

SKRIPSI

PENGARUH KENAIKAN TEGANGAN TERHADAP KARAKTERISTIK POLA *PARTIAL DISCHARGE* PADA MATERIAL ISOLASI *SILICONE RUBBER*



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

Oleh:

**FERLIAN SEFTIANTO
NIM 03041381520104**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
TAHUN 2020**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH KENAIKAN TEGANGAN TERHADAP KARAKTERISTIK POLA *PARTIAL DISCHARGE* PADA MATERIAL ISOLASI *SILICONE RUBBER*

Oleh:

**FERLIAN SEFTIANTO
NIM 03041381520104**

Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan

**Palembang, Agustus 2020
Ketua Jurusan Teknik Elektro,**



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

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

PENGARUH KENAIKAN TEGANGAN TERHADAP KARAKTERISTIK POLA *PARTIAL DISCHARGE* PADA MATERIAL ISOLASI *SILICONE RUBBER*

Oleh:

FERLIAN SEFTIANTO
NIM 03041381520104

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

Palembang, Agustus 2020
Dosen Pembimbing,



Rizza Fitri Kurnia, S.T., M.Eng.
NIP. 198705312008122002

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ferlian Seftianto
Nomor Induk Mahasiswa : 03041381520104
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya
Persentase Plagiarisme (Turnitin) : 17 %

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Kenaikan Tegangan Terhadap Karakteristik Pola *Partial Discharge* Pada Material Isolasi *Silicone Rubber*”, merupakan hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan hasil plagiat terhadap karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

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

Palembang, Agustus 2020
Yang menyatakan,



Ferlian Seftianto

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya lingkup dan kualitas tulisan ini mencukupi sebagai skripsi.

Tanda Tangan



Pembimbing

: Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng.

Tanggal

: _____ /Agustus/2020

KATA PENGANTAR

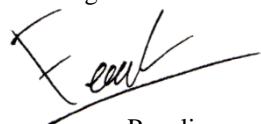
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Kenaikan Tegangan Terhadap Karakteristik Pola *Partial Discharge* Pada Material Isolasi *Silicone Rubber*”. Shalawat dan salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan Insyaallah pengikutnya.

Skripsi ini merupakan karya penulis dalam rangka menyelesaikan kewajiban akademik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Proses pembuatan karya ini banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan, semoga bantuan, perhatian dan dukungan yang diberikan menjadi amal kebaikan dimata Allah SWT.

Semoga karya sederhana berbentuk skripsi ini memberikan kontribusi untuk bidang ilmu elektro dan semua pihak yang memerlukan.

Palembang,

Agustus 2020



Penulis,

Ferlian Seftianto

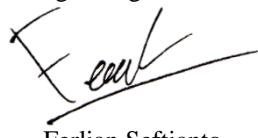
HALAMAN PERSEMPERBAHAN

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

- ✓ Papa Ferieanto, Mama Elly Setya Ningsih, dan adik Ferinda Intan Febriani beserta keluarga besar yang senantiasa mendo'akan dan memberi dukungan untuk suksesnya studi saya;
- ✓ Dosen Pembimbing Ibu Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng.;
- ✓ Rektor Unsri Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE dan Dekan Fakultas Teknik Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D.;
- ✓ Ketua Jurusan Teknik Elektro Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., dan Dosen Pembimbing Akademik Abdul Haris Dalimunthe, S.T., M.T.;
- ✓ Bapak Prof. Zainuddin Nawawi, Ph.D., dan seluruh dosen teknik elektro yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran sampai selesaiya skripsi ini;
- ✓ Dr. Syarifa Fitria, S.T. yang telah membantu memberikan arahan dan saran selama penelitian sampai selesaiya skripsi ini.
- ✓ Teman seperjuangan sebimbangan seangkatan yaitu M. Rafi dan Intan Dwi Putri serta teman angkatan 2015 yang telah membantu selama saya melaksanakan yang tidak dapat dituliskan satu persatu.
- ✓ Pranata Senior di Laboratorium *Electrical Energy and Safety* Universitas Sriwijaya: Pak Lukmanul Hakim, S.T., Beserta teman-teman yang tergabung dalam penelitian Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTPL) 2019/2020.;
- ✓ Kak Salam, Kak Devin dan Mba Ventri sebagai admin dan akademik jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Bukit.

Saya mendo'akan semoga Allah SWT memberikan ganjaran pahala atas semua keikhlasan dan kebaikan yang telah diberikan.

Palembang, Agustus 2020



Ferlian Seftianto

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Ferlian Seftianto
NIM : 03041381520104
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, “Pengaruh Kenaikan Tegangan Terhadap Karakteristik Pola *Partial Discharge* Pada Material Isolasi *Silicone Rubber*” 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 2010
Yang menyatakan,



Ferlian Seftianto

ABSTRAK

PENGARUH KENAIKAN TEGANGAN TERHADAP KARAKTERISTIK POLA PARTIAL DISCHARGE PADA MATERIAL ISOLASI SILICONE RUBBER

(Ferlian Seftianto, 03041381520104, 2020, xx + 43 halaman + lampiran)

Pada penelitian ini pengukuran *PD* telah dilakukan untuk mendapatkan pola *PD* (*PD pattern*) yang terjadi pada bahan isolasi. Dengan mengetahui *PD pattern* dapat dilakukan diagnosa adanya cacat atau kerusakan pada isolasi sampel sebelum terjadinya kegagalan isolasi secara total. Penelitian ini membahas tentang korelasi antara kenaikan tegangan dengan karakteristik *PD*. Pada eksperimental ini digunakan sistem elektroda *CIGRE Method II (CM-II)*. Isolasi sampel berupa lembaran *silicone rubber (SiR)* dengan ukuran 60 mm x 60 mm dan ketebalan 1 mm. Eksperimen dilakukan menggunakan tegangan HVAC pada frekuensi 50 Hz. Sinyal peluaran direkam untuk waktu 180 detik, pada tegangan aplikasi masing-masing 7, 8, dan 9 kV. Pada tegangan 8 kV pola *PD* yang terbentuk adalah “*turtle-like pattern*”, setelah tegangan dinaikkan menjadi 9 kV pola *PD* cenderung berubah ke “*rabbit-like pattern*”. Dilihat dari jumlah sinyal *PD* (*n*) terjadi kenaikan yang sangat signifikan setelah tegangan yang diaplikasikan pada 8 kV dengan *n* = 315, setelah tegangan menjadi 9 kV nilai *n* = 910. Peningkatan jumlah kejadian *PD* (*n*) dapat terjadi karena dengan kenaikan tegangan yang diaplikasikan akan meningkatkan kuat medan pada rongga buatan atau antara permukaan elektroda bola dengan permukaan sampel *SiR* yang berakibat kepada peningkatan jumlah elektron yang dilepaskan (*electron release*) dari permukaan sampel. Nilai amplituda *PD* (*i*) mengalami peningkatan sebesar 28,35% pada 8 kV, dan menjadi 33,5% pada 9 kV jika dibandingkan dengan amplituda pada 7 kV. Waktu tunda untuk terjadinya *PD* (*time lag*) semakin singkat dengan semakin meningkatnya tegangan yang diaplikasikan, 3,848 ms pada aplikasi tegangan 7 kV menjadi 1,635 ms setelah tegangan dinaikkan menjadi 8 kV dan menjadi 1,198 ms pada tegangan 9 kV.

Kata kunci: *Partial discharge, Kenaikan tegangan, Silicone rubber*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

Indralaya, Agustus 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng.
NIP. 198705312008122002

ABSTRACT

EFFECT OF INCREASED VOLTAGE ON PARTIAL DISCHARGE PATTERNS CHARACTERISTICS IN SILICONE RUBBER INSULATION MATERIALS

(Ferlian Seftianto, 03041381520104, 2020, xx + 43 halaman + lampiran)

This study discusses the correlation between voltage increase and PD characteristics. In this experiment, CIGRE Method II (CM-II) electrode system was used. The sample isolation was silicone rubber (SiR) sheets with a size of 60 mm x 60 mm and a thickness of 1 mm. Experiments were carried out using HVAC voltage at a frequency of 50 Hz. Experimental results show that the initial discharge begins to appear at a voltage of 4 kV. Discharge signals were recorded for a 180 seconds, at application voltages of 7, 8, and 9 kV. At 8 kV the PD pattern is "turtle-like pattern", after the voltage is increased to 9 kV the PD pattern tends to change to a "rabbit-like pattern". Judging from the number of PD signals (n) there is a very significant increase after the voltage is applied to 8 kV with n = 315, after the voltage becomes 9 kV the value of n = 910. An increased of PD (n) can occur because the increase in applied voltage will increase the field strength in artificial cavity that occurs between the surface of the sphere electrode and the SiR surface which results in an increase the number of electrons released from the anode surface. The PD (i) amplitude value increased by 28.35% at 8 kV, and to 33.5% at 9 kV when compared to the amplitude at 7 kV. Time lag for PD is getting shorter with the increasing applied voltage, 3,848 ms at 7 kV application becomes 1,635 ms after the voltage is increased to 8 kV and becomes 1,198 ms at 9 kV.

Key Words: Partial discharge, Increases voltage, Silicone rubber

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


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

Indralaya, Agustus 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama


Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng.
NIP. 198705312008122002

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	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	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	
2.1. Isolasi.....	5
2.2. Isolasi Polimer	6
2.3. <i>Silicone Rubber</i>	8
2.5. Kegagalan Isolasi	10

2.6. Kekuatan Dielektrik	13
2.7. Peluahan	13
2.8. Peluahan Sebagian	14
2.9. Kapasitansi.....	15
2.10. Riset-riset sebelumnya.....	17
BAB III	
3.1. Pendahuluan.....	19
3.2. Diagram Alir Penelitian.....	19
3.3. Metode Penelitian	20
3.2.1. Studi Literatur	20
3.2.2. Eksperimen	20
3.4. Peralatan Pengujian dan Bahan Sampel	21
3.3.1. Material Isolasi Sampel	21
3.3.2. Sistem Elektroda	21
3.3.3. Pembangkit Tegangan Tinggi Bolak-Balik	24
3.3.4. Alat Ukur dan Peralatan Bantu lainnya.....	25
3.5. Eksperimental Setup.....	27
3.4.1. Rangkaian Pengujian.....	27
3.4.2. Prinsip Kerja Rangkaian.....	29
3.4.3. Prosedur Pengujian.....	30
3.4.4. Tabel Pengambilan Data.....	31
BAB IV.....	
4.1. Umum.....	33
4.2. Data Hasil Penelitian.....	33
4.3. Pembahasan	41
BAB V	
5.1. Kesimpulan	45
5.2. Saran.....	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN.....

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur rantai silicone rubber.....	9
Gambar 2.2 Tembus listrik	14
Gambar 2.3 Peluahan sebagian.....	14
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	19
Gambar 3.2 Silicone rubber sheet.....	21
Gambar 3.3 Bentuk, susunan, dan dimensi sistem elektroda CM-II	22
Gambar 3.4 Bola stainless Ø5,49 mm	23
Gambar 3.5 Elektroda atas CM-II	23
Gambar 3.6 Elektroda piring (disc electrode) Ø100 mm.....	23
Gambar 3.7 Sistem elektroda CM-II dan rangka.....	24
Gambar 3.8 Pembangkit tegangan tinggi AC.....	24
Gambar 3.9 Picoscope PC oscilloscope 4000 series	25
Gambar 3.10 HV probe tipe tektronix P6015A	26
Gambar 3.11 Tahanan tinggi 185 KΩ.....	26
Gambar 3.12 Pearson current monitor tipe 411.....	26
Gambar 3.13 Rangkaian pengujian PD.....	28
Gambar 4.1 PD pattern sampel SiR tebal 1 mm pada tegangan aplikasi 7 KV.....	34
Gambar 4.2 PD pattern sampel SiR tebal 1 mm pada tegangan aplikasi 8 KV.....	35
Gambar 4.3 PD pattern sampel SiR tebal 1 mm pada tegangan aplikasi 9 KV.....	35
Gambar 4.4 Korelasi antara jumlah kejadian PD (n) untuk sampel SiR sebagai fungsi tegangan yang diaplikasikan	36
Gambar 4.5 Nilai rata-rata muatan untuk sampel SiR sebagai fungsi tegangan yang diaplikasikan	37

Gambar 4.6 Kemungkinan terjadinya <i>PD</i> dalam satu siklus.....	38
Gambar 4.7 Waktu tunda (<i>time lag</i>) terjadinya <i>PD</i> sebagai fungsi tegangan yang diaplikasikan	39
Gambar 4.8 Jumlah muatan untuk sampel <i>SiR</i> sebagai fungsi tegangan yang diaplikasikan	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Polimer sintesis	8
Tabel 2.2 Penelitian - penelitian yang terkait dengan studi yang akan dilakukan	17

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1.....	9
Persamaan 2.2.....	9
Persamaan 2.3.....	9
Persamaan 2.4.....	15
Persamaan 2.5.....	15
Persamaan 2.6.....	15
Persamaan 2.7.....	15

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengukuran Ketebalan Sampel *SiR*

Lampiran 2 Proses Pembuatan Elektroda

Lampiran 3 Nilai Kapasitansi Sampel

Lampiran 4 Perhitungan Muatan Listrik

Lampiran 5 Jadwal Kegiatan Penelitian

NOMENKLATUR

- Q : Muatan
 C : Kapasitansi
 V : Tegangan
 C_d : Kapasitansi dielektrik
 C_g : Kapasitansi gap udara bahan dielektrik
 ϵ_r : Konstanta dielektrik relatif
 ϵ_0 : Konstanta dielektrik ruang hampa
 A : Luas bidang material
 d : Tebal material
 g : Jarak celah udara
 $^\circ$: Derajat
 \emptyset : Diameter

DAFTAR ISTILAH

- *Breakdown Voltage* : Tembus tegangan
- *Discharge* : Peluahan
- *Discharge Phenomenon* : Fenomena peluahan
- *Flashover* : Loncatan bunga api listrik
- *Lifetime* : Usia pakai
- *Partial Discharge* : Peluahan sebagian
- *Polution Layer* : Lapisan polusi
- *Salt Fog* : Kabut garam
- *Silicone Rubber* : Karet silikon
- *Kapton Spacer* : Penyangga kapton
- *Artificial void* : Rongga buatan
- *Trend* : Kecenderungan
- *Electron release* : Pelepasan elektron

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu indikator dalam penyaluran energi listrik yang baik adalah rendahnya frekuensi gangguan yang terjadi. Salah satu penyebab gangguan yang sering terjadi dalam penyaluran energi listrik yaitu kegagalan isolasi. Kegagalan isolasi pada peralatan tegangan tinggi seperti pada isolasi kabel tenaga akan mengakibatkan isolasi tidak lagi berfungsi dengan baik untuk memisahkan daerah yang bertegangan dan tidak bertegangan, hal ini akan mengakibatkan terjadinya hubung singkat yang membuat sistem kelistrikan padam dan penyaluran dayanya terhenti.

Terhentinya penyaluran daya menimbulkan kerugian besar bagi penyedia jasa layanan di bidang kelistrikan, karena kegagalan isolasi ini mengakibatkan berkurangnya pendapatan penyedia jasa layanan tersebut karena turunnya penjualan energi listrik. Kegagalan dalam penyaluran energi listrik ini juga mengakibatkan kerugian pihak konsumen, terutama konsumen industri, oleh karena itu kualitas isolasi harus baik. Salah satu penyebab kegagalan isolasi berawal dari terjadinya *partial discharge (PD)* dalam isolasi secara terus menerus yang berakhir pada kepada terjadinya tembus sempurna. *PD* merupakan peristiwa peluahan listrik yang terjadi pada sebagian kecil sehingga menghubungkan dua elektrode yang seharusnya tidak terhubung[1].

PD adalah pelepasan muatan listrik yang terlokalisir pada suatu isolator yang menjembatani peluahan antara dua permukaan isolator atau konduktor. Pada umumnya *PD* terjadi pada permukaan isolasi[2]. *PD* dapat

terjadi karena kesalahan dalam proses produksi material isolasi, antara lain seperti terbentuknya rongga-rongga udara di dalam material isolasi yang mana apabila material isolasi tersebut ditempatkan diantara dua beda potensial. Peluahan ini tidak sampai menjembatani pelepasan antara kedua elektroda secara sempurna. Apabila peluahan ini berlangsung secara terus menerus akan menimbulkan erosi pada permukaan rongga udara (*void*) dari isolasi, sehingga rongga udara akan semakin membesar dan membuat isolasi semakin menipis, yang akhirnya dapat mengakibatkan tegangan tembus material isolasi menjadi semakin rendah[3].

Pengukuran aktifitas *PD* adalah metode untuk mengetahui kerusakan isolasi secara dini agar tidak sampai merusak pertalatan atau sistem secara keseluruhan. Teknik pengukuran *PD* dalam isolasi tenaga listrik terus dikembangkan hingga saat ini. Pengukuran ditujukan untuk mengetahui pola *PD* (*PD pattern*) yang terjadi pada suatu bahan isolasi. Dengan mengetahui *PD pattern* pada suatu bahan isolasi, dapat mendiagnosa adanya cacat atau kerusakan pada isolasi tersebut sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah[4].

1.2. Perumusan Masalah

Material isolasi sangat berperan penting dalam sistem tenaga listrik. Ada beberapa penyebab dalam kegagalan isolasi salah satunya yaitu *PD*. Skripsi ini melaporkan hasil penelitian tentang pengaruh kenaikan tegangan terhadap karakteristik *PD pattern*. Pengujian dilakukan terhadap sampel tertentu yang dimaksudkan untuk melihat pola peluahan yang terjadi. Penelitian ini penting dilakukan untuk mendapatkan karakteristik dari material isolasi *silicone rubber (SiR)* pada tegangan tertentu.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan *PD pattern* pada tegangan tertentu dengan material uji berupa isolasi jenis *SiR*;
2. Mendapatkan jumlah *PD* pada tegangan tertentu untuk material uji berupa isolasi jenis *SiR*;
3. Mendapatkan karakteristik arus *PD* dari sampel uji *SiR* pada tegangan tertentu;
4. Mendapatkan karakteristik *time lag* terjadinya *PD* untuk sampel uji *SiR* pada tegangan tertentu;
5. Mendapatkan karakteristik *PD pattern* untuk sampel material isolasi jenis *SiR*.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan material isolasi *SiR* yang diberi tegangan AC berbentuk sinusoidal. Pengujian dilakukan pada temperatur ruang dengan menggunakan sistem elektroda *CIGRE METHOD – II (CM-II)* yang ditempatkan pada bagian atas sampel uji.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini diuraikan sebagai berikut:

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II**TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini menjelaskan secara singkat mengenai teori isolasi, material isolasi jenis *silicone rubber*, kekuatan dielektrik, peluahan, peluahan sebagian, dan kapasitansi

BAB III**METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini berisi tentang waktu dan tempat penelitian, peralatan dan bahan yang digunakan, dan penyiapan *eksperimental setup* untuk pengujian sampel

BAB IV**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini membahas tentang hasil pengujian *PD pattern* pada sampel *SiR*, dan analisa terhadap data yang didapat

BAB V**KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini membahas tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan, dan saran untuk penelitian berikutnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. R. Putra, I. M. Y. Negara, and I. Satriyadi, “Pengaruh Bentuk dan Material Elektrode terhadap Partial Discharge,” *J. Tek. ITS*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [2] E. Kuffel, W. S. Zaengl, and J. Kuffel, *High Voltage Engineering Fundamentals*, 2nd ed. Butterworth-Heinemann, 2000.
- [3] B. L. Tobing, *Dasar-Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi*, 3rd ed. Jakarta: Erlangga, 2017.
- [4] H. B. H. Sitorus, H. H. Sinaga, and M. Jaenussolihin, “Pola Peluahan Parsial Pada Bahan Isolasi Epoxy Resin,” *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro UNILA*, vol. 2, no. 2, 2008.
- [5] R. Yudian, Z. Nawawi, and R. F. Kurnia, “Pengujian Kekuatan Tembus Material Isolasi Polimer Menggunakan Berbagai Bentuk Elektroda Dengan Variasi Temperatur,” pp. 1–7, 2017.
- [6] J. Heri, Yuningtyastuti, 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, 2012.
- [7] A. S. Gunawan, “Karakteristik Tegangan Peluahan Isolasi Low Density Polytethylene (LDPE) Yang Diberi Kekasaran Permukaan,” 2019.
- [8] R. S. Steven, “Pengaruh Polutan Terhadap Tahanan Permukaan Isolator Epoxy Resin,” 2008.
- [9] P. Oktapiansyah, “Pengaruh Paparan Plasma Terhadap Perubahan Sudut Kontak Pada Permukaan Material Isolasi Silicone Rubber,” 2015.

- [10] N. Yuniarti and A. N. Afandi, “Tinjauan Sifat Hidrofobik Bahan Isolasi Silicone Rubber,” *J. TEKNO Univ. Negeri Malang*, vol. 8, no. 2, 2006.
- [11] Tadjuddin, “Partial Discharge dan Kegagalan Bahan Isolasi,” *Elektro Indonesia*, 1998. [Online]. Available: <http://elektroindonesia.com/elektro/ener13a.html>. [Accessed: 22-Sep-2019].
- [12] Arismunandar, *Teknik Tegangan Tinggi. Cetakan ketujuh*, 7th ed. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1994.
- [13] A. S. Samosir, “Implementasi Alat Ukur Kapasitansi Digital (Digital Capacitance Meter) berbasis Mikrokontroler,” *Electr. J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 21–26, 2016.
- [14] Z. Nawawi, Y. Muramoto, N. Hozumi, and M. Nagao, “Effect of Humidity on Partial Discharge Characteristics,” in *7th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials*, 2003, pp. 307–310.
- [15] C. Kim, T. Kondo, and T. Mizutani, “Change in PD Pattern with Aging,” *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 11, no. 1, pp. 13–18, 2004.
- [16] H. Illias, T. S. Yuan, A. H. A. Bakar, H. Mokhlis, G. Chen, and P. L. Lewin, “Partial Discharge Patterns in High Voltage Insulation,” 2012, no. December, pp. 2–5.
- [17] N. A. Azrin, M. Q. Safie, M. H. Ahmad, M. A. M. Piah, M. A. B. Sidik, and Z. Nawawi, “Partial discharge characteristics of aged oil-impregnated paper under high humidity level,” *IEEE Student Conf. Res. Dev. Inspiring Technol. Humanit. SCOReD 2017 - Proc.*, vol. 2018-January, pp. 398–401, 2018.