

**SKRIPSI**

**PENGARUH PAPARAN PLASMA TERHADAP ARUS BOCOR  
PADA PERMUKAAN MATERIAL ISOLASI *SILICONE RUBBER***



**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**M. OETIH HAFEZ AL ASSAD  
NIM. 03041381823065**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PAPARAN PLASMA TERHADAP ARUS BOCOR  
PADA PERMUKAAN MATERIAL ISOLASI *SILICONE RUBER***

**Oleh:**

**M. Oetih Hafez Al Assad**

**NIM. 03041381823065**

**Telah diperiksa kebenarannya, diterima dan disahkan**

**Palembang, Januari 2023**

**Jurusan Teknik Elektro,**

**Ketua,**



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

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

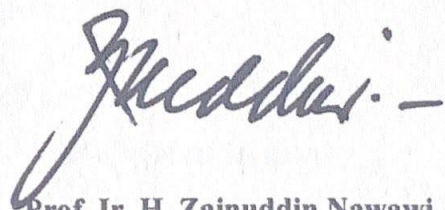
**PENGARUH PAPAN PLASMA TERHADAP ARUS BOCOR  
PADA PERMUKAAN MATERIAL ISOLASI *SILICONE RUBER***

**Oleh:**

**M. Oetih Hafez Al Assad  
NIM. 03041381823065**

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

**Dosen Pembimbing,  
Palembang, Januari 2023**



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

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : M. Oetih Hafez Al Assad  
Nomor Induk Mahasiswa : 03041381823065  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Elektro  
Universitas : Sriwijaya  
Persentase Plagiarisme (Turnitin) : 14%

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Paparan Plasma Terhadap Arus Bocor Pada Permukaan Material Isolasi *Silicone Ruber*”, 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 2023

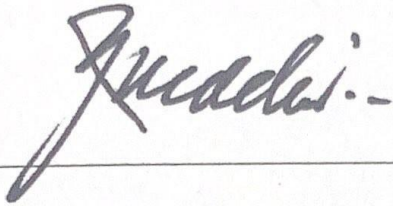
Yang menyatakan,



Oetih Hafez Al Assad

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

: Prof. Ir. H Zainuddin Nawawi, Ph.D.

Tanggal

: \_\_\_\_\_/Januari/2023

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang atas rahmat nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Paparan Plasma Terhadap Arus Bocor Pada Permukaan Material Isolasi *Silicone Rubber* ”. Skripsi ini dibuat guna memenuhi persyaratan akademik pada Jurusan Teknik Elektro jenjang pendidikan sarjana di Universitas Sriwijaya. Dalam menulis skripsi saya mendapat berbagai tantangan seperti mempelajari literatur, melakukan pembuatan sampel, melakukan pengujian dan pengolahan data. Akan tetapi berkat dukungan dari keluarga, yang terkasih, dosen pembimbing, pranata Laboratorium serta teman se-angkatan, saya dapat menyelesaikan skripsi saya. Akhir kata saya mengucapkan terimakasih atas dukungan yang telah diberikan dan semoga dapat menjadi amal kebaikan dihadapan tuhan yang maha esa. Mudah-mudahan skripsi ini dapat menjadi ladang ilmu dan bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama dibidang teknik elektro.

Palembang, Januari 2023



M. Oetih Hafez A  
NIM. 03041381823065

## HALAMAN PERSEMBAHAN

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

- ✓ Ayah dan Ibu saya beserta keluarga besar yang senantiasa mendo'akan dan memberi dukungan untuk suksesnya studi saya;
- ✓ Dosen Pembimbing Prof. Zainuddin Nawawi, Ph.D
- ✓ Rektor Unsri Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE dan Dekan Fakultas Teknik Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.;
- ✓ Ketua Jurusan Teknik Elektro Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., dan Dosen Pembimbing Akademik Caroline, S.T., M.T.;
- ✓ Seluruh dosen teknik elektro yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran sampai selesainya skripsi ini;
- ✓ Dr. Syarifa Fitria, S.T. yang telah membantu memberikan arahan dan saran selama penelitian sampai selesainya skripsi ini.
- ✓ Teman seperjuangan sebimbingan seangkatan yang Selalu membantu dan menemani saya yaitu Ananta Razka Syakura serta teman angkatan 2018 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., Kak Ferlian Seftianto, S.T, dan Kak Intan Dwi Putri, S.T., Beserta teman-teman yang tergabung dalam penelitian Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi dan Pengukuran Listrik (TTTPL).
- ✓ 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, Januari 2023

M. Oetih Hafez Al Assad

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : M. Oetih Hafez Al Assad  
NIM : 03041381623065  
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 Paparan Plasma Terhadap Arus Bocor Pada Permukaan 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 : Januari 2023

Yang menyatakan,

M. Oetih Hafez Al Assad



## ABSTRAK

### **PENGARUH PAPARAN PLASMA TERHADAP ARUS BOCOR PADA PERMUKAAN MATERIAL ISOLASI *SILICONE RUBBER***

(M. Oetih Hafez A, 03041381823065, 2022, xii + 39 Halaman +Lampiran

---

Studi mengenai arus bocor pada material isolasi *Silicone Rubber* yang diberi paparan plasma dengan variasi lama paparan 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 detik telah dilakukan, dan sebagai kontrol tanpa paparan plasma. Besar tegangan yang diaplikasikan adalah 220; 500; dan 1000 V. Penelitian ini menggunakan sistem elektroda *Copper Tape* yang direkatkan pada kedua sisi sampel dengan jarak 5 mm. Material sampel yang digunakan adalah *Silicone Rubber Sheets* dengan Panjang 50 x lebar 25 mm. Hasil pengujian didapatkan nilai arus bocor dari sampel “ tanpa paparan plasma” atau control, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, dan 300 detik. Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan kekuatan dielektrik sampel SiR yang diberi perlakuan plasma 30 detik, dimana nilai sudut kontak dan arus bocornya semakin kecil yang menandakan bahwa kekuatan dielektrik sampel SiR meningkat. Akan tetapi pada sampel 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, dan 300 detik nilai sudut kontak dan arus bocor mengalami kenaikan, yang dimana ini menunjukkan bahwa kekuatan dielektrik sampel SiR menurun. Hal ini dimungkinkan terjadi karena sampel SiR yang diberi paparan plasma telah melampaui titik jenuh dari paparan plasma itu sendiri.

Kata Kunci : Isolator, *Silicone Rubber*, Plasma, Sudut Kontak

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF PLASMA EXPOSURE TO LEAK CURRENT AT THE SURFACE OF SILICONE RUBBER INSULATION MATERIALS

(M. Oetih Hafez A, 03041381823065, 2022, xii + 39 Pages + Appendieces)

---

Studies on leakage currents in *silicone rubber* insulating materials exposed to plasma with various exposure times of 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, and 300 seconds, and without plasma exposure, have been carried out. The applied voltage is 220, 500, and 1000 V. This study used an electrode system in the form of copper tape, which was glued to both sides of the sample with a distance of 5 mm. The sample used was *silicone rubber sheets* with a size of 50 x 25 mm. The test results obtained leakage current values without plasma exposure of 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, and 300 seconds. The test results showed that there was an increase in the dielectric strength of the SiR sample treated with plasma for 30 seconds, where the contact angle and leakage current values were getting smaller, indicating that the dielectric strength of the SiR sample was increasing. However, in samples 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, and 300 seconds, the contact angle and leakage current values increased, which indicated that the dielectric strength of the SiR samples decreased. This is possible because the SiR samples exposed to plasma have exceeded the saturation point of exposure to the plasma itself.

Keywords: Insulator, Silicone Rubber, Contact Angle, Plasma

DAFTAR ISI

## DAFTAR ISI

<b>SKRIPSI</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II</b> .....	<b>4</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Umum .....	4
2.2. Isolasi Polimer.....	4
2.3. Silicon Rubber.....	5
2.4. Sudut Kontak.....	9
2.5 Arus Bocor .....	11
2.6. Plasma.....	11
2.7.1. Plasma Panas (Termal).....	13
2.7.2. Plasma Dingin (Non Termal) .....	13
<b>BAB III</b> .....	<b>15</b>
<b>METODE PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>

3.1 Umum.....	15
3.2 Metode Penelitian.....	15
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	16
3.4 Peralatan dan Bahan.....	17
3.4.1 Peralatan.....	17
3.4.2 Bahan Material Sampel.....	22
3.4.2.1 Proses Pencampuran.....	23
3.4.2.2 Proses Pencetakan.....	23
3.4.2.3 Pemilihan Sampel.....	24
3.4.2.4 Perlakuan Sampel.....	25
3.5 Spesimen Tes ( <i>Test Specimen</i> ).....	25
<b>3.6 Rangkaian Pengujian.....</b>	<b>26</b>
<b>3.6.1. Rangkaian Pengujian Sudut Kontak.....</b>	<b>26</b>
3.6.2 Rangkaian Pengukuran nilai Arus Bocor.....	27
3.7 Prosedur Pengujian.....	28
3.7.1 Prosedur Pengukuran Sudut Kontak.....	28
3.7.2 Prosedur Pengukuran Nilai Arus Bocor.....	30
3.8 Teknik Pengambilan Data.....	31
<b>BAB IV.....</b>	<b>32</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1. Umum.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2. Data Hasil Penelitian.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2.1 Hasil Pengujian Sudut Kontak.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3 Diskusi.....</b>	<b>36</b>
<b>BAB V.....</b>	<b>38</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>38</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>38</b>

<b>5.2 Saran.....</b>	<b>39</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Rantai <i>Silicone Rubber</i> .....	9
Gambar 2.2 Sudut Kontak.....	13
Gambar 2.3 Klasifikasi Sudut kontak .....	14
Gambar 2.5 Komposisi Plasma .....	16
Gambar 3.1 Timbangan Digital.....	21
Gambar 3.2 Vakum.....	22
Gambar 3.3 Mikroskop Digital.....	22
Gambar 3.4 Komputer dengan aplikasi "Motic Image Plus 2.0" .....	23
Gambar 3.5 <i>Set up Plasma Sprayer</i> .....	23
Gambar 3.6 Transformator Tegangan Tinggi AC.....	24
Gambar 3.7 <i>High Voltage Probe tipe Tetronix P6015A</i> .....	26
Gambar 3.8 <i>Picoscope</i> .....	25
Gambar 3.9 Tahanan Tegangan Tinggi Pembatas Arus .....	26
Gambar 3.10 <i>Silicone rubber jenis RTV 479 beserta dan Red Catalyst / Hardener</i> .....	26
Gambar 3.11 Proses Pencampuran cairan Silicone Rubber dan katalis..	27
Gambar 3.12 Proses Pencetakan <i>Silicone Rubber</i> .....	27
Gambar 3.13 Contoh sampel <i>Silicone Rubber</i> .....	28
Gambar 3.14 Proses Perlakuan sampel .....	29
Gambar 3.15 Rancangan Bangun Spesimen Tes .....	30
Gambar 3.16 Proses Pengukuran Sudut Kontak .....	31
Gambar 3.17 Rangkaian Pengukuran Arus Bocor .....	35
Gambar 3.18 Pengujian Sudut Kontak.....	36

## DAFTAR PERSAMAAN

(2.1).....	10
(2.2).....	11

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Data Hasil Pengujian

Lampiran 2 Tahapan Kegiatan Penelitian

Lampiran 3 Gambar Sudut Kontak Menggunakan Motic Image Plus 2.0



## NOMENKLATUR

V : Tegangan

I : Arus

$\theta$  : Derajat

d : Jarak celah

r : radius

## DAFTAR ISTILAH

<i>Hydrophobic</i>	: Kedap Air
<i>Leakage Current</i>	: Arus Bocor
<i>Aging</i>	: Penuaan
<i>Flashover</i>	: Loncatan Bunga Api Listrik
<i>Surface Discharge</i>	: Peluahan Permukaan
<i>Tracking</i> material isolasi	: Peristiwa terjadinya penjejakan karbon pada
<i>Density</i>	: Massa jenis
<i>Volume Resistivity</i>	: Resistivitas volume suatu isolasi
<i>Dielectric Strength</i>	: Kuat Dielektrik
<i>Conductive Track</i>	: Jalur yang bersifat konduktif
<i>Thermal Breakdown</i>	: Kegagalan termal

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Isolasi adalah salah satu bagian utama pada sistem penyaluran energi listrik. Bahan isolasi yang banyak dikenal umumnya terbuat dari bahan gelas, mika, dan keramik. Selain memiliki keunggulan material isolasi tersebut juga memiliki kekurangan yang menyebabkan terjadinya arus bocor dan akan menjadi pemicu kegagalan isolasi dikarenakan bahan tersebut bersifat hidrofilik, akan tetapi kekurangan pada isolasi tersebut dapat dihindari menggunakan isolasi yang berbahan polimer. Polimer sendiri memiliki keunggulan sebagai dielektrik dan thermal yang baik serta ketahanannya terhadap korosi. [1]

*Silicone rubber* (SiR) merupakan isolasi berbahan polimer yang cocok digunakan pada tegangan tinggi. Bahan ini merupakan isolasi polimer memiliki sifat hidrofobik yang kuat, bahkan pada saat lembab lapisan air yang menjadi penyebab arus bocor tidak terbentuk. Untuk mengetahui sifat permukaan isolator hidrofobik ini adalah melakukan pengujian sudut kontak.[2]

Sudut kontak adalah sudut air destilasi dari permukaan material uji setelah ditetesi. Pengaruh pada kualitas isolasi dikarenakan isolasi diletakkan pada ruang terbuka sehingga terpapar oleh lingkungan sekitar sebagai contoh terendap nya polutan. Karena polutan ini dapat menambah kekasaran pada isolasi yang berpengaruh pada sudut kontak yang semakin kecil. Meningkatnya polutan ini dapat menyebabkan arus bocor resistif akan mengalir karena konduktivitas yang tidak seragam. Pada kasus ini, dapat

digunakan paparan plasma untuk memperbaiki permukaan yang kasar tersebut dengan menggunakan kadar kepadatan yang telah disesuaikan[3].

Plasma adalah gas yang terionisasi sehingga partikelnya bergerak bebas. Plasma memiliki kegunaan sebagai pelapisan, modifikasi pada permukaan dan juga pembersihan. Prinsip gas reaktif digunakan untuk modifikasi permukaan yang meningkatkan sifat kimia pada bahan tanpa mengubah sifat aslinya.[4]

## **1.2. Perumusan Masalah**

Peningkatan sudut kontak adalah hal yang penting karena berpengaruh pada ketahanan isolasi terhadap paparan dari lingkungan agar tidak menyebabkan arus bocor. Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh paparan plasma dan mengukur nilai dari arus bocor tersebut.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Mengukur nilai arus bocor pada isolasi *SiR* yang diberikan paparan plasma dan tidak diberikan paparan plasma.
- b. Mempelajari pengaruh perubahan nilai arus bocor pada sudut kontak yang berbeda
- c. Mempelajari pengaruh paparan plasma pada permukaan isolasi *SiR* terhadap perbedaan waktu.

## **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini menggunakan material isolasi berbahan polimer *SiR* yang dibuat dalam bentuk lembaran dengan ukuran 5cm x 5cm. *SiR* akan

diberi paparan plasma pada permukaannya. Setelah proses tersebut sampel akan diuji untuk mengetahui nilai arus bocor.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Skripsi ini ditulis dalam 5 bagian utama, yang terdiri dari pendahuluan, studi literatur, metodologi, hasil dan diskusi, serta kesimpulan dan saran, masing-masing bagian secara ringkas dijelaskan sebagai berikut:

#### **Pendahuluan**

Bagian ini menjelaskan isolasi secara umum, jenis dan fungsinya. Secara khusus juga dijelaskan masalah material isolasi dan pengaruhnya terhadap nilai arus bocor yang didapat khususnya *Silicone rubber*, keunggulan dan kekurangannya, serta alasan mengapa studi ini perlu dilakukan.

#### **Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan sebagai tinjauan pustaka dengan memanfaatkan berbagai sumber bacaan seperti artikel jurnal, paper, skripsi, dan sumber bacaan lain, ataupun informasi lain terkait dengan isolasi polimer *Silicone rubber* ini.

#### **Metode penelitian**

Pada bagian ini dijelaskan bagaimana penelitian ini dilakukan, dimulai dari pembuatan untuk dijadikan sampel uji dan proses perlakuan, rangkaian pengujian dan langkah-langkah percobaan, serta tabel data hasil pengukuran yang akan dilakukan

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. O. Zulkaidah, “Pengaruh polutan terhadap kinerja hidrofobik permukaan bahan isolator silikon rubber,” *Metropilar*, vol. 7, no. 3, pp. 346–354, 2009.
- [2] A. Syakur and H. Berahim, “Hydrophobic Contact Angle and Surface Degradation of Epoxy Resin Compound with Silicon Rubber and Silica,” vol. 2, no. 5, pp. 284–291, 2012, doi: 10.5923/j.eee.20120205.07.
- [3] A. Syakur, I. Novia, Sarjiya, and H. Berahim, “Pengaruh Penambahan Silikon Terhadap Sudut Kontak Hidropobik,” *J.Teknik*, vol. 32, no. 3, 2011.
- [4] M. T. Prasetyo, I. Berahim, and T. Haryono, “Pengujian Sudut Kontak pada Bahan Isolasi Resin Epoksi dengan Pengisi Pasir Pantai yang mengandung Banyak Kalsium,” *Media Elektr.*, vol. 5, no. 1, pp. 55–63, 2012..
- [5] P. Oktapiansyah, “Pengaruh Paparan Plasma Terhadap Perubahan Sudut Kontak Pada Permukaan Material Isolasi Silicone Rubber,” *Univ. Sriwij.*, 2015.
- [6] N. Yuniarti and A. N. Afandi, “Tinjauan sifat hidrofobik bahan isolasi silicone rubber,” *J. TEKNO*, vol. 8, no. 2, pp. 1–8, 2007.
- [7] D. M. Anggraeni, A. Syakur, and H. Hermawan, “Analisis Pengaruh Sinar Ultraviolet Dan Komposisi Fly Ash Terhadap Unjuk Kerja Permukaan Bahan Isolasi Resin Epoksi Silicone Rubber Dengan Variasi Injeksi Tegangan Tinggi,” *Transmisi*, vol. 19, no. 4, p. 152,

2017, doi: 10.14710/transmisi.19.4.152-159.

- [8] L. J. Carter, "Industrial minerals: New study of how to avoid a supply crisis," *Science (80-. )*, vol. 170, no. 3954, pp. 147–148, 1970, doi: 10.1126/science.170.3954.147.
- [9] R. Nugroho and A. Syakur, "Studi Arus Bocor Dengan Metode Pengukuran Inclined-Plane Tracking ( Ipt ) Pada Material Polimer High Density Polyethylene ( Hdpe )," *Transmisi*, vol. 2, no. 9, pp. 345–358, 2006.
- [10] C. Resin, D. Alumina, A. Rasyid, and F. Murdiya, "15025-29221-1-Sm (1)," pp. 1–6.
- [11] V. Nehra, A. Kumar, and H. K. Dwivedi, "Atmospheric Non-Thermal Plasma Sources," *Int. J. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 53–68, 2008.
- [12] N. A. A. Meishela, J. Fisika, F. Sains, and U. Diponegoro, "Hamburan elektron pada reaktor plasma," no. June, 2020.
- [13] M. Nur, *Plasma Physics and Applications*. 2011.