.2 Karakteristik nilai V_{BD} terhadap variasi konsentrasi yaitu 0 wt% 1 wt% dan 3 wt%	35

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian yang berkaitan dengan studi yang akan dilakukan.....18

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	14
---------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tahap-Tahap Kegiatan Penelitian
Lampiran 2	Data Hasil Pengujian
Lampiran 3	Nilai Standar Deviasi dan Varian
Lampiran 4	Perhitungan konstanta dielektrik dan kapasitansi
Lampiran 5	Gambar Grafik Gelombang hasil Pengujian menggunakan aplikasi <i>Picoscope 4000 Series</i>
Lampiran 6	<i>Timeline</i> Schedule Tugas Akhir
Lampiran 7	Lembar Plagiarisme Turnitin
Lampiran Khusus	Lembar SULIET / USEPT Lembar Persetujuan Seminar Proposal Lembar Persetujuan Seminar Hasil Lembar Revisi Seminar Proposal Lembar Revisi Seminar Hasil

NOMENKLATUR

C	: Kapasitansi bahan dielektrik
Q	: Muatan Listrik
V	: Tegangan
ϵ_e	: Permittivitas relatif campuran
A	: Luas Permukaan Elektroda
v	: Volume Material Bahan Pengisi
ϵ_1	: Konstanta Dielektrik Relatif material isolasi
ϵ_2	: Konstanta Dielektrik Relatif Bahan Pengisi
s	: Standar Deviasi
s^2	: Varian

DAFTAR ISTILAH

<i>Aging</i>	: Penuaan
<i>Electrical Breakdown</i>	: Tembus Listrik
<i>Breakdown Voltage</i>	: Tegangan Tembus
<i>Bubble</i>	: Gelembung udara pada sampel
<i>Complete Breakdown</i>	: Tembus Sempurna
<i>Contaminants</i>	: Kontaminasi
<i>Covering Material</i>	: Penutup material
<i>Casting</i>	: Penuangan
<i>Dielectric Strength</i>	: Kekuatan dielektrik
<i>Epoxy Resin</i>	: Material isolasi resin epoksi
<i>Electrical Stress</i>	: Tekanan listrik
<i>Enclosed Apparatus</i>	: Peralatan listrik dalam keadaan tertutup
<i>Filler</i>	: Pengisi
<i>Flashover</i>	: Lompatan bunga api listrik
<i>Hydrophobic</i>	: Sifat menolak air
<i>Hardener</i>	: Pengeras/katalis
<i>Leakage Current</i>	: Arus bocor
<i>Life Time</i>	: Usia pakai
<i>Humidity</i>	: Kelembaban
<i>Nanofiller</i>	: Pengisi yang berukuran nano
<i>Non-Toxic</i>	: Tidak beracun
<i>Protrusions</i>	: Tonjolan/permukaan yang tidak rata
<i>Partial Discharge</i>	: Peluahan sebagian
<i>Partial Discharge Inception Voltage</i>	: Tegangan awal peluahan sebagian

<i>Surface Discharge</i>	: Peluahan yang terjadi di permukaan
<i>Solid Support</i>	: Penyangga
<i>Sparkover</i>	: Percikan bunga api listrik
<i>Sheet</i>	: Lembaran
<i>Stainless Steel</i>	: Baja Steinless
<i>Tracking</i>	: Pelacakan
<i>Upper Electrode</i>	: Elektroda bagian atas
<i>Void</i>	: Rongga udara

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isolasi merupakan komponen yang penting pada sistem kelistrikan khususnya dalam tegangan tinggi. Isolasi berfungsi untuk mencegah terjadinya kerusakan dan kerugian yang dapat timbul akibat mengalirnya arus ke bagian-bagian yang tidak dikehendaki. Fungsi penting material isolasi yaitu untuk mengisolasi konduktor yang bertegangan tinggi terhadap konduktor lainnya, agar tidak terjadinya kegagalan isolasi suatu sistem tenaga listrik. Suatu isolasi harus memiliki kemampuan untuk menahan *stress* yang diakibatkan oleh terpapar kimia maupun thermal dan lain-lain. Kegagalan isolasi padat dapat ditimbulkan karena adanya *internal void* atau rongga, hal tersebut dapat dianalisa menggunakan metode *partial discharge* (PD) [1][2].

Adanya fenomena PD adalah awal terjadinya peristiwa kegagalan isolasi. PD merupakan peluahan muatan listrik lokal yang hanya menjembatani sebagian isolasi diantara konduktor dengan medium atau perantara seperti udara. Analisa PD dapat menentukan ketahanan isolasi. PD terjadi akibat dari intensitas *electrical stress* yang dialami pada isolasi. Pada permukaan isolasi umumnya muncul daerah pita kering (*dryband*). Jika *dryband* semakin meningkat, maka akan terjadi *flashover* yang menyebabkan karbonisasi dan *erosion* dari bahan isolasi yang mengarah pada pembentukan "*carbon tracking*" pada permukaan sehingga akan menyebabkan kegagalan isolasi. [3].

Partial Discharge merupakan suatu peristiwa penurunan kualitas isolasi pada dielektrik sebelum terjadinya kegagalan suatu sistem isolasi yang

disebut dengan *Breakdown*. Tegangan tembus (*Breakdown Voltage*) adalah tegangan ambang tepat dimulainya kerusakan namun sebelum arus dapat mengalir tegangan *gap* terbuka serta meningkatnya ionisasi pada dielektrik sehingga terbentuknya jalur. *Breakdown Voltage* ditandai dengan hilangnya properti insulasi yang diukur dalam karakteristik arus per waktu. Salah satu mekanisme kegagalan pada bahan isolasi padat adalah kegagalan asasi (intrinsik). Kegagalan intrinsik adalah kegagalan yang disebabkan oleh jenis dan suhu bahan (dengan menghilangkan pengaruh luar seperti tekanan, bahan elektroda, ketidakmurnian, dan kantong-kantong udara). Kegagalan ini terjadi jika tegangan yang dikenakan pada bahan dinaikkan sehingga tekanan listriknnya mencapai nilai tertentu yaitu 10^6 volt/cm dalam waktu yang sangat singkat yaitu 10^{-8} detik [1][4].

Resin Epoksi merupakan salah satu material isolasi pada sistem tegangan tinggi yang banyak digunakan dikarenakan memiliki sifat yang unggul baik secara mekanik, elektrik dan kimia [5]. Resin Epoksi juga digunakan sebagai isolasi untuk transformator. Pengaplikasian ini dibatasi oleh *stress* mekanik dan pabrikan yang baik dari sistem isolasi, dimana disipasi dan efek volume dari kekuatan elektrik menjadi masalah tambahan [6]. Pengujian tegangan tembus bertujuan untuk mengetahui batas kemampuan dari material isolasi yang dipakai. Untuk meningkatkan kekuatan tegangan tembus (*Breakdown Strength*) pada polimer resin epoksi, dapat dilakukan dengan cara penambahan bahan pengisi, salah satunya ialah *silicone dioxide* (SiO_2) [5].

Pengujian tegangan tembus intrinsik pada isolasi jenis resin epoksi sudah pernah dilakukan menggunakan berbagai macam metode, contohnya pada bola-piring. Akan tetapi, metode bola-piring memiliki beberapa

kelemahan salah satunya yaitu akurasi yang kurang baik. Untuk itu metode dengan sistem elektroda *McKeown Test Specimen* dapat melengkapi kekurangan metode sistem elektroda bola-piring karena metode ini dapat menghasilkan nilai tegangan tembus yang tinggi dan dapat direproduksi kekuatan intrinsiknya. *McKeown Test Specimen* adalah sistem elektroda yang menggunakan elektroda bola-bola yang menggigit sampel yang akan diuji dan kemudian ditutup menggunakan resin epoksi agar pengujian terhindar dari pengaruh lingkungan dan gangguan lainnya [7].

Oleh karena itu pada penelitian ini, akan melakukan pengujian tegangan tembus pada Epoksi/SiO₂ dengan menggunakan sistem elektroda bola dan bola berdasarkan metode *McKeown test Specimen*. Sampel yang digunakan memiliki perbedaan konsentrasi pengisi yaitu 0 wt%, 1 wt%, dan 3 wt%. Sampel untuk masing-masing konsentrasi dilakukan sebanyak lima kali pengujian.

1.2 Perumusan Masalah

Pengukuran tegangan tembus menggunakan sistem elektroda dapat dipengaruhi oleh kondisi kelembapan sekitar. Untuk menghilangkan/meminimalisir pengaruh tersebut digunakan metode *McKeown Test Specimen* yang secara teoritis mampu melindungi sampel dari pengaruh lingkungan.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh penambahan SiO₂ terhadap Resin Epoksi dan untuk mendapatkan nilai tegangan tembus asasi (intrinsik) (V_{BD}) dari resin epoksi tersebut.

2. Memperoleh nilai PDIV serta Tegangan Tembus pada Isolasi resin epoksi dengan pengisi SiO_2 yang berbeda konsentrasi yaitu 1 wt%, 3 wt% yang dibandingkan dengan sampel tanpa pengisi.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan mencakup kegiatan, dan kondisi sebagai berikut:

1. Penelitian ini untuk mendapatkan nilai Tegangan Tembus intrinsik dari Resin Epoxy dengan penambahan pengisi nano SiO_2
2. Elektroda yang digunakan adalah bola-bola berdasarkan metode *McKeown Test Specimen* dengan tegangan bolak balik
3. Sampel uji dibuat dengan konsentrasi pengisi nano SiO_2 1 wt%, 3 wt%, dan tanpa pengisi.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan dari Tugas Akhir terdiri atas lima bab penulisan, yaitu pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran, yang akan dijelaskan pada masing-masing bab, sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan tentang secara umum tentang isolasi, kekurangan dan kelebihan dari bahan isolasi polimer resin epoksi. Ada juga penjelasan tentang pemberian pengisi terhadap bahan isolasi resin epoksi, dan sedikit penjelasan tentang *McKeown Test Specimen*, dan alasan fungsi studi ini perlu dilaksanakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang studi literatur dengan mempelajari berbagai sumber bacaan seperti artikel, paper, jurnal, *ebook*, skripsi dan beberapa sumber bacaan lain. Studi literatur perlu dilaksanakan agar memperoleh informasi mengenai penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, ataupun informasi yang berhubungan mengenai isolasi polimer resin epoksi dan pengisi/*filler* silika dioksida serta penjelasan tentang McKeown Test Specimen.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang tempat, dan waktu dari penelitian, tahap-tahap yang akan dilakukan dimana dimulai dari persiapan alat serta bahan, cara perlakuan pada variasi pengisi, pemrosesan sampel yang ditambah pengisi, pembuatan sistem elektroda, serta rangkaian dari pengujian, teknik pengumpulan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil pengukuran Tegangan Tembus yang diawali *Partial Discharge Inception Voltage* yang nantinya akan diolah dengan memakai statistik metode, yang nantinya data dari pengukuran ini dilampirkan menggunakan tabel serta gambar grafik. Data nantinya akan dianalisis berdasar pada teori serta hasil riset eksperimen sebelumnya yang nantinya mungkin mempengaruhi hasil eksperimen yang telah dilaksanakan secara umum.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir berisikan suatu hasil penelitian yang menciptakan kesimpulan serta saran yang nanti akan menjadi acuan ide untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. J. Chou and C. H. Chen, "Measurement and analysis of partial discharge of high and medium voltage power equipment," *Proc. - 2018 7th Int. Symp. Next-Generation Electron. ISNE 2018*, no. Isne, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1109/ISNE.2018.8394749.
- [2] M. Florkowski, B. Florkowska, and P. Zydron, "Observations of echo phenomena acquired from partial discharge measurements in voids," *ICHVE 2016 - 2016 IEEE Int. Conf. High Volt. Eng. Appl.*, pp. 2–5, 2016, doi: 10.1109/ICHVE.2016.7800820.
- [3] M. M. Rezinkina, O. L. Rezinkin, and M. I. Nosenko, "Experimental investigation of the dependencies between PD in polyethylene insulation and treeing fractal characteristics," *Proc. Int. Symp. Electr. Insul. Mater.*, pp. 413–416, 1998, doi: 10.1109/iseim.1998.741770.
- [4] Y. Sun, S. A. Boggs, and R. Ramprasad, "The intrinsic electrical breakdown strength of insulators from first principles," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 101, no. 13, 2012, doi: 10.1063/1.4755841.
- [5] Q. Wang, P. Curtis, and G. Chen, "Effect of nano-fillers on electrical breakdown behavior of epoxy resin," *Annu. Rep. - Conf. Electr. Insul. Dielectr. Phenomena, CEIDP*, vol. 9, pp. 2–5, 2010, doi: 10.1109/CEIDP.2010.5724024.
- [6] D. Kind and H. Kärner, *High-voltage insulation technology: Textbook for electrical engineers*. 1985.
- [7] Y. T. and M. K. M. Nagao, Y. Mizuno, "LOW-DENSITY

POLYETHYLENE FILM IN HIGH TEMPERATURE REGION,”
1992.

- [8] J. S. T. Looms and M. C. Chapman, *Insulators for High Voltages*, vol. 11, no. 6. 1991.
- [9] P. Pasir, S. Dengan, P. Pantai, J. Heri, and A. Syakur, “Studi Arus Bocor Permukaan Bahan Isolasi Resin Epoksi Silane Dengan Variasi Pengisi Pasir Silika (Dengan Polutan Pantai),” *Transmisi*, vol. 14, no. 1, pp. 20-37–37, 2012, doi: 10.12777/transmisi.14.1.20-37.
- [10] F. W. Peek, *High-voltage engineering*, vol. 176, no. 6. 1913.
- [11] E. S. Han and A. goleman, daniel; boyatzis, Richard; Mckee, 濟無 *No Title No Title*, vol. 53, no. 9. 2019.
- [12] M. A. Fadhlulloh, T. Rahman, A. B. D. Nandiyanto, and A. Mudzakir, “Review Tentang Sintesis SiO₂ Nanopartikel,” *J. Integr. Proses*, vol. 5, no. 1, pp. 30–45, 2014, [Online]. Available: <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip/article/view/33/23>.
- [13] J. Li, Z. Y. Ran, H. C. Liang, and B. X. Du, “Review of Fluorination Modification of Epoxy Resin Insulators for Gas Insulated Transmission Pipeline,” *ICEMPE 2019 - 2nd Int. Conf. Electr. Mater. Power Equipment, Proc.*, pp. 106–109, 2019, doi: 10.1109/ICEMPE.2019.8727359.
- [14] C. Wang, Q. Sun, L. Zhao, J. Jia, L. Yao, and Z. Peng, “Mechanical and dielectric strength of laminated epoxy dielectric graded materials,” *Polymers (Basel)*, vol. 12, no. 3, pp. 1–15, 2020, doi:

10.3390/polym12030622.

- [15] X. Huang, P. Jiang, and T. Tanaka, "A review of dielectric polymer composites with high thermal conductivity," *IEEE Electr. Insul. Mag.*, vol. 27, no. 4, pp. 8–16, 2011, doi: 10.1109/MEI.2011.5954064.
- [16] M. R. Rahimi, R. Javadinezhad, and M. Vakilian, "DC partial discharge characteristics for corona, surface and void discharges," *Proc. IEEE Int. Conf. Prop. Appl. Dielectr. Mater.*, vol. 2015-October, pp. 260–263, 2015, doi: 10.1109/ICPADM.2015.7295258.
- [17] M. P. Jahan, Y. S. Wong, and M. Processing, "High Pressure in Semiconductor Physics (HPSP '88)," *Semicond. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 4, pp. 211–302, 1989, doi: 10.1088/0268-1242/4/4/002.
- [18] H. R. Zeller, "Breakdown and prebreakdown phenomena in solid dielectrics," *IEEE Trans. Electr. Insul.*, vol. EI-22, no. 2, pp. 115–122, 1987, doi: 10.1109/TEI.1987.298867.
- [19] F. A. M. Rizk and G. N. Trinhhigh, "High voltage engineering," *High Volt. Eng.*, pp. 1–762, 2014, doi: 10.1201/b16748.
- [20] S. H. Carr, D. K. Davies, and P. Fischer, "Electrical of Polymers Properties," p. 379, 1982.