

***RC CIRCUIT* SEBAGAI SENSOR DETEKSI *PARTIAL DISCHARGE*  
PADA ISOLASI UDARA DENGAN MEDIA ELEKTODE JARUM-PLAT**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro  
Program Studi Teknik Elektro



Disusun oleh:

**Israj Muhammad Ramdan Hakim**

**E.5051.1807679**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2023**

***RC CIRCUIT* SEBAGAI SENSOR DETEKSI *PARTIAL DISCHARGE*  
PADA ISOLASI UDARA DENGAN MEDIA ELEKTODE JARUM-PLAT**

Disusun oleh:

Israj Muhammad Ramdan Hakim

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Elektro pada Program Studi S1 Teknik Elektro saya

© Israj Muhammad Ramdan Hakim

Universitas Pendidikan Indonesia

Januari 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang,

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
Dengan dicetak ulang, di *fotocopy*, atau cara lain tanpa izin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ISRAJ MUHAMMAD RAMDAN HAKIM**

**E.5051.1807679**

***RC CIRCUIT* SEBAGAI SENSOR DETEKSI *PARTIAL DISCHARGE*  
PADA ISOLASI UDARA DENGAN MEDIA ELEKTODE JARUM-PLAT**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

**Dosen Pembimbing I**



Dr. Elih Mulyana, M.Si

NIP. 19640417 199202 1 001

**Dosen Pembimbing II**



Wasimudin Surya Saputra, S.T., M.T

NIP. 19700808 199702 1 001

Mengetahui,

**Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro**



Dr. Yadi Mulyadi, M.T

NIP. 19630727 199302 1 001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“RC CIRCUIT SEBAGAI SENSOR DETEKSI *PARTIAL DISCHARGE* PADA ISOLASI UDARA DENGAN MEDIA ELEKTODE JARUM-PLAT”** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 06 Januari 2023

Yang Menyatakan,



Israj Muhammad Ramdan Hakim  
NIM.1807679

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**RC Circuit Sebagai Sensor Deteksi *Partial Discharge* Pada Isolasi Udara Dengan Media Elektode Jarum-Plat**”. Penyusunan skripsi ini dibuat sebagai bentuk pemenuhan syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi S1 Teknik Elektro.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan serta tantangan yang dihadapi, namun pada akhirnya berkat bimbingan, diskusi, konsultasi, dukungan serta do'a dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung memberikan semangat dan kelancaran bagi penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah mendukung penulis dari segi pemikiran, tenaga, dan materi untuk terselesaikannya skripsi ini. Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT, karena dengan rahmat dan kasih sayang-Nya penulis diberikan kesehatan sehingga dapat menyelesaikan skripsi.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral, materi, dan kebebasan kepada penulis untuk mencari ilmu di Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Saudara dan saudari yang telah mengejek penulis sehingga menjadi tampan bagi penulis untuk selalu memberikan hasil terbaik.
4. Chaafidh, Faisal, Rama, dan Fallih, teman proyek di Laboratorium Tegangan Tinggi yang turut menyelesaikan tugas bersama.
5. Para Abi dan teman di Asrama *United Islamic Cultural Centre of Indonesia* Sulaimaniyah Buah Batu Bandung yang telah memberikan do'a sehingga memberikan kelancaran dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Para sahabat dan teman yang selalu memberikan kebahagiaan dan dukungan gagasan bagi penulis, terkhusus kepada Syifaul Janan.

7. Rekan-rekan D3 dan S1 Teknik Elektro FPTK UPI 2018 yang selalu memberikan semangat.
8. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, MT. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
9. Bapak Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T., selaku Kepala KBK Listrik Tenaga Departemen Pendidikan Teknik Elektro.
10. Bapak Iwan Kustiawan, M.T., Ph.D, selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
11. Bapak Dr. I Wayan Ratnata, selaku Ketua Laboratorium Tegangan Tinggi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
12. Bapak Dr. Elih Mulyana, M.Si., selaku pembimbing skripsi satu.
13. Bapak Wasimudin Surya Saputra, S.T., M.T., selaku pembimbing skripsi dua.
14. Bapak Neris Peri Ardiansyah, S.T., M.T., selaku pembimbing praktikum.
15. Semua dosen dan staf Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
16. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan serta penyusunan skripsi.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis menerima segala saran dan kritik yang sifatnya membangun. Akhir kata semoga amal baik semua pihak yang telah membantu penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk penelitian lebih lanjut.

Bandung, 06 Januari 2023

Yang Menyatakan,

Israj Muhammad Ramdan Hakim

NIM.1807679

## ABSTRAK

Kegagalan isolasi adalah masalah yang sering terjadi dalam penyaluran energi listrik pada peralatan tegangan tinggi. Penyebab utama kegagalan isolasi karena lonjakan tegangan yang melebihi daya tahan isolasi. Gejala awal kegagalan isolasi ditandai dengan peristiwa *partial discharge*. Peristiwa ini merupakan fenomena kerusakan dielektrik dimana terjadi lokalisasi muatan yang tidak sepenuhnya menyatukan dua elektrode penghantar. Penelitian ini bertujuan untuk membuat dan menguji kinerja alat *RC circuit* sebagai sensor deteksi *partial discharge* sehingga dapat diketahui mengetahui gejala awal dan karakteristik *partial discharge*. Upaya pencegahan penting dilakukan untuk menangani kegagalan isolasi yang bermula dari *partial discharge*, maka metode yang digunakan yaitu menentukan latar belakang, masalah, tujuan penelitian, mengumpulkan beberapa penelitian yang relevan, pembuatan alat dan pengambilan data, verifikasi data, pengolahan dan analisis data, terakhir membuat kesimpulan. Pembuatan alat sensor detektor *partial discharge* yaitu *RC circuit* dibuat dari beberapa komponen pasif seperti resistor dan kapasitor yang disusun menjadi rangkaian impedansi dan rangkaian *high pass filter*. Proses pendeteksian mengacu pada standar IEC 60270, diperlukan alat atau komponen pendukung lain seperti regulator *voltage*, transformator, resistor, kopling kapasitor, sepasang elektrode, medium isolator, osiloskop, dan sensor *RC circuit* maupun *High Frequency Current Transformers* (HFCT). Pendeteksian alat dilakukan sebanyak 10x pada delapan jenis pengambilan data untuk mendapatkan tingkat akurasi alat. Hasil data didapatkan bahwa sensor *RC circuit* yang dibuat menghasilkan *noise* dan dapat mendeteksi *partial discharge*. *Partial discharge inception voltage negative* merupakan yang pertama dapat terdeteksi pada tegangan sebesar 1,5 kV, sedangkan pada sisi *positive* terdeteksi pada tegangan sebesar 1,92 kV keduanya didapatkan pada gap isolasi udara sebesar 2,5 mm.

**Kata Kunci:** Kegagalan Isolasi, *Partial discharge*, *RC Circuit*

## ABSTRACT

*Insulation failure is a frequent problem in the distribution of electrical energy in high-voltage equipment. The main cause of insulation failure is due to voltage surges that exceed the insulation resistance. The initial symptoms of isolation failure are characterized by partial discharge events. This event is a phenomenon of dielectric damage in which a localization of the charge occurs that does not fully unite the two conducting electrodes. This study aims to create and test the performance of the RC circuit tool as a partial discharge detection sensor so that it can be known about the initial symptoms and characteristics of partial discharge. Prevention efforts are important to deal with isolation failures that start from partial discharge, so the methods used are determining the background, problems, research objectives, collecting some relevant research, making tools and data retrieval, verifying data, processing and analyzing data, finally making conclusions. The manufacture of partial discharge detector sensors, namely RC circuits, is made from several passive components such as resistors and capacitors which are arranged into impedance circuits and high pass filter circuits. The testing process refers to the IEC 60270 standard, other supporting tools or components are needed such as voltage regulators, transformers, resistors, capacitor couplings, a pair of electrodes, insulator mediums, oscilloscopes, and RC circuit sensors and High Frequency Current Transformers (HFCT). Tool testing was carried out as much as 10x on eight types of data retrieval to obtain the accuracy level of the tool. The results of the data found that the RC circuit sensor made produces noise and can detect partial discharge. Partial discharge inception voltage negative is the first that can be detected at a voltage of 1.5 kV, while on the positive side detected at a voltage of 1.92 kV both are obtained at an air isolation gap of 2.5 mm..*

**Keywords:** *Insulation Failure, Partial discharge, RC Circuit*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Tujuan Penelitian.....	3
1.4    Manfaat Penelitian.....	3
1.5    Struktur Organisasi Skripsi .....	4
BAB II.....	6
KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1    Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.1.1    Klasifikasi Tegangan Listrik.....	6
2.1.2    Sebab-Sebab Timbulnya Gangguan Sistem Tenaga Listrik.....	6
2.2    Stres Pada Kabel.....	8
2.3    Kegagalan Isolasi .....	9
2.3.1    Kegagalan Isolasi Cair .....	9
2.3.2    Kegagalan Isolasi Padat .....	10
2.3.3    Kegagalan Isolasi Gas .....	12
2.4 <i>Partial Discharge</i> .....	13
2.4.1    Mekanisme Terjadinya <i>Partial Discharge</i> .....	15
2.4.2    Jenis-Jenis <i>Partial Discharge</i> .....	16

2.4.3	Deteksi <i>Partial Discharge</i> .....	18
2.4.4	Parameter Pendeteksian <i>Partial Discharge</i> .....	21
2.5	Resistor .....	21
2.6	Kapasitor .....	22
2.7	Penelitian yang Relevan .....	23
BAB III	.....	26
METODE PENELITIAN	.....	26
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	26
3.1.1	Latar Belakang .....	27
3.1.2	Rumusan Masalah dan Tujuan Penelitian .....	27
3.1.3	Pengumpulan Data Penelitian .....	27
3.1.4	Verifikasi Data .....	27
3.1.5	Pengolahan dan Analisis Data.....	28
3.1.6	Kesimpulan dan Rekomendasi.....	28
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian .....	28
3.3	Instrumen Penelitian.....	29
3.3.1	Instrumen Bantu .....	30
3.3.2	Instrumen RC <i>Circuit</i> .....	34
3.4	Prosedur Pendeteksian <i>Partial Discharge</i> .....	37
3.4.1	Pengambilan Data <i>Background Noise OFF</i> .....	38
3.4.2	Pengambilan Data <i>Background Noise ON</i> .....	39
3.4.3	Pengambilan Data <i>Partial Discharge Inception Voltage (PDIV)</i> ... 40	
3.4.4	Pengambilan Data PDIV X 1,25 .....	41
3.4.5	Pengambilan Data PDIV X 2,5 .....	42
3.4.6	Verifikasi Data .....	43
3.5	Pengolahan Data.....	43
3.6	Prosedur Penyimpanan Data .....	45
3.7	Cara Pembacaan Osiloskop .....	45
BAB IV	.....	47
TEMUAN DAN PEMBAHASAN	.....	47
4.1	Temuan dan Bahasan Pembuatan RC <i>Circuit</i> .....	47
4.2	Temuan dan Bahasan Pendeteksian <i>Partial Discharge</i> .....	50

4.3	Temuan dan Bahasan Data Pendeteksian <i>Partial Discharge</i> .....	58
4.3.1	<i>Background Noise Off</i> .....	59
4.3.2	<i>Background Noise On</i> .....	61
4.3.3	<i>Partial Discharge Inception Voltage Positive</i> .....	63
4.3.4	<i>Partial Discharge Inception Voltage Negative</i> .....	65
4.3.5	<i>Partial Discharge Inception Voltage Positive X 1.25</i> .....	67
4.3.6	<i>Partial Discharge Inception Voltage Negative X 1.25</i> .....	69
4.3.7	<i>Partial Discharge Inception Voltage Positive X 2.5</i> .....	72
4.3.8	<i>Partial Discharge Inception Voltage Negative X 2.5</i> .....	74
BAB V	.....	77
SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	.....	77
5.1	Simpulan .....	77
5.2	Implikasi .....	78
5.3	Rekomendasi .....	78
DAFTAR PUSTAKA	.....	79
LAMPIRAN	.....	82
LAMPIRAN 1. SURAT TUGAS BIMBINGAN SKRIPSI	.....	82
LAMPIRAN 2. SURAT PEMINJAMAN LAB DAN ALAT	.....	84
LAMPIRAN 3. HASIL PENGAMBILAN DATA PD	.....	86
LAMPIRAN 4. HASIL PERHITUNGAN SPESIFIKASI SENSOR RC CIRCUIT	.....	94
LAMPIRAN 5. DOKUMENTASI PENELITIAN	.....	95

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Kegagalan Isolasi Padat .....	11
Gambar 2. 2 (a) Peluahan rongga, (b) Peluahan permukaan, dan (c) Peluahan korona.....	16
Gambar 2. 3 <i>Corona Discharge</i> .....	17
Gambar 2. 4 <i>Surface Partial discharge</i> .....	17
Gambar 2. 5 <i>Internal Partial discharge</i> .....	18
Gambar 2. 6 Lambang Resistor.....	22
Gambar 2. 7 (a) Lambang kondensator kutub, dan (b) Lamban kondensator tanpa kutub.....	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	26
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian .....	29
Gambar 3. 3 (a) Transformator Setup 100kV TERCO, (b) Spesifikasi Transformator.....	30
Gambar 3. 4 (a) <i>Control Desk</i> , dan (b) Spesifikasi <i>control desk</i> .....	31
Gambar 3. 5 Resistor Pembatas 140kV-280M $\Omega$ .....	31
Gambar 3. 6 Kopling Kapasitor .....	32
Gambar 3. 7 Desain Elektroda Jarum-Plat.....	32
Gambar 3. 8 Osiloskop Digital GW-Instek 4 Channel .....	33
Gambar 3. 9 Sensor HFCT.....	34
Gambar 3. 10 Diagram Alir Rancang Bangun <i>RC Circuit</i> .....	34
Gambar 3. 11 Diagram Alir Pendeteksian <i>Partial Discharge</i> .....	38
Gambar 3. 12 (a) Contoh data gambar seluruh gelombang, (b) Contoh nilai data channel 2 .....	43
Gambar 3. 13 Contoh data csv channel 2.....	44
Gambar 3. 14 Diagram Alir Pengolahan Data .....	44
Gambar 3. 15 Layar Osiloskop .....	45
Gambar 4. 1 Rangkaian RC Circuit Model 1 .....	47
Gambar 4. 2 Rangkaian RC Circuit Model 2.....	47
Gambar 4. 3 Rangkaian RC Circuit Model 3 .....	48
Gambar 4. 4 Desain 3D Case RC Circuit.....	49

Gambar 4. 5 Prototipe RC Circuit (a)Tampak Bawah, (b) Tampak Atas, (c) Tampak Samping .....	49
Gambar 4. 6 Hasil Nilai <i>Grounding</i> Setelah Diperbaiki .....	51
Gambar 4. 7 Kabel Audio .....	52
Gambar 4. 8 Kabel <i>Coaxial</i> Impedansi 75Ω .....	52
Gambar 4. 9 Kabel <i>Coaxial</i> Impedansi 50Ω .....	52
Gambar 4. 10 Osiloskop Aditeg ADS-1102 .....	53
Gambar 4. 11 Rangkaian Pendeteksian <i>Partial Discharge</i> .....	54
Gambar 4. 12 Rangkaian Pendeteksian <i>Partial Discharge</i> Nyata .....	55
Gambar 4. 13 Gejala <i>Partial Discharge</i> .....	56
Gambar 4. 14 Nilai <i>Partial Discharge</i> Pada Setiap <i>Channel</i> .....	57
Gambar 4. 15 Bentuk Gelombang <i>Background Noise</i> .....	57
Gambar 4. 16 Nilai <i>Background Noise</i> Pada Setiap <i>Channel</i> .....	58
Gambar 4. 17 Grafik Sampel BGN OFF HFCT .....	59
Gambar 4. 18 Grafik Sampel BGN OFF RC Circuit .....	60
Gambar 4. 19 Bentuk Gelombang Osiloskop BGN OFF.....	61
Gambar 4. 20 Grafik Sampel BGN ON HFCT .....	61
Gambar 4. 21 Grafik Sampel BGN ON RC Circuit.....	62
Gambar 4. 22 Bentuk Gelombang Osiloskop BGN ON .....	63
Gambar 4. 23 Grafik Sampel PDIV Positive HFCT .....	63
Gambar 4. 24 Grafik Sampel PDIV Positive RC Circuit.....	64
Gambar 4. 25 Bentuk Gelombang Osiloskop PDIV POSITIVE .....	65
Gambar 4. 26 Grafik Sampel PDIV Negative HFCT .....	66
Gambar 4. 27 Grafik Sampel PDIV Negative RC Circuit .....	66
Gambar 4. 28 Bentuk Gelombang Osiloskop PDIV Negative.....	67
Gambar 4. 29 Grafik Sampel PDIV Positive x 1.25 HFCT .....	68
Gambar 4. 30 Grafik Sampel PDIV Positive x 1.25 RC Circuit.....	68
Gambar 4. 31 Bentuk Gelombang Osiloskop PDIV Positive x 1.25 .....	69
Gambar 4. 32 Grafik Sampel PDIV Negative x 1.25 HFCT .....	70
Gambar 4. 33 Grafik Sampel PDIV Negative x 1.25 RC Circuit .....	70
Gambar 4. 34 Bentuk Gelombang Osiloskop PDIV Negative x 1.25.....	71
Gambar 4. 35 Grafik Sampel PDIV Positive x 2.5 HFCT.....	72

Gambar 4. 36 Grafik Sampel PDIV Positive x 2.5 RC Circuit.....	72
Gambar 4. 37 Bentuk Gelombang Osiloskop PDIV Positive x 2.5 .....	73
Gambar 4. 38 Grafik Sampel PDIV Negative x 2.5 HFCT .....	74
Gambar 4. 39 Grafik Sampel PDIV Negative x 2.5 RC Circuit .....	74
Gambar 4. 40 Bentuk Gelombang Osiloskop PDIV Negative x 2.5.....	76

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of The Art</i> Penelitian .....	23
Tabel 3. 1 Deskripsi alur kegiatan penelitian.....	23
Tabel 3. 2 Spesifikasi Resistor Pembatas.....	31
Tabel 3. 3 Spesifikasi Kapasitor.....	32
Tabel 3. 4 Spesifikasi Jarum-Plat.....	32
Tabel 3. 5 Spesifikasi Osiloskop.....	33
Tabel 3. 6 Spesifikasi HFCT .....	33
Tabel 4. 1 Spesifikasi RC Circuit.....	47
Tabel 4. 2 Hasil Nilai Rata-Rata dan Nilai Standar Deviasi BGN OFF .....	58
Tabel 4. 3 Kondisi dan Nilai BGN OFF .....	58
Tabel 4. 4 Hasil Nilai Rata-Rata dan Nilai Standar Deviasi BGN ON.....	60
Tabel 4. 5 Kondisi dan Nilai BGN ON .....	60
Tabel 4. 6 Hasil Nilai Rata-Rata dan Nilai Standar Deviasi PDIV Positive.....	62
Tabel 4. 7 Kondisi dan Nilai PDIV Positive .....	62
Tabel 4. 8 Hasil Nilai Rata-Rata dan Nilai Standar Deviasi PDIV Negative .....	64
Tabel 4. 9 Kondisi dan Nilai PDIV Negative .....	64
Tabel 4. 10 Hasil Nilai Rata-Rata dan Nilai Standar Deviasi PDIV Positive x 1.25 .....	66
Tabel 4. 11 Kondisi dan Nilai PDIV Positive x 1.25 .....	66
Tabel 4. 12 Hasil Nilai Rata-Rata dan Nilai Standar Deviasi PDIV Negative x 1.25.....	68
Tabel 4. 13 Kondisi dan Nilai PDIV Negative x 1.25 .....	68
Tabel 4. 14 Hasil Nilai Rata-Rata dan Nilai Standar Deviasi PDIV Positive x 2.5 .....	70
Tabel 4. 15 Kondisi dan Nilai PDIV Positive x 2.5 .....	70
Tabel 4. 16 Hasil Nilai Rata-Rata dan Nilai Standar Deviasi PDIV Negative x 2.5 .....	72
Tabel 4. 17 Kondisi dan Nilai PDIV Negative x 2.5 .....	72

## DAFTAR LAMPIRAN

<i>LAMPIRAN 1 SURAT TUGAS</i> .....	82
<i>LAMPIRAN 2 SURAT PEMINJAMAN LAB DAN ALAT</i> .....	84
<i>LAMPIRAN 3 HASIL PENGAMBILAN DATA PD</i> .....	86
<i>LAMPIRAN 4 HASIL PERHITUNGAN SPESIFIKASI RC CIRCUIT</i> .....	94
<i>LAMPIRAN 5 DOKUMENTASI PENELITIAN</i> .....	95