

SKRIPSI

KARAKTERISTIK TEGANGAN PELUAHAN AWAL DAN TEGANGAN TEMBUS PADA ISOLASI KERTAS KRAFT DENGAN DIBERI UAP AIR DAN VCO



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

**Oleh:
NOVAL JIWANDONO
NIM 03041381621092**

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

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

KARAKTERISTIK TEGANGAN PELUAHAN AWAL DAN
TEGANGAN TEMBUS PADA ISOLASI KERTAS KRAFT
DENGAN DIBERI UAP AIR DAN VCO

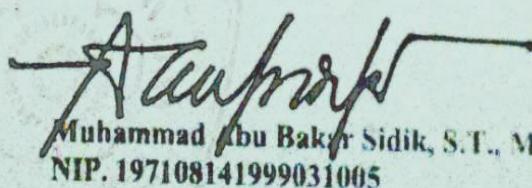
Oleh:

NOVAL JIWANDONO
NIM 03041381621092

Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan

Palembang, Januari 2021

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



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

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

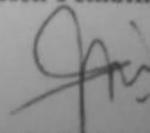
KARAKTERISTIK TEGANGAN PELUAHAN AWAL DAN TEGANGAN TEMBUS PADA ISOLASI KERTAS KRAFT DENGAN DIBERI UAP AIR DAN VCO

Oleh:

**NOVAL JIWANDONO
NIM 03041381621092**

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

Palembang, Januari 2021
Dosen Pembimbing Utama,



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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama	:	Noval Jiwandono
Nomor Induk Mahasiswa	:	03041381621092
Fakultas	:	Teknik
Jurusan	:	Teknik Elektro
Universitas	:	Sriwijaya
Persentase Plagiarisme (Turnitin)	:	13 %

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “Karakteristik Tegangan Peluahan Awal dan Tegangan Tembus pada Isolasi Kertas Kraft dengan Diberi Uap Air dan VCO”, 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, Januari 2021

Yang menyatakan,



Noval Jiwandono

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Karakteristik Tegangan Peluahan Awal dan Tegangan Tembus pada Isolasi Kertas Kraft dengan Diberi Uap Air dan VCO”. Shalawat dan salam saya curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya.

Skripsi ini ditulis dalam rangka menyelesaikan kewajiban akademik jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam proses pembuatan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan. Semoga bantuan yang telah diberikan dapat menjadi amal kebaikan dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Di dalam skripsi ini masih banyak kekurangan, baik dari tata cara penulisan maupun dari isi penulisan tersebut. Agar skripsi ini menjadi lebih baik, maka kritik dan saran sangat diperlukan.

Semoga dalam penulisan skripsi yang sederhana ini dapat menjadi salah satu referensi bagi pembaca dan pihak yang membutuhkan.

Palembang, Januari 2021

Penulis,

Noval Jiwandono

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- ✓ Ayah H. Yan Sufry Halim dan Ibu Hj. Nyimas Tuty Aisyah (Almh.), kakak 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 Ir. H. Aryulius Jasuan, M.T (Alm) dan Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.;
- ✓ Bapak Prof. Zainuddin Nawawi, Ph.D., dan seluruh dosen teknik elektro yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran sampai selesaiya skripsi ini;
- ✓ Teman seperjuangan Angkatan 2016 yang telah membantu selama saya melaksanakan yang tidak dapat dituliskan satu persatu.
- ✓ Pranata Senior di Laboratorium *Electrical Energy and Safety* Universitas Sriwijaya: Lukmanul Hakim, S.T., Beserta teman-teman yang tergabung dalam penelitian Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTPL) 2019/2020.;
- ✓ Kak Salam dan Mba Ventri sebagai admin dan akademik jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Kampus Palembang.

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

Palembang, Januari 2021

Noval Jiwandono

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Noval Jiwandono
NIM : 03041381621092
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, “Karakteristik Tegangan Peluhan Awal dan Tegangan Tembus pada Isolasi Kertas Kraft dengan Diberi Uap Air dan VCO” 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 : Januari 2021
Yang menyatakan



Noval Jiwandono

ABSTRAK
**KARAKTERISTIK TEGANGAN PELUAHAN AWAL DAN TEGANGAN TEMBUS
PADA ISOLASI KERTAS KRAFT DENGAN DIBERI UAP AIR DAN VCO**

(Noval Jiwandono, 03041381621092, 2021, xvii + 39 Hal + Lampiran)

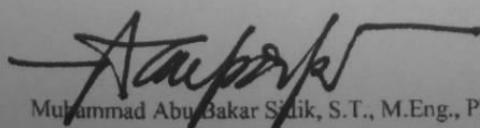
Penelitian ini mengenai karakteristik tegangan peluahan dan tegangan tembus dari material isolasi kertas kraft. Penelitian ini menggunakan kertas kraft dengan ketebalan 40 µm. Sampel dibuat dengan ukuran 5 cm x 5 cm. Sampel dikondisikan dalam dua kondisi berbeda menggunakan uap air dan minyak *Virgin Coconut Oil* (VCO). Setelah diberi perlakuan, kertas kraft kemudian dikeringkan dengan variasi waktu 12 jam, 24 jam, 36 jam, dan 48 jam. Pengukuran tegangan peluahan awal PD dan tegangan tembus dilakukan dengan sistem elektroda jarum-bidang menggunakan tegangan tinggi bolak-balik (HVAC) antara permukaan sampel dan elektroda jarum dengan celah sebesar 0,1 mm. Dari hasil pengukuran untuk sampel yang diberi perlakuan pengembunan uap air dapat dilihat bahwa nilai peluahan dan tegangan tembus cenderung mengalami kenaikan. Nilai peluahan pada kertas kraft yang diberi uap air setelah *recovery*, tertinggi terjadi setelah waktu *recovery* selama 24 jam, yaitu sebesar 1,864 kV, sedangkan nilai tegangan tembus tertinggi adalah dengan waktu *recovery* selama 48 jam, yaitu sebesar 2.773 kV. Untuk sampel kertas kraft yang diberi VCO dapat dilihat bahwa nilai peluahan dan tegangan tembus mengalami peningkatan. Nilai peluahan tertinggi pada sampel kertas kraft yang diberi VCO adalah dengan waktu *recovery* selama 12 jam, yaitu 1.8778 kV, sedangkan nilai tegangan tembusnya adalah dengan waktu *recovery* 36 jam, yaitu sebesar 3,0398 kV. Kenaikan nilai peluahan dan tegangan tembus pada kertas kraft yang diberi uap air dan kertas kraft yang diberi VCO dipengaruhi oleh faktor kapasitansi, temperatur, dan kelembaban.

Kata Kunci: Kertas Kraft, *Partial Discharge Inception Voltage*, *Breakdown Voltage*, Air Kondensat, *Virgin Coconut Oil*

Palembang, Januari 2021

Mengetahui,
Ketua jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Utama



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


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

ABSTRACT

KARAKTERISTIK TEGANGAN PELUAHAN AWAL DAN TEGANGAN TEMBUS PADA ISOLASI KERTAS KRAFT DENGAN DIBERI UAP AIR DAN VCO

(Noval Jiwandono, 03041381621092, 2021, xvii + 39 Hal + Lampiran)

This research about the characteristic of Partial Discharge (PD) and Breakdown Voltage of kraft paper insulation. This research used kraft paper with a thickness 40 μm . The sample was made with a size of 5 cm x 5 cm. The sample were treated under two different conditions using water condensation and Virgin Coconut Oil (VCO). After condensing, the kraft paper was then dried with a variation of 12 hours, 24 hours, 36 hours, and 48 hours. Measurement of the Partial Discharge and Breakdown Voltage was carried out with needle-plane electrode system using High Voltage Alternating Current (HVAC) between the sample surface and the needle electrode with the gap of 0.1 mm. From the measurement results on sample which were given water condensate, it can be seen that the discharge and Breakdown Voltage tend to increase. The highest Partial Discharge of kraft paper samples given water after recovery was in the recovery time of 24 hours, which was 1.864 kV, while the highest value of Breakdown Voltage was the recovery time of 48 hours, which was 2.773 kV. For the measurement of kraft paper samples given VCO, it can be seen that the Partial Discharge and the Breakdown Voltage have increased. The highest Partial Discharge of kraft paper samples given VCO was the recovery time of 12 hours, which was 1.8778 kV, while the Breakdown Voltage value was 36 hours, which was 3.0398 kV. The increase in Partial Discharge and Breakdown Voltage in kraft paper were given water condensate and kraft paper were given VCO affected by the capacitance in kraft paper, temperature, and humidity.

Keywords: Kraft Paper, Partial Discharge Inception Voltage, Breakdown Voltage, Water Condensate, Virgin Coconut Oil

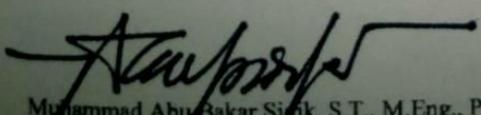
Palembang, Januari 2021

Mengetahui,

Ketua jurusan Teknik Elektro

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama



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



Rizda Fitri Kurnia, S.T., M.Eng.
NIP.198705312008122

DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERSEMPAHAN	vii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
NOMENKLATUR	xvii
DAFTAR ISTILAH	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah.....	2

1.3.	Tujuan	2
1.4.	Batasan masalah	3
1.5.	Sistematika penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		5
2.1.	Isolasi.....	5
2.2.	Kertas isolasi.....	5
2.3.	<i>Virgin Coconut Oil (VCO)</i>	6
2.4.	<i>Partial Discharge</i>	7
2.5.	<i>Breakdown Voltage</i>	7
2.6.	Kuat dielektrik	8
2.7.	Pengembunan	9
2.8.	Kapasitansi.....	9
2.9.	Kegagalan isolasi.....	10
2.10.	Faktor kegagalan isolasi.....	11
2.11.	Penelitian sebelumnya	12
BAB III METODE PENELITIAN.....		16
3.1.	Pendahuluan.....	16
3.2.	Diagram alir penelitian	16
3.3.	Metode penelitian	17
	3.3.1 Studi literatur.....	17
	3.3.2 Eksperimen pengujian kertas kraft	17
3.4.	Bahan dan peralatan.....	17

3.4.1	Kertas kraft	17
3.4.2	Minyak Virgin Coconut Oil (VCO).....	18
3.4.3	<i>Hand sprayer</i>	18
3.4.4	<i>Blower balloon</i>	19
3.4.5	Timbangan digital.....	20
3.4.6	Sistem elektroda	20
3.4.7	Transformator tegangan bolak-balik.....	21
3.4.8	<i>Picoscope 4000 series</i>	22
3.4.9	<i>High Voltage probe tipe Tektronix P6015A</i>	22
3.4.10	Resistor tegangan tinggi pembatas arus	23
3.4.11	<i>Pearson current monitor model 411</i>	23
3.5.	Rangkaian pengujian tegangan peluahan dan tegangan tembus	24
	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1.	Umum	27
4.2.	Hasil	27
4.3.	Diskusi/Pembahasan	31
	BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1.	Kesimpulan	34
5.2.	Saran.....	35
	DAFTAR PUSTAKA	36
	LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian yang terkait dengan studi yang dilakukan	13
Tabel 2.1 Suhu dan kelembaban rata-rata saat memberi perlakuan uap air dan VCO pada kertas kraft	28
Tabel 4.2 Tegangan peluahan dan tegangan tembus kertas kraft yang diberi perlakuan uap air setelah <i>recovery</i>	28
Tabel 4.3 Tegangan peluahan dan tegangan tembus kertas kraft yang diberi perlakuan VCO setelah <i>recovery</i>	29

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	8
Rumus 2.2	9
Rumus 2.3	9
Rumus 2.4	10

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	16
Gambar 3.2 Kertas kraft dengan ketebalan 40 µm	18
Gambar 3.3 Minyak <i>Virgin Coconut Oil</i> (VCO)	18
Gambar 3.4 <i>Hand sprayer</i>	19
Gambar 3.5 <i>Blower balloon</i>	19
Gambar 3.6 Timbangan digital	20
Gambar 3.7 Rancangan sistem elektroda	20
Gambar 3.8 Sistem elektroda yang digunakan saat pengukuran	21
Gambar 3.9 Transformator tegangan bolak-balik	21
Gambar 3.10 <i>Picoscope 4000 series</i>	22
Gambar 3.11 <i>High Voltage Probe Tektronix P6015A</i>	22
Gambar 3.12 Resistor tegangan tinggi pembatas arus	23
Gambar 3.13 <i>Pearson current monitor 411</i>	24
Gambar 3.14 Rangkaian pengujian	25
Gambar 4.1 Tegangan peluahan kertas kraft yang diberi uap air setelah <i>recovery</i>	30
Gambar 4.2 Tegangan tembus kertas kraft yang diberi uap air setelah <i>recovery</i>	30
Gambar 4.3 Tegangan peluahan kertas kraft yang diberi VCO setelah <i>recovery</i>	31
Gambar 4.4 Tegangan tembus kertas kraft yang diberi VCO setelah <i>recovery</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tahap Kegiatan Penelitian
Lampiran 2	Data Hasil Pengujian
Lampiran 3	Nilai Standar Deviasi
Lampiran 4	Data Berat Sampel
Lampiran 5	Nilai Kapasitansi Sampel
Lampiran 6	Gambar Bentuk Gelombang pada Layar Monitor <i>Picoscope 4000 Series</i>

NOMENKLATUR

- C : Kapasitansi
- C_d : Kapasitansi Bahan Dielektrik
- K : Konstanta Dielektrik Bahan
- Q : Muatan Listrik
- V : Tegangan
- ϵ_0 : Konstanta dielektrik ruang hampa
- A : Luas bidang material
- d : Ketebalan material

DAFTAR ISTILAH

<i>Partial Discharge</i>	: Peluahan Sebagian
<i>Breakdown Voltage</i>	: Tegangan Tembus
<i>Sparkover</i>	: Percikan Api
<i>Flashover</i>	: Lompatan Bunga Api Listrik
<i>High Voltage Alternating Current (HVAC)</i>	: Tegangan Tinggi Bolak-Balik
<i>Breakdown</i>	: Kerusakan
<i>Discharge</i>	: Peluahan
Kondensasi	: Pengembunan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Listrik menjadi salah satu kebutuhan primer bagi kehidupan manusia. Listrik diproduksi oleh pembangkit tenaga listrik, kemudian disalurkan melalui saluran transmisi, saluran distribusi, dan selanjutnya sampai kepada konsumen. Dalam penyaluran listrik membutuhkan peralatan yang dapat menunjang sistem tenaga listrik. Diantara peralatan yang perlu diperhatikan antara lain adalah transformator tenaga pada kumparannya menggunakan bahan isolasi kertas kraft.

Kertas kraft adalah bahan isolasi yang berfungsi sebagai pemisah antara kumparan transformator yang bertegangan sehingga pengantar tersebut tidak terjadi hubung singkat [1]. Peristiwa hubung singkat akan menimbulkan percikan bunga api yang menyebabkan terjadinya kegagalan isolasi secara total. Kegagalan isolasi terjadi karena beberapa faktor salah satunya adalah pengembunan.

Pengembunan atau kondensasi mengacu pada teori fenomena gas yang mencair pada permukaan suatu benda dengan nilai temperatur yang rendah. Pada umumnya, pengembunan dapat terjadi pada malam hari atau pada saat suhu rendah. Dalam pengoperasian sistem tenaga, pengembunan dapat menyebabkan kerusakan isolator sehingga mengakibatkan terjadinya hubung singkat [2].

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai karakteristik tegangan peluahan dan tegangan tembus pada material isolasi kertas kraft yang diberi uap air.

1.2 Rumusan masalah

Isolasi kertas kraft merupakan material yang sangat penting dalam melindungi kumparan transformator agar tidak terjadi hubung singkat. Kertas kraft digunakan pada kumparan transformator mengalami stress elektrik, mekanis, dan termal selama pengoperasian sehingga seiring waktu akan menyebabkan kerusakan isolasi [3]. Kerusakan isolasi kertas kraft dapat terjadi karena beberapa faktor salah satunya adalah pengembunan yang dapat menurunkan kemampuan isolasi dalam menahan stress tegangan. Pengembunan merupakan proses perubahan wujud dari gas menjadi cair. Uap air di sekitar material isolasi mengalami pengembunan menjadi air dan menempel pada permukaan isolasi. Air yang menempel pada permukaan isolasi tersebut menjadi penyebab menurunnya kemampuan isolasi dalam menahan stress tegangan. Oleh karena itu mempelajari karakteristik tegangan peluahan awal dan tegangan tembus pada material isolasi kertas kraft yang diberi uap air sangat penting untuk dilakukan.

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mempelajari karakteristik tegangan peluahan dan tegangan tembus pada material isolasi kertas kraft yang diberi perlakuan uap air;
2. Mendapatkan nilai tegangan peluahan dan tegangan tembus pada material isolasi kertas kraft yang diberi perlakuan uap air setelah dilakukan pengeringan dalam beberapa variasi waktu;
3. Mempelajari faktor yang mempengaruhi nilai tegangan peluahan dan tegangan tembus pada material isolasi kertas kraft yang diberi perlakuan uap air dan *Virgin Coconut Oil* (VCO).

1.4 Batasan masalah

Penelitian ini memiliki berbagai tahapan yang mencakup kegiatan yang dilakukan, yaitu sebagai berikut:

1. Kertas yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas kraft dengan ukuran 5 cm x 5 cm dengan ketebalan 40 μm ;
2. Perlakuan sampel menggunakan uap air dan minyak *Virgin Coconut Oil* (VCO);
3. Kertas kraft yang telah diberi perlakuan dikeringkan untuk waktu selama 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 48 jam untuk kemudian dilakukan pengukuran tegangan peluahan dan tegangan tembus;
4. Elektroda yang digunakan adalah elektroda jarum-piring dengan aplikasi tegangan bolak-balik.

1.5 Sistematika penulisan

Penulisan skripsi dibagi menjadi lima bagian, yaitu pendahuluan, tinjauan Pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

(1) Pendahuluan

Bagian ini menjelaskan secara umum mengenai penggunaan kertas kraft, proses terjadinya pengembunan yang menyebabkan terjadinya hubung singkat pada operasi sistem tenaga listrik, dan alasan penelitian ini dilakukan.

(2) Tinjauan Pustaka

Untuk memperoleh informasi mengenai yang terkait dengan penelitian mengenai karakteristik tegangan peluahan awal dan tegangan

tembus pada material isolasi kertas kraft yang diberi uap air dan VCO, maka dilakukan studi literatur dengan menggunakan berbagai sumber, seperti jurnal, artikel, paper, dan sumber bacaan lainnya.

(3) Metode penelitian

Bab ini menjelaskan tentang langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian, bahan yang digunakan untuk pembuatan sampel, alat yang digunakan untuk mengukur tegangan peluahan awal dan tegangan tembus, sistem elektroda, dan rangkaian pengujian tegangan peluahan awal dan tegangan tembus.

(4) Hasil dan pembahasan

Hasil pengukuran nilai tegangan peluahan dan tegangan tembus pada material isolasi kertas kraft yang diberi uap air dan VCO disajikan ke dalam bentuk tabel dan grafik. Data tersebut kemudian dianalisa berdasarkan teori dan hasil riset yang dilakukan pada penelitian sebelumnya terkait dengan penelitian ini.

(5) Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisa terhadap hasil pengukuran tegangan peluahan awal dan tegangan tembus pada material isolasi kertas kraft yang diberi uap air dan VCO, dapat ditarik kesimpulan dan memberikan catatan berupa saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Yuniarti, “Tinjauan Sifat Hidrofobik Bahan Isolasi Silicone Rubber,” *TEKNO*, vol. 8, 2007, [Online]. Available: <http://journal.um.ac.id/index.php/tekno/article/view/3309>.
- [2] H. Yongsheng , Zhou Mao, Zhou Mengge, Zhou mi , Jiang Xiping, Wang Qian, Wang Siqi, “Research on Anti-condensation Modification of Glass Insulator Surface Based on Super-hydrophobic Film,” *IEEE*, 2019.
- [3] Y. Habibillah Pesa dan Fri Murdiya, “Karakteristik Tegangan Tembus AC pada Material Isolasi Padat Campuran Epoxy Resin dengan Cangkang Kelapa Sawit,” *Jom FTEKNIK*, vol. 4, 2017.
- [4] J. Heri, Yuningtyastuti, dan Abdul Syakur, “Studi Arus Bocor Permukaan Bahan Isolasi Resin Epoksi Silane Dengan Variasi Pengisi Pasir Silika (Dengan Polutan Pantai),” *TRANSMISI*, 2012, [Online]. Available: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi/article/viewFile/3717/3405>.
- [5] A. Windarto, Suharyanto, and T. Haryono, “Pengaruh Kadar Air terhadap Karakteristik Tegangan,” *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, pp. 2–5, 2015.
- [6] D. Feng, , L. Yang, L. Zhou, R. Liao, and X. Chen, “Effect of Oil–Paper–Pressboard Mass Ratio On Furfural Content In Transformer Oil,” *IEEE*, vol. 26, 2019.
- [7] L. J. Yang, W. Sun, S. Gao, J. Hao, “Thermal Aging Test for

- Transformer Oil-Paper Insulation Under Over-Load Condition Temperature,” *IEEE*, vol. 12, 2018.
- [8] E. Budiyantoro, Abdul Syakur, M Facta, “Analisa Tegangan Tembus Minyak Kelapa Murni (Virgin Cocounut Oil) sebagai Isolasi Cair dengan Variasi Elektroda Uji,” Diponegoro University, 2011.
- [9] C. Ju Chou and Chien-Hsun Chen, “Measurement and Analysis of Partial Discharge of High and Medium Voltage Power Equipment,” *IEEE*, 2018.
- [10] S. S. Refaat and Mohammed A. Shams, “A Review of Partial Discharge Detection, Diagnosis Techniques in High Voltage Power Cables,” *IEEE*, 2018.
- [11] D. Harjono Dolok Saribu and Firdaus, “Analisis Karakteristik Breakdown Voltage pada Dielektrik Minyak Transformator 45 MVA dengan Suhu Operasi yang Bervariasi di Pusat Listrik Kota Panjang,” *Jom FTEKNIK*, vol. 4, 2017.
- [12] V. Rizki Yandi dan Nurhatisyah, “Fenomena Flashover Akibat Arus Bocor pada Isolator Keramik dan Resin Epoksi,” *Tek. Elektro ITP*, vol. 1, 2012, [Online]. Available: file:///C:/Users/Noval Nandez/Downloads/14-34-1-PB.pdf.
- [13] M. S. Naidu and V. Kamaraju, *High-Voltage Engineering*. New Delhi: McGraw Hill Education, 2013.
- [14] IEEE Standard, *IEEE Guide for Partial Discharge Testing of Shielded Power Cable Systems in a Field Environment*. 2007.

- [15] Supriono, *Buku Ajar Teknik Tegangan Tinggi*. 2014.
- [16] N. A. M. Ishak, N. A. M. Jamail, and N. A. Othman, “High Voltage Characteristics of Kraft Paper Insulator with Effect of Palm Oil and Coconut Oil,” *IEEE*, 2016.
- [17] M. Maharana, Niharika Baruah, Sisir Kumar Nayak, and Niranjan Sahoo, “Comparative Study of Mechanical and Electrical Strength of Kraft Paper in Nanofluid Based Transformer Oil and Mineral Oil,” *IEEE*, 2017.
- [18] Djoko Prabowo, “Pengukuran Nilai Konstanta Dielektrik Padat dengan Alat Microwave Test Bench,” Indonesia University, 2010.
- [19] K. Affandi, Sutopo P.F., and Alam Baheransyah, “Studi Eksperimental Sistem Kondensasi Uap Hasil Evaporasi pada Sistem Desalinasi Tenaga Matahari,” *Novemb. 10th Inst. Technol.*, 2015.
- [20] A. Sofyan Maroghi, “Modifikasi Pipa Kondensasi Proses Pendinginan Uap dan Pengujian Alat Destilasi Dengan Memanfaatkan Sampah Kayu Sebagai Sumber Energi,” State University of Jakarta, 2017.
- [21] M. A. Hamdan, “Layered Wall Design to Prevent Moisture Condensation on Its Inside Surface,” *Energy Convers. Manag.*, 2001.
- [22] S. N. and N. Khotimah, “Penentuan Konstanta Dielektrik Larutan NaCl,” *Pros. SKF*, 2015.
- [23] S. Nur dan Hamzah Berahim Singgih, “Analisa Pengaruh Keadaan Suhu Terhadap Tegangan Tembus AC dan DC pada Minyak

- Transformator,” *Tek. Elektro*, vol. 1, 2009, [Online]. Available: file:///C:/Users/Noval Nandez/Downloads/1593-3951-1-SM.pdf.
- [24] Tadjuddin, “Elektro Indonesia - Energi.”
<https://www.elektroindonesia.com/elektro/ener13a.html> (accessed Oct. 10, 2020).
- [25] R. Fitri Kurnia, “Investigasi Karakter Partial Discharge pada Material Isolasi Tegangan Tinggi melalui Pengukuran Tegangan Awal Partial Discharge,” *Mikrotiga*, vol. 2, 2015.