

**ANALISA PENGUJIAN *PARTIAL DISCHARGE* PADA KUBIKEL TD #1  
MENGUNAKAN METODE *TRANSIENT EARTH VOLTAGE* DI GARDU  
INDUK MUARA BUNGO**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

LAPORAN INI DISUSUN UNTUK MEMENUHI SALAH SATU SYARAT  
MEMPEROLEH GELAR S1 PADA PRODI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG



**DISUSUN OLEH :**

**VELLA SAVIRA  
NIM 30602200271**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG**

**2024**

***FINAL PROJECT***

***ANALYSIS OF PARTIAL DISCHARGE TESTING ON TD #1 CUBICLE USING  
THE TRANSIENT EARTH VOLTAGE METHOD AT MUARA BUNGO  
SUBSTATION***

*Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1)  
at Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology,  
Universitas Islam Sultan Agung*



***Arranged By :***

**VELLA SAVIRA**

**NIM 30602200271**

**MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING  
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
SEMARANG**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING


Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA PENGUJIAN *PARTIAL DISCHARGE* PADA KUBIKEL TD #1 MENGGUNAKAN METODE *TRANSIENT EARTH VOLTAGE* DI GARDU INDUK MUARA BUNGO” ini disusun oleh:

Nama : Vella Savira  
NIM : 30602200271  
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Selasa  
Tanggal : 3 September 2024

Pembimbing

  
Dedi Nugroho, S.T., M.T.

NIDN. 0617126602

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro

  
TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG  
  
Lenny Putri Hapsari, S.T., M.T.

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**ANALISA PENGUJIAN *PARTIAL DISCHARGE* PADA KUBIKEL TD #1 MENGGUNAKAN METODE *TRANSIENT EARTH VOLTAGE* DI GARDU INDUK MUARA BUNGO**” ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir pada :


Hari : Selasa


Tanggal : 3 September 2024

### TIM PENGUJI

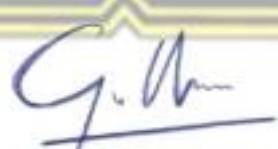
Anggota I

Anggota II

  
Ir. Arief Marwanto, S.T., M. Eng., Ph.D.  
NIDN: 0628097501

  
Dedi Nugroho, S.T., M.T.  
NIDN: 0617126602

**UNISSULA**  
جامعة سلطان محمد بن عبد العزيز الإسلامية  
Ketua Penguji

  
Dr. Gunawan, S.T., M.T.  
NIDN: 0607117101

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vella Savira  
NIM : 30602200271  
Fakultas : Teknologi Industri  
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi UNISSULA Semarang dengan judul "*Analisa Pengujian Partial Discharge pada Kubikel TD #1 Menggunakan Metode Transient Earth Voltage di Gardu Induk Muara Bungo*", adalah asli (orisinal) dan bukan menjiplak (plagiat) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dalam bentuk apapun baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa Karya Tugas Akhir tersebut adalah hasil karya orang lain atau pihak lain, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis.

Semarang, 21 Agustus 2024

Yang Menyatakan

Mahasiswa



Vella Savira

NIM. 30602200271

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Vella Savira  
NIM : 30602200271  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Fakultas Teknik Industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul : **ANALISA PENGUJIAN *PARTIAL DISCHARGE* PADA KUBIKEL TD #1 MENGGUNAKAN METODE *TRANSIENT EARTH VOLTAGE* DI GARDU INDUK MUARA BUNGO**

Menyetujui menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialihmediakan, dikelola, dan pangkalan data dan dipublikasikan diinternet dan media lain untuk kepentingan akademis selama tetap menyantumkan nama penulis sebagai pemilik hak cipta. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh - sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam karya ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 28 Juli 2024

Yang Menyatakan



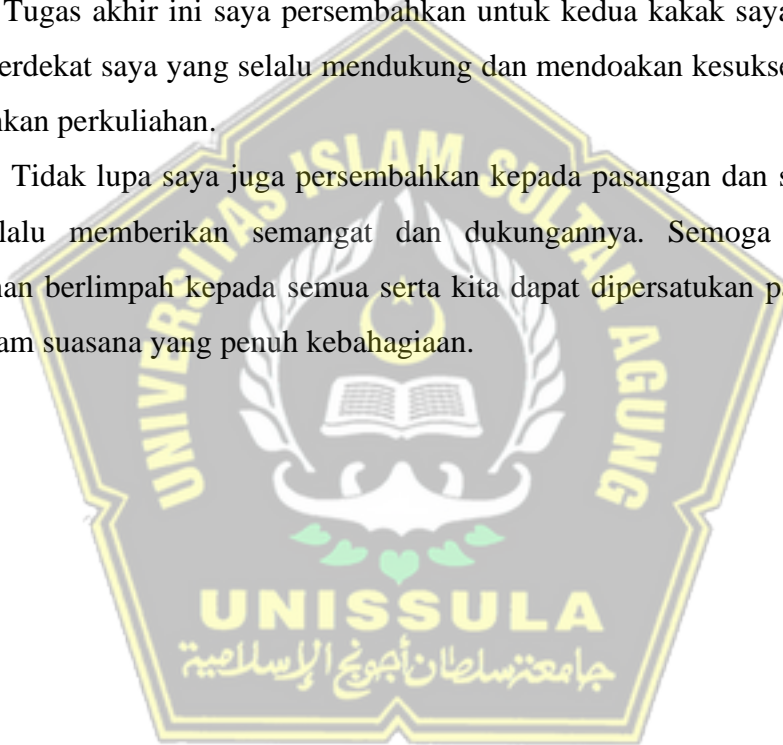
Vella Savira

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk ibu saya dan almarhum bapak saya, sebagai bukti cinta saya kepada kedua orang tua saya. Bukti bahwa dengan selesainya laporan Tugas Akhir ini, saya telah memenuhi kepercayaan kedua orang tua saya selama berkuliah di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua kakak saya, saudara, serta kerabat terdekat saya yang selalu mendukung dan mendoakan kesuksesan saya dalam menjalankan perkuliahan.

Tidak lupa saya juga persembahkan kepada pasangan dan sahabat terdekat yang selalu memberikan semangat dan dukungannya. Semoga kesehatan dan keberkahan berlimpah kepada semua serta kita dapat dipersatukan pada waktu yang tepat dalam suasana yang penuh kebahagiaan.



## MOTTO

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”*

*(Q.S. Ar-Rad 11)*

*“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”*

*(Q.S. Al-Baqarah 286)*

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”*

*(Q.S. Al-Insyirah 5)*

*“Pengetahuan yang baik adalah yang memberikan manfaat, bukan hanya diingat”*

*(Imam Syafi’i)*

*“Kesuksesan bukanlah akhir dari perjalanan, melainkan awal dari pencapaian yang lebih besar”*

*(Nelson Mandela)*

*“Jangan takut gagal, tapi takutlah tidak pernah mencoba”*

*(Roy. T. Bennett)*



## KATA PENGANTAR

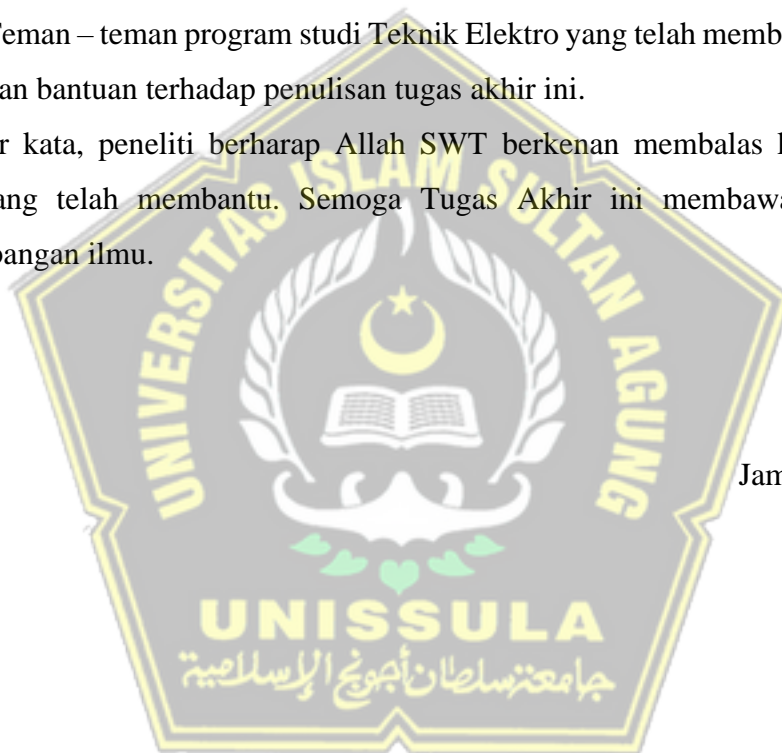
Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik yang berjudul “Analisa Pengujian *Partial Discharge* pada Kubikel TD #1 Menggunakan Metode *Transient Earth Voltage* di Gardu Induk Muara Bungo”. Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik Elektro di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini, yaitu:

1. Ninis Martina Restui, S.E., selaku ibu peneliti yang selalu memberikan dukungan serta doanya sejak kecil hingga sekarang, sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan lancar.
2. Almarhum Karnadi, selaku ayah peneliti yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungannya hingga peneliti menjadi anak yang kuat dan mandiri.
3. Dalvin Savero dan S. A. Dalilah Qisthina Alfiyah, kedua kakak saya yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan do'a ikhlasnya.
4. Prof. Dr. Gunarto, S.H., M.H., selaku rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Dr. Bustanul Arifin, S.T., M.T., selaku wakil dekan I Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
6. Ibu Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T., selaku kepala program studi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
7. Bapak Dedi Nugroho, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing dalam penyusunan tugas akhir yang telah sabar dan ikhlas membimbing saya sampai penulisan tugas akhir selesai.

8. Bapak dan ibu dosen Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang, yang telah memberikan ilmunya kepada peneliti selama berkuliah.
9. Segenap rekan kerja di PT. PLN (Persero) UPT Jambi yang telah membantu dan memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian.
10. Moyong Setiawan, S.H. yang telah memberikan semangat, dukungan, dan do'a ikhlasnya.
11. Teman – teman program studi Teknik Elektro yang telah memberikan semangat dan bantuan terhadap penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata, peneliti berharap Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.



Jambi, 28 Juli 2024

Peneliti

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI</b> .....	ii
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>MOTTO</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1. Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2. Perumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3. Pembatasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4. Tujuan</b> .....	2
<b>1.5. Manfaat</b> .....	2
<b>1.6. Sistematika Penulisan</b> .....	3
<b>BAB II</b> .....	5
<b>TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	5
<b>2.1. Tinjauan Pustaka</b> .....	5
<b>2.2. Landasan Teori</b> .....	6
2.2.1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik .....	6
2.2.2. Kubikel.....	7
2.2.3. Fungsi Kubikel.....	7
2.2.4. XLPE (cross-linked polyethylene).....	7

2.2.5.	<i>Partial Discharge</i> .....	8
2.2.6.	Gejala <i>Partial Discharge</i> .....	9
2.2.7.	Pendeteksian <i>Partial Discharge</i> .....	11
2.2.8.	Kegagalan <i>Partial Discharge</i> .....	12
2.2.9.	Ultra TEV Plus 2.....	12
2.2.10.	Metode <i>Transient Earth Voltage</i> (TEV) .....	13
2.2.11.	Kehandalan Tenaga Listrik .....	14
2.2.12.	Gangguan Sistem Tenaga Listrik .....	14
2.2.14.	Standar Nilai <i>Partial Discharge</i> .....	16
2.2.15.	Isolator .....	17
2.2.16.	<i>Skin Effect</i> .....	18
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		20
3.1.	<b>Obyek Penelitian</b> .....	20
3.2.	<b>Data Penelitian</b> .....	21
3.3.	<b>Langkah Penelitian</b> .....	22
3.4.	<b>Flowchart</b> .....	23
3.5.	<b>Diagram Blok Metode Pengukuran <i>Transient Earth Voltage</i></b> .....	25
3.6.	Cara Pengukuran dengan Ultra TEV Plus 2.....	25
<b>BAB IV</b> .....		28
<b>HASIL DATA DAN ANALISA</b> .....		28
4.1.	<b>Data Hasil Pengujian <i>Partial Discharge</i> Kubikel Penyulang Cemara</b> .....	28
4.1.1.	Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Ruang CT .....	28
4.1.2.	Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Busbar Atas .....	30
4.1.3.	Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen PMT .....	32
4.1.4.	Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Box Kabel .....	34
4.2.	<b>Data Hasil Pengujian <i>Partial Discharge</i> Kubikel <i>Incoming TD #1</i></b> .....	36
4.2.1.	Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Ruang CT .....	36
4.2.2.	Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Busbar Atas .....	38
4.2.3.	Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen PMT .....	40
4.2.4.	Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Ruang VT .....	41

<b>4.3. Data Hasil Pengujian <i>Partial Discharge</i> Kubikel Penyulang Palembang.....</b>	<b>43</b>
4.3.1. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Ruang CT .....	44
4.3.2. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Busbar Atas .....	45
4.3.3. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen PMT .....	47
4.3.4. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Box Kabel .....	49
<b>4.4. Data Hasil Pengujian <i>Partial Discharge</i> Kubikel Penyulang Mahoni .....</b>	<b>51</b>
4.4.1. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Ruang CT .....	51
4.4.2. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Busbar Atas .....	53
4.4.3. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen PMT .....	55
4.4.4. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Box Kabel .....	57
<b>4.5. Data Hasil Pengujian <i>Partial Discharge</i> Kubikel Penyulang Lavender .....</b>	<b>59</b>
4.5.1. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Ruang CT .....	59
4.5.2. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Busbar Atas .....	61
4.5.3. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen PMT .....	63
4.5.4. Pengujian <i>Partial Discharge</i> pada Komponen Box Kabel .....	65
<b>BAB V .....</b>	<b>68</b>
<b>PENUTUP .....</b>	<b>68</b>
<b>5.1. Kesimpulan.....</b>	<b>68</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>69</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Standar Nilai Pengukuran Partial Discharge.....	17
Tabel 4. 1. Komponen Ruang CT Penyulang Cemara.....	28
Tabel 4. 2. Komponen Busbar Atas Penyulang Cemara.....	30
Tabel 4. 3. Komponen PMT Penyulang Cemara .....	32
Tabel 4. 4. Komponen Box Kabel Penyulang Cemara .....	34
Tabel 4. 5. Komponen Ruang CT Penyulang Incoming TD #1.....	36
Tabel 4. 6. Komponen Busbar Atas Penyulang Incoming TD #1.....	38
Tabel 4. 7. Komponen PMT Penyulang Incoming TD #1 .....	40
Tabel 4. 8. Komponen Ruang VT Penyulang Incoming TD #1 .....	42
Tabel 4. 9. Komponen Ruang CT Penyulang Palembang .....	44
Tabel 4. 10. Komponen Busbar Atas Penyulang Palembang .....	46
Tabel 4. 11. Komponen PMT Penyulang Palembang.....	48
Tabel 4. 12. Komponen Box Kabel Penyulang Palembang.....	50
Tabel 4. 13. Komponen Ruang CT Penyulang Mahoni.....	52
Tabel 4. 14. Komponen Busbar Atas Penyulang Mahoni.....	54
Tabel 4. 15. Komponen PMT Penyulang Mahoni .....	56
Tabel 4. 16. Komponen Box Kabel Penyulang Mahoni .....	58
Tabel 4. 17. Komponen Ruang CT Penyulang Lavender .....	60
Tabel 4. 18. Komponen Busbar Atas Penyulang Lavender .....	62
Tabel 4. 19. Komponen PMT Penyulang Lavender.....	64
Tabel 4. 20. Komponen Box Kabel Penyulang Lavender.....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2. 2. Kubikel.....	7
Gambar 2. 3. XLPE.....	8
Gambar 2. 4. Partial Discharge .....	9
Gambar 2. 5. Internal Partial Discharge.....	9
Gambar 2. 6. Surface Partial Discharge.....	10
Gambar 2. 7. Corona Discharge.....	11
Gambar 2. 8. Diagram Pendeteksian Peluahan Sebagian .....	12
Gambar 2. 9. Alat Ukur Ultra TEV Plus 2.....	13
Gambar 2. 10. Isolator .....	18
Gambar 2. 11. Efek Kulit (Skin Effect).....	19
Gambar 3. 1. Peta Gardu Induk Muara Bungo .....	20
Gambar 3. 2. Single Line Diagram Kubikel TD #1 .....	21
Gambar 3. 3. Kubikel TD #1 .....	21
Gambar 3. 4. Proses Pengambilan Data.....	22
Gambar 3. 5. Flowchart .....	24
Gambar 3. 6. Diagram Blok Pengukuran Metode TEV .....	25
Gambar 4. 1. Pattern Komponen Ruang CT Penyulang Cemara.....	29
Gambar 4. 2. Pattern Komponen Busbar Atas Penyulang Cemara.....	31
Gambar 4. 3. Pattern Komponen PMT Penyulang Cemara .....	33
Gambar 4. 4. Pattern Komponen Box Kabel Penyulang Cemara .....	35
Gambar 4. 5. Pattern Komponen Ruang CT Penyulang Incoming TD #1 .....	37
Gambar 4. 6. Pattern Komponen Busbar Atas Penyulang Incoming TD #1.....	39
Gambar 4. 7. Pattern Komponen PMT Penyulang Incoming TD #1 .....	40
Gambar 4. 8. Pattern Komponen Ruang VT Penyulang Incoming TD #1.....	42
Gambar 4. 9. Pattern Komponen Ruang CT Penyulang Palembang .....	44
Gambar 4. 10. Pattern Komponen Busbar Atas Penyulang Palembang .....	46

Gambar 4. 11. Pattern Komponen PMT Penyulang Palembang.....	48
Gambar 4. 12. Pattern Komponen Box Kabel Penyulang Palembang.....	50
Gambar 4. 13. Pattern Komponen Ruang CT Penyulang Mahoni.....	52
Gambar 4. 14. Pattern Komponen Busbar Atas Penyulang Mahoni.....	54
Gambar 4. 15. Pattern Komponen PMT Penyulang Mahoni.....	56
Gambar 4. 16. Pattern Komponen Box Kabel Penyulang Mahoni.....	58
Gambar 4. 17. Pattern Komponen Ruang CT Penyulang Lavender.....	60
Gambar 4. 18. Pattern Komponen Busbar Atas Penyulang Lavender.....	62
Gambar 4. 19. Pattern Komponen PMT Penyulang Lavender.....	64
Gambar 4. 20. Pattern Komponen Box Kabel Penyulang Lavender.....	66





## ABSTRAK

*Gardu Induk Muara Bungo adalah salah satu gardu induk dari wilayah kerja PT. PLN (Persero) UPT Jambi. Gardu ini berada di sepanjang Sungai Binjai, Kecamatan Batin III, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi. Panel kubikel Trafo Daya 1 di gardu ini sering mengalami masalah cacat isolasi yang bisa menyebabkan gangguan pada transmisi listrik. Untuk meningkatkan kualitas pelayanan transmisi listrik, penting untuk melakukan pengujian terhadap partial discharge pada komponen kubikel guna memastikan bahwa tingkat partial discharge tersebut sesuai dengan standar. Jika ditemukan nilai PD yang melebihi batas standar, inspeksi dan perbaikan harus segera dilakukan.*

*Dalam penelitian ini diterapkan metode transient earth voltage, yang berfungsi sebagai sensor untuk mendeteksi sinyal pelepasan sebagian pada peralatan tegangan tinggi. Sensor yang digunakan untuk mengukur tegangan tanah transien adalah sensor kapasitif. Pengujian ini dapat dilakukan secara langsung (online) tanpa mengganggu operasional. Alat ukur yang dipakai dalam pengujian pelepasan sebagian adalah Ultra TEV Plus 2. Selain dengan sensor TEV, pelepasan sebagian juga dapat diukur menggunakan sensor ultrasonik, yang berfungsi untuk mendeteksi suara.*

*Hasil pengujian pelepasan sebagian dengan metode transient earth voltage menunjukkan bahwa sebagian besar panel dan komponennya, khususnya panel TD No. 1, dalam kondisi baik. Namun, terdapat satu komponen, yaitu pemutus arus (PMT), yang menunjukkan nilai pelepasan sebagian paling tinggi. Pengujian pada kubikel penyulang Palem menunjukkan nilai TEV tertinggi sebesar 12 dB dan PPC sebesar 4,62 untuk komponen PMT. Secara keseluruhan, nilai TEV yang terukur berkisar antara 10 hingga 19 dB, dan PPC antara 0,5 hingga 6, menandakan bahwa kubikel penyulang Palem tergolong dalam kategori PD tingkat rendah. Berdasarkan hasil ini, setiap komponen PMT di lapangan perlu diperiksa secara menyeluruh dan direncanakan perbaikannya jika terdapat masalah pada material PMT.*

**Kata Kunci :** *Gardu Induk Muara Bungo, Partial Discharge, Sensor TEV, Ultra TEV Plus 2, Pemutus Tenaga (PMT)*

## **ABSTRACT**

*Muara Bungo Main Substation is one of the main substations in the working area of PT. PLN (Persero) UPT Jambi. This substation is located along the Sungai Binjai, Batin III District, Bungo Regency, Jambi Province. The Power Transformer 1 cubicle panel at this substation often experiences problems with insulation defects which can cause interference with electricity transmission. To improve the quality of electricity transmission services, it is important to carry out partial discharge tests on cubicle components to ensure that the partial discharge level complies with standards. If a PD value is found that exceeds the standard limit, inspection and repairs must be carried out immediately.*

*In this research, the transient earth voltage method is applied, which functions as a sensor to detect partial discharge signals in high voltage equipment. The sensor used to measure transient ground voltage is a capacitive sensor. This testing can be done directly (online) without disrupting operations. The measuring instrument used in partial discharge testing is the Ultra TEV Plus 2. Apart from the TEV sensor, partial discharge can also be measured using an ultrasonic sensor, which functions to detect sound.*

*The results of partial discharge testing using the transient earth voltage method show that most of the panels and their components, especially panel TD No. 1, in good condition. However, there is one component, namely the circuit breaker (PMT), which shows the highest partial discharge value. Tests on Palem feeder cubicles showed the highest TEV value of 12 dB and PPC of 4.62 for the PMT component. Overall, the measured TEV values ranged from 10 to 19 dB, and the PPC ranged from 0.5 to 6, indicating that the Palem feeder cubicles were classified as low-level PD. Based on these results, every PMT component in the field needs to be checked thoroughly and repairs planned if there are problems with the PMT material.*

**Keywords:** *Muara Bungo Substation, Partial Discharge, TEV Sensor, Ultra TEV Plus 2, Circuit Breaker (PMT)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Jambi terdiri dari dua sub-unit, yakni ULTG Aurduri dan ULTG Muara Bungo. ULTG Aurduri mengelola delapan gardu induk, yaitu GI Aurduri, GI New Aurduri, GI Muara Sabak, GI Payo Selincih, GI Sei Gelam, GI Muara Bulian, GI Sarolangun, dan GI Kuala Tungkal. Sementara itu, ULTG Muara Bungo mengelola empat gardu induk, yaitu GI Muara Bungo, GI Muara Tebo, GI Bangko, dan GI Sungai Penuh. Gardu induk Muara Bungo memiliki tiga trafo daya, di mana kubikel trafo daya 1 sering mengalami masalah isolasi.

Pada bulan Mei, kubikel TD #1 di GI Muara Bungo dilakukan pengujian *partial discharge*, beberapa komponen tersebut dihasilkan nilai *partial discharge* tinggi. Sehingga terjadi *noise* pada kubikel. Penulis melakukan penelitian di gardu induk Muara Bungo karena kubikel TD #1 di GI Muara Bungo sering terjadi kegagalan isolasi akibat *partial discharge* pada komponen di dalam kubikel dan belum dilakukan pengujian pada triwulan dua.

Mengingat hal tersebut, penulis berencana untuk melakukan penelitian dan menganalisis hasil data *partial discharge* pada kubikel TD #1 di Gardu Induk Muara Bungo PT. PLN (Persero) UPT Jambi. Pengujian *partial discharge* menggunakan metode TEV karena dapat melakukan pengukuran secara *online* atau tanpa padam dan pengujiannya tidak dilakukan di dalam kubikel. Namun, jika hasil pengujian menunjukkan kondisi yang kurang baik, akan diatur jadwal untuk pemeriksaan dan perbaikan lebih lanjut guna memastikan keamanan jaringan transmisi dan optimalisasi distribusi listrik.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil pengujian setiap komponen pada setiap penyulang di kubikel TD #1?
2. Apakah kubikel TD #1 memenuhi standar nilai *partial discharge*?

## 1.3. Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan dengan lebih fokus, terarah dan menyeluruh, maka penulis merasa perlu untuk membatasi masalah penelitian pada variabel-variabelnya. Oleh karena itu, penulis membatasi masalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup perencanaan hanya dilakukan di Provinsi Jambi.
2. Penelitian ini berfokus untuk mengetahui hasil pengujian *partial discharge* pada komponen kubikel TD #1 di Gardu Induk Muara Bungo PT. PLN (Persero) UPT Jambi.
3. *Monitoring* menggunakan hasil pengukuran *partial discharge* yang dilakukan dengan metode *transient earth voltage*.

## 1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu menganalisis hasil pengujian *partial discharge* pada komponen-komponen di dalam kubikel.
2. Mampu mengevaluasi peralatan kubikel yang menunjukkan tingkat *partial discharge* rendah, menengah, atau tinggi.
3. Mampu meningkatkan kinerja dan kualitas layanan transmisi kepada pelanggan.

## 1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat menyediakan hasil perencanaan dan analisis pengujian *partial discharge* pada peralatan kubikel menggunakan metode *transient earth voltage* (TEV) di Gardu Induk Muara Bungo, yang dapat dijadikan acuan untuk pengujian *partial discharge* di masa depan.
2. Dapat berfungsi sebagai referensi untuk topik Tugas Akhir bagi angkatan yang akan datang, sehingga dapat dikembangkan, disesuaikan, atau dialihkan sesuai kebutuhan.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan berikut ini akan digunakan oleh penulis dalam membuat laporan tugas akhir:

BAB I	:	PENDAHULUAN
		Menyediakan latar belakang masalah yang mendasari judul penelitian, menguraikan rumusan masalah yang ingin dipecahkan, serta menetapkan batasan masalah agar penelitian tetap fokus dan mempermudah diskusi. Ini bertujuan untuk mencegah masalah berkembang lebih jauh. Selain itu, dijelaskan juga sistem penulisan yang mencakup tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan metode penyelesaian tugas.
BAB II	:	TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI
		Sumber literatur yang diterbitkan oleh akademisi atau peneliti yang membahas analisis <i>partial discharge</i> dan penerapan metode <i>transient earth voltage</i> , bersama dengan tinjauan pustaka dan teori dasar, digunakan sebagai referensi dan pedoman dalam penyusunan tugas akhir.
BAB III	:	METODE PENELITIAN
		Mencakup proses dan tahapan penelitian mulai dari pengumpulan data hingga analisis mengenai pengujian

		<i>partial discharge</i> pada kubikel TD #1 dengan menggunakan metode <i>transient earth voltage</i> .
BAB IV	:	HASIL DATA DAN ANALISA
		Menyajikan hasil data dari penelitian tentang pengujian <i>partial discharge</i> , yang dapat disajikan dalam berbagai format seperti tabel, grafik, persamaan, foto, dan bentuk penyajian lainnya.
BAB V	:	KESIMPULAN DAN SARAN
		Pada bab ini, penulis menyajikan ringkasan dari hasil penelitian mengenai <i>partial discharge</i> , mencakup seluruh proses dari awal hingga akhir.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1. Tinjauan Pustaka**

Penelitian serupa yang berjudul “Analisis Keandalan Konduktor Kabin Output Feeder Menggunakan Partial Discharge Meter di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Lengat” oleh Iqbal Novemsa (2022) [1] mengkaji cara menentukan jenis panel yang dapat mengurangi partial discharge (PD) pada sistem perlindungan pengumpan panel kabel tap-off box Juventus dan Manchester. Penelitian ini memanfaatkan Ultra TEV Plus 2 dan menggunakan dua metode, yaitu debit internal dan debit permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PD pada feeder Manchester lebih tinggi sebesar 6 dB dibandingkan feeder Juventus yang hanya 2 dB. Kabin feeder Juventus mulai beroperasi pada 1 Februari 2019, sedangkan kabin feeder Manchester mulai beroperasi pada 1 Februari 2021. Kabin feeder Juventus bertipe ABB, sementara kabin feeder Manchester bertipe GAE. Namun, hasil uji PD menunjukkan bahwa kabin ABB lebih efektif dalam mengurangi angka kejadian partial discharge dibandingkan kabin tipe GAE, sebagaimana terlihat dari pengumpan Juventus yang menggunakan kabin ABB dan beroperasi lebih awal dibandingkan pengumpan Manchester.

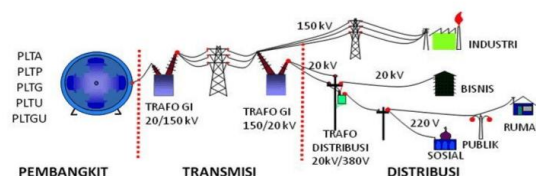
Penelitian yang dilakukan oleh Chaafidh Dzulfiqor Yusri (2023) berjudul “Karakteristik Pelepasan Sebagian pada Permukaan PCB (Epoxy Resin) Menggunakan Media Elektroda Plat-Bar” [2] membahas karakteristik gelombang pelepasan sebagian pada media elektroda batang pelat dan mengevaluasi pengukuran gelombang menggunakan sensor HFCT dan antena loop untuk mendeteksi pelepasan sebagian. Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai tegangan awal pelepasan parsial untuk polaritas positif dan negatif adalah masing-masing 1,32 kV dan 1,57 kV. Sensor HFCT menunjukkan sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan sensor antena loop, meskipun tegangan frekuensi yang diukur oleh sensor antena loop lebih tinggi daripada yang diukur oleh sensor HFCT, yang menunjukkan bahwa sensitivitas sensor berbanding terbalik dengan tegangan frekuensi.

Penelitian serupa dilakukan dalam studi berjudul “Pola Pelepasan Sebagian dan Analisis Spektrum Kerusakan Transformator” oleh Nobuyoshi Sugiono (2020) [3]. Studi ini melibatkan pengujian pelepasan sebagian pada beberapa transformator menggunakan PD-TP500A dengan sensor emisi akustik (AE) dan trafo arus frekuensi tinggi (HFCT), serta perangkat lunak catu daya PD-TP500A md\_v6349. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kerapatan pola PD, semakin kecil perbedaan tegangan dan frekuensi yang terukur. Sebaliknya, nilai konsentrasi yang lebih rendah menghasilkan perbedaan tegangan dan frekuensi yang lebih besar. Spektrum yang dianalisis mencerminkan kerapatan pola PD pada setiap transformator. Dengan kata lain, nilai pola PD yang lebih kecil berhubungan dengan amplitudo dan lebar frekuensi spektrum yang lebih besar, yang menunjukkan tingkat kerusakan transformator yang lebih tinggi.

## 2.2.Landasan Teori

### 2.2.1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik dari pembangkit ke konsumen adalah elemen vital yang harus dipahami. Proses ini melibatkan beberapa langkah. Energi listrik yang dihasilkan oleh generator dikirim ke gardu induk melalui jaringan transmisi (SUTET). Dari gardu induk, listrik kemudian disalurkan ke jaringan distribusi primer (SUTM), diteruskan melalui stasiun distribusi ke jaringan distribusi sekunder (SUTR), dan akhirnya mencapai konsumen. Oleh karena itu, sistem distribusi tenaga listrik bertugas mendistribusikan energi listrik kepada konsumen melalui jaringan tegangan rendah (SUTR), sedangkan saluran transmisi mengalirkan listrik bertegangan tinggi ke pusat-pusat beban besar melalui jaringan distribusi. Seperti gambar dibawah ini : gambar 2.1



Gambar 2. 1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

Sumber : <https://www.warriornux.com/pembagian-sistem-penyaluran-tenaga-listrik/>

Gambar 2. 2. Kubikel Gambar 2. 3. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

Sumber : <https://www.warriornux.com/pembagian-sistem-penyaluran-tenaga-listrik/>



### 2.2.2. Kubikel

Kabinet kendali adalah perangkat kelistrikan yang berfungsi dalam sistem distribusi tenaga listrik untuk membagi energi listrik serta menyediakan pengendalian, penyambungan, pengaturan, dan perlindungan tambahan. Panel kendali ini dilengkapi dengan berbagai perangkat seperti perangkat switching, kontrol, pengukuran, dan perlindungan. Berdasarkan IEC 298: 1990, "Kabinet 20 kV adalah peralatan logam rakitan pabrik untuk arus bolak-balik dengan tegangan pengenal antara 1 kV hingga 35 kV, yang dapat digunakan di dalam maupun di luar ruangan, dengan frekuensi hingga 50 Hz.". Gambar 2.2. adalah gambar kubikel



Gambar 2. 4. Kubikel

Sumber : <https://tender-indonesia.com/m/proomdet.php?prm=10017>

### 2.2.3. Fungsi

Fungsi

Gambar 2. 5. XLPE Gambar 2. 6. Kubikel

- Sumber : <https://tender-indonesia.com/m/proomdet.php?prm=10017>
1. Pen
  2. Perlindungan sirkuit ditangani oleh fasa atau pelebur
  3. Pembagian sirkuit dilakukan melalui jurusan atau kelompok (busbar) [4].

### 2.2.4. XLPE (cross-linked polyethylene)

XLPE adalah polietilena yang telah mengalami proses pengikatan silang, yang juga dikenal dengan sebutan PEX atau XPE. Ini merupakan salah satu bentuk polietilen, yang merupakan bahan polimer. Monomer yang digunakan untuk membuat polimer ini adalah etilena. Proses polimerisasi tambahan etilena menghasilkan rantai polimer polietilen. XLPE dibuat dengan menambahkan agen pengikat silang ke rantai

polimer polietilen. XLPE merupakan alternatif yang baik untuk PVC. Seperti gambar 2.3 di bawah ini, untuk melihat konduktor XLPE.



Gambar 2. 7. XLPE

Sumber : Kabel-TM-20KV-NA2XSEYBY-3x240mm2-(-Merah-3x240mm-3x240-3-x-240-20-KV-)-i.186208796.4315882114

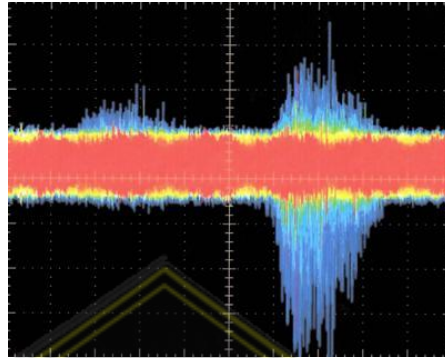
Keuntungan Penggunaan XLPE:

- Ketahanan atau kekuatan terhadap dampak suhu rendah
- Kemampuan beroperasi atau bekerja pada berbagai tingkat tegangan
- Biaya bahan produksi yang rendah
- Perlindungan mekanis yang baik
- Ketahanan atau Resistensi termal yang memungkinkan penggunaan pada suhu sangat tinggi
- Fleksibilitas
- Ketahanan terhadap kelembaban
- Ketahanan terhadap cuaca, sehingga tahan terhadap korosi

### 2.2.5. *Partial Discharge*

*Partial discharge* (pelepasan parsial) adalah fenomena di mana terjadi pelepasan atau loncatan listrik pada bagian isolasi (baik di rongga internal maupun pada permukaan) akibat perbedaan potensial yang tinggi dalam isolasi tersebut. Partial discharge dapat menyebabkan kehilangan daya dan energi listrik, karena sebagian energi listrik yang mengalir terbuang ke tanah melalui rongga udara dalam bahan

isolasi atau pada sambungan material (jointing) atau terminasi. Seperti gambar 2.4 di bawah [5].



Gambar 2. 10. *Partial Discharge*

Sumber : <https://direktorilistrik.blogspot.com/2012/11/pengukuran-partial-discharge-pd.html>

Gambar 2. 11. *Internal Partial Discharge* Gambar 2. 12. *Partial Discharge*

Sumber : <https://direktorilistrik.blogspot.com/2012/11/pengukuran-partial-discharge-pd.html>

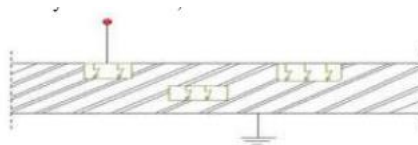
- Gejala non-listrik, seperti panas, cahaya, suara, perubahan tekanan gas, dan perubahan struktur kimia.
- Fenomena kelistrikan, seperti kerugian dielektrik dan impuls listrik.

[6].

Jenis *partial discharge* dibagi menjadi berikut:

a. *Internal Partial Discharge*

*Partial discharge* yang terjadi akibat adanya rongga, biasanya diisi dengan udara, di dalam isolasi. Seperti gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2. 13. *Internal Partial Discharge*

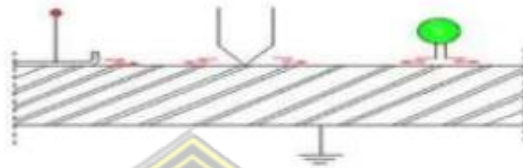
Sumber : <https://www.semanticscholar.org/paper/A-measurement-technique-to-identify-and-locate-in-Fuangsoongnern-Plueksawan/56db3057727023c248953430a0e48b2ec03c6b1b>

Gambar 2. 14. *Surface Partial Discharge* Gambar 2. 15. *Internal Partial Discharge*

Sumber : <https://www.semanticscholar.org/paper/A-measurement-technique-to-identify-and-locate-in-Fuangsoongnern-Plueksawan/56db3057727023c248953430a0e48b2ec03c6b1b>

b. *Surface Partial Discharge*

*Surface discharge* adalah jenis partial discharge yang terjadi pada permukaan luar isolasi atau bagian luar dari isolasi. Jenis discharge ini terjadi ketika pelepasan dari luar menyentuh permukaan isolasi. Seperti pada gambar 2.6. di bawah ini :



Gambar 2. 16. *Surface Partial Discharge*

Sumber : <https://www.semanticscholar.org/paper/A-measurement-technique-to-identify-and-locate-in-Fuangsoongnern-Plueksawan/56db3057727023c248953430a0e48b2ec03c6b1b>

Gambar 2. 17. Diagram Pendeteksian Peluahan Sebagian Gambar 2. 18. *Surface Partial Discharge*

Sumber : <https://www.semanticscholar.org/paper/A-measurement-technique-to-identify-and-locate-in-Fuangsoongnern-Plueksawan/56db3057727023c248953430a0e48b2ec03c6b1b>

c. *Corona Discharge*

*Corona discharge* terjadi ketika logam dengan bentuk tajam terkena medan listrik. Bentuk "tajam" ini bisa berupa tonjolan atau permukaan konduktor yang tidak rata. Untuk mencegah pelepasan korona, permukaan konduktor harus dijaga tetap rata dan bersih. Pada kabel konduktif, kerusakan pada kabel dapat menjadi salah satu penyebab terjadinya pelepasan korona.

Korona terjadi karena adanya ionisasi dalam udara, yaitu adanya kehilangan electron dari molekul udara. Oleh karena lepasnya electron bebas ini mengalami gayayang mempercepat geraknya, sehingga terjadilah tabrakan dengan molekul lain. Akibatnya ialah timbulnya ion-ion dan elektron - elektron baru. Proses ini berjalan terus-menerus dan jumlah elektron dan ion bebas menjadi berlipat-ganda bila gradien tegangan cukup besar, peristiwa ini disebut korona[5]. Contoh terjadinya corona seperti gambar 2.7 di bawah ini.



Gambar 2. 19. *Corona Discharge*

Sumber : ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika

d. *Electrical Treeing*

*Electrical treeing* terjadi pada isolasi padat dan dimulai dari adanya cacat dalam isolasi tersebut. Cacat ini bisa disebabkan oleh kekurangan selama proses pabrikan atau oleh kotoran yang menempel pada permukaan isolasi. Ketika terkena medan listrik, cacat tersebut dapat memicu pembentukan treeing yang berkembang menjadi cabang-cabang dengan bentuk dan arah yang tidak teratur. [7].

**2.2.7. Pendeteksian *Partial Discharge***

Metode pendeteksian *partial discharge* secara umum ada dua cara yaitu dengan metode konvensional dan juga metode non-konvensional.

1. Metode konvensional menggunakan standar IEC 60270, yang melibatkan deteksi peluahan melalui perangkat kopling langsung (coupling device). Metode ini dilakukan dengan memasang kapasitor secara paralel terhadap sumber tegangan.
2. Metode non-konvensional mencakup semua teknik yang tidak mengikuti prosedur pengukuran standar IEC 60270. Pendeteksian PD non-konvensional terbagi menjadi tiga jenis, yaitu :

e. Pendeteksian elektromagnetik

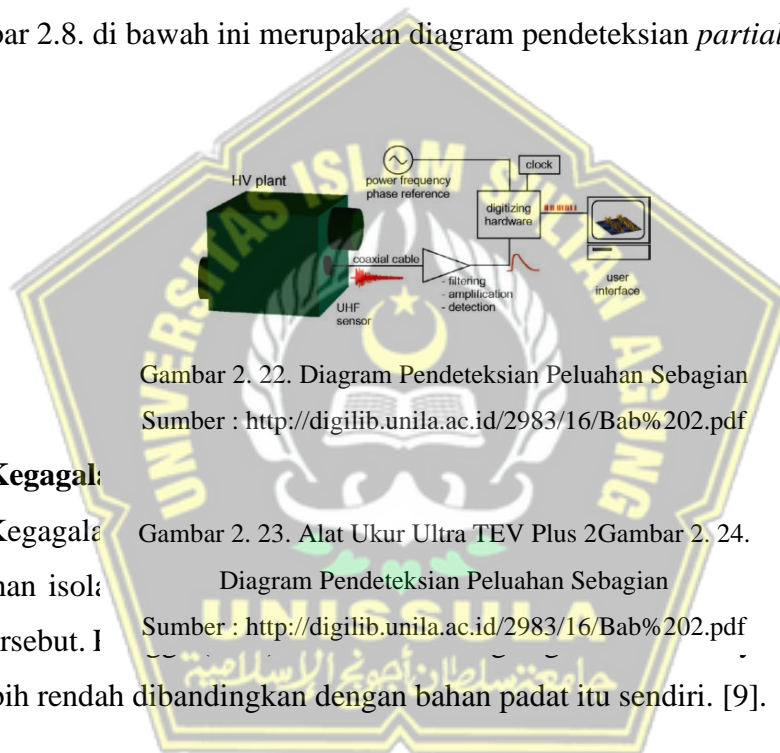
- HF / VHF (3 MHz hingga 300 MHz)
- UHF (300 MHz hingga 3000 MHz)

f. Pendeteksian emisi suara (10 kHz hingga 300 kHz)

g. Pendeteksian optik

Metode elektromagnetik adalah teknik deteksi yang tidak konvensional, yang bekerja dengan menangkap sinyal elektromagnetik yang muncul saat terjadi pelepasan parsial. Sinyal ini dideteksi menggunakan sensor yang sesuai, lalu dihubungkan ke osiloskop atau analisis spektrum untuk mengidentifikasi jenis pelepasan tersebut. Metode ini telah diterapkan untuk mendeteksi partial discharge di gardu induk yang menggunakan gas SF6 dan saat ini juga digunakan untuk mendeteksi pelepasan pada transformator.[8].

Gambar 2.8. di bawah ini merupakan diagram pendeteksian *partial discharge*.



Gambar 2. 22. Diagram Pendeteksian Peluahan Sebagian  
Sumber : <http://digilib.unila.ac.id/2983/16/Bab%202.pdf>

### 2.2.8. Kegagalan

Kegagalan pada bahan isolasi isolasi tersebut. I tahanan lebih rendah

Gambar 2. 23. Alat Ukur Ultra TEV Plus 2  
Diagram Pendeteksian Peluahan Sebagian  
Sumber : <http://digilib.unila.ac.id/2983/16/Bab%202.pdf>

daksempurnaan onggga di dalam g memiliki daya

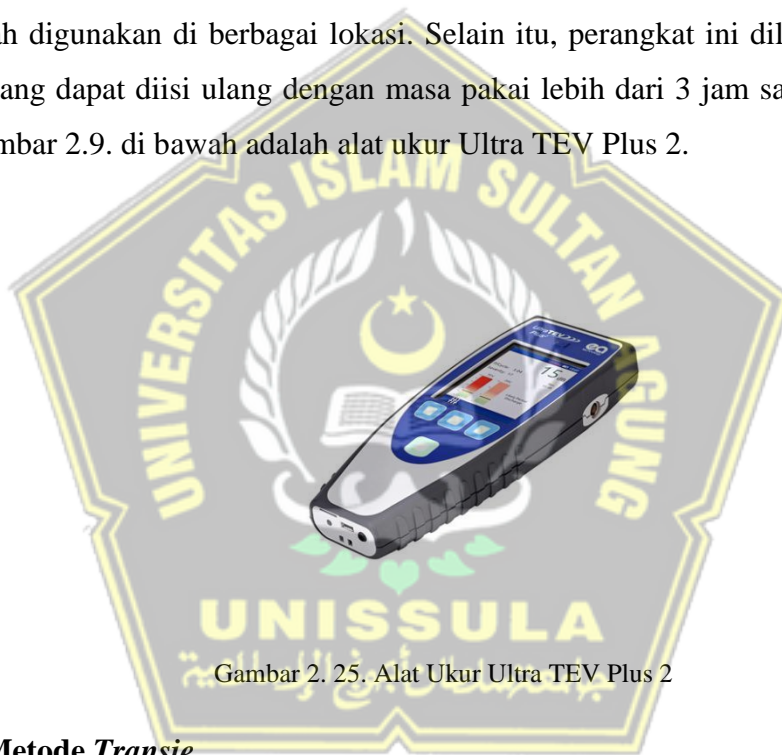
### 2.2.9. Ultra TEV Plus 2

Ultra TEV Plus 2 adalah perangkat pengujian partial discharge yang dikembangkan oleh EA Technology untuk memeriksa berbagai komponen listrik seperti trafo arus, trafo, busbar, *switchgear*, pemutus arus, kabel, dan lainnya di dalam kabinet kendali.

Perangkat ini menampilkan klasifikasi dan nilai dari partial discharge untuk mempermudah proses analisis. Data hasil pengukuran disimpan di perangkat dan bisa dipindahkan ke ponsel pintar atau komputer melalui WiFi untuk pembuatan laporan.

Ultra TEV Plus 2 juga dilengkapi dengan pembaca NFC yang dapat membaca data dari tag NFC yang dipasang pada panel dan kabinet, mempermudah pencatatan dan mengurangi potensi kesalahan.

Dengan desain kompak, layar sentuh LCD, dan berat di bawah 500 gram, alat ini mudah digunakan di berbagai lokasi. Selain itu, perangkat ini dilengkapi dengan baterai yang dapat diisi ulang dengan masa pakai lebih dari 3 jam saat terisi penuh.. [10]. Gambar 2.9. di bawah adalah alat ukur Ultra TEV Plus 2.



Gambar 2. 25. Alat Ukur Ultra TEV Plus 2

#### 2.2.10. Metode *Transie*

Gambar 3. 1. Peta Gardu Induk Muara  
 Penggunaan alat Bungo  
 Gambar 2. 26. Alat Ukur Ultra TEV Plus 2  
 pengukuran menggunakan sensor *transient earth voltage* (TEV). Sensor TEV dapat mendeteksi sinyal yang merambat melalui dinding logam switchgear ketika terjadi partial discharge (PD) yang mengalir menuju tanah. Proses deteksi partial discharge dengan sensor TEV dilakukan dengan menempelkan sensor tersebut, yang terdapat di dalam unit detektor *partial discharge*, pada logam penutup MV switchgear standar pengukuran *partial discharge* terdapat pada IEC TS 62478:2016.[10]

### 2.2.11. Keandalan Tenaga Listrik

Keandalan adalah ukuran sejauh mana suatu sistem atau komponen berhasil memberikan kinerja optimal dalam jangka waktu tertentu dan dalam kondisi operasi tertentu. Untuk menilai keandalan sistem, perlu dilakukan evaluasi melalui perhitungan dan analisis kinerja atau operasional sistem selama periode yang ditentukan, dan membandingkannya dengan standar yang sudah ditetapkan [3].

Tingkat keandalan dalam layanan dapat dikategorikan dalam tiga aspek, yaitu (SPLN 52-3, 1983;5):

- a. Pemadaman listrik mungkin terjadi selama beberapa jam. Ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi masalah.
- b. Pemadaman berlangsung beberapa jam. Ini mencakup waktu yang diperlukan untuk mengirimkan tim ke lokasi, menemukan penyebab pemadaman, dan mengambil langkah-langkah untuk membuka jalur atau saluran alternatif secara sementara.
- c. Pemadaman berlangsung beberapa menit dan biasanya disebabkan oleh tindakan dari personel gardu induk atau operasi penginderaan jauh dan kendali.
- d. Pemadaman terjadi selama beberapa detik sebagai respons terhadap masalah keamanan atau gangguan otomatis.
- e. Sistem cadangan otomatis aktif, memastikan tidak ada kegagalan.

Sistem dianggap andal jika berada pada level 4 atau 5, cukup andal pada level 3, dan kurang andal pada level 1 atau 2.[11].

### 2.2.12. Gangguan Sistem Tenaga Listrik

Gangguan dalam sistem saluran listrik dapat bervariasi baik dari segi tingkat keparahan maupun karakteristiknya. Gangguan pada sistem transmisi tenaga listrik merupakan kondisi abnormal yang dapat memengaruhi kelancaran layanan transmisi tenaga listrik. Umumnya, kegagalan dalam jaringan listrik dapat dibagi menjadi dua kategori utama:



- a. Kegagalan yang berasal dari dalam sistem itu sendiri, dan
- b. Gangguan yang disebabkan oleh faktor luar sistem.

Penyebab gangguan yang berasal dari dalam sistem antara lain :

- Tegangan dan arus yang tidak sesuai dengan norma
- Pemasangan yang tidak sempurna
- Kerusakan mekanis akibat usia komponen
- Beban yang melebihi kapasitas
- Kerusakan pada properti seperti isolasi yang rusak, kabel yang putus, atau kabel dengan isolasi yang bocor

Sementara itu, gangguan yang berasal dari luar sistem antara lain :

1. Aktivitas penggalian saluran air yang tidak tepat dapat mengakibatkan kerusakan mekanis pada sistem kelistrikan bawah tanah.
2. Cuaca buruk, termasuk hujan, angin, dan petir, dapat menyebabkan kegagalan, terutama dengan sambaran petir yang dapat menimbulkan lonjakan arus dan korsleting akibat kerusakan isolasi peralatan.
3. Faktor lingkungan seperti keberadaan pohon, hewan, benda asing, serta kelalaian manusia juga dapat menyebabkan kegagalan pada sistem

Berdasarkan durasi gangguan, gangguan dapat dikategorikan sebagai berikut :

- 3.1. Kegagalan sementara atau sesaat adalah gangguan yang biasanya akan sembuh sendiri atau dapat diatasi dengan memutuskan komponen yang bermasalah dari sumber tegangan. Namun, jika kegagalan sementara ini tidak segera ditangani baik secara otomatis maupun dengan bantuan perangkat keselamatan, ada kemungkinan masalah tersebut akan berkembang menjadi kegagalan permanen.
- 3.2. Gangguan yang bersifat permanen, yang memerlukan tindakan perbaikan atau penghapusan penyebab gangguan untuk mengatasi masalah. Gangguan sementara memungkinkan peralatan atau saluran yang terganggu siap

beroperasi kembali setelah arus gangguan terputus, misalnya setelah circuit breaker beroperasi

Sebaliknya, gangguan permanen menyebabkan kerusakan yang harus diperbaiki atau diganti sebelum sistem dapat beroperasi kembali. Selama gangguan, arus yang sangat besar mengalir ke titik gangguan, melebihi rating arus maksimum yang diizinkan, sehingga menyebabkan kenaikan suhu yang dapat merusak peralatan listrik [12].

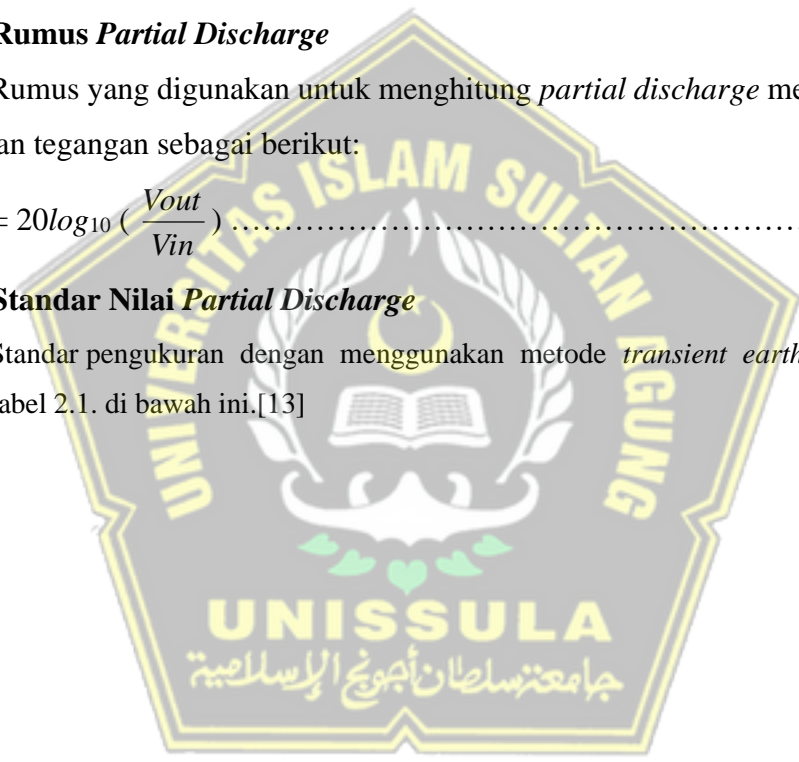
### 2.2.13. Rumus *Partial Discharge*

Rumus yang digunakan untuk menghitung *partial discharge* merupakan rumus penguatan tegangan sebagai berikut:

$$dB = 20 \log_{10} \left( \frac{V_{out}}{V_{in}} \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

### 2.2.14. Standar Nilai *Partial Discharge*

Standar pengukuran dengan menggunakan metode *transient earth voltage* adalah seperti Tabel 2.1. di bawah ini.[13]



Tabel 2. 1. Standar Nilai Pengukuran *Partial Discharge*  
(Sumber : Standar Nilai Pengujian Ultra TEV Plus 2 PD Online)

TEV dB	<i>Pulse per cycle (PPC)</i>			
	<0,5	0,5-6	6-30	>30
0	Tidak memerlukan perhatian			
10-19	Tidak memerlukan perhatian	Kemungkinan PD tingkat rendah	Kemungkinan discharge permukaan	Noise
20-29		Kemungkinan PD tingkat menengah	Kemungkinan discharge permukaan	
>30		Kemungkinan PD tingkat tinggi	Kemungkinan logam mengambang / koneksi jelek / kendor	

### 2.2.15. Isolator

Isolator adalah sebuah bahan atau zat yang tidak dapat menghantarkan panas dan juga listrik. Benda yang memiliki sifat sebagai isolator tentu akan sangat sulit untuk menghambat aliran panas pada konduktor. Selain itu, isolator juga dapat memisahkan konduktor tanpa mengeluarkan aliran listrik.

Bahan isolator memiliki hambatan besar. Hal ini dikarenakan hambatan jenisnya besar. Bahan isolator diketahui mempunyai beberapa elektron pada kulit atom terluar yang gaya tariknya dengan inti atom sangat kuat. Jika setiap ujung isolator terhubung dengan tegangan kecil, maka elektron terluar tidak akan mampu melepaskan gaya ikat inti. Maka dari itu, tidak ada elektron yang mengalir dalam isolator. Selain itu, tidak ada arus listrik yang bisa berpindah melalui isolator[14]. Seperti gambar 2.10. di bawah ini.



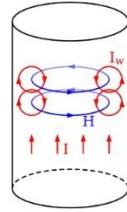
Gambar 2. 27. Isolator

Sumber : <https://edukasi.okezone.com/read/2022/07/09/624/2626681/pengertian-isolator-dan-contoh-lengkapnya-sebagai-penghambat-panas>

### 2.2.16. *Skin Effect*

Fenomena yang terjadi ketika arus listrik bolak-balik (AC) cenderung mengalir di bagian terluar dari konduktor. Efek ini menyebabkan kerapatan arus paling besar berada di dekat permukaan konduktor, dan berkurang secara eksponensial ke dalam konduktor. Kondisi efek kulit hanya terjadi pada frekuensi tinggi. Arus listrik hanya menyebar di sekitar permukaan penghantar. Efek kulit secara menyeluruh terjadi pada penghantar listrik berbentuk tabung. Penyebab terjadinya efek kulit adalah induktansi diri. Di permukaan penghantar bekerja medan magnet yang berubah-ubah yang menyebabkan timbulnya medan listrik pusaran.

Arah pusaran hanya akan berada di sekitar permukaan penghantar listrik. Induktansi diri yang menyebabkan efek kulit juga akan menyebabkan perbedaan fase antara tegangan listrik dan arus listrik. Fenomena efek kulit memberikan informasi bahwa pada frekuensi tinggi, penghantar listrik arus bolak-balik mempunyai hambatan listrik yang lebih besar dibandingkan arus searah. Efek kulit menghasilkan penggunaan penghantar listrik berbentuk pipa dan berdinding tipis pada pengaliran arus listrik dengan frekuensi tinggi[15]. Seperti pada gambar 2.11. di bawah ini.



Gambar 2. 30. Efek Kulit (*Skin Effect*)

Sumber :

[https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Efek\\_kulit#:~:text=Efek%20kulit%20adalah%20fenomena%20pe nyaluran%20arus%20listrik,merata%20ke%20semua%20bagian%20dari%20penghantar%20listrik.](https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Efek_kulit#:~:text=Efek%20kulit%20adalah%20fenomena%20pe nyaluran%20arus%20listrik,merata%20ke%20semua%20bagian%20dari%20penghantar%20listrik.)



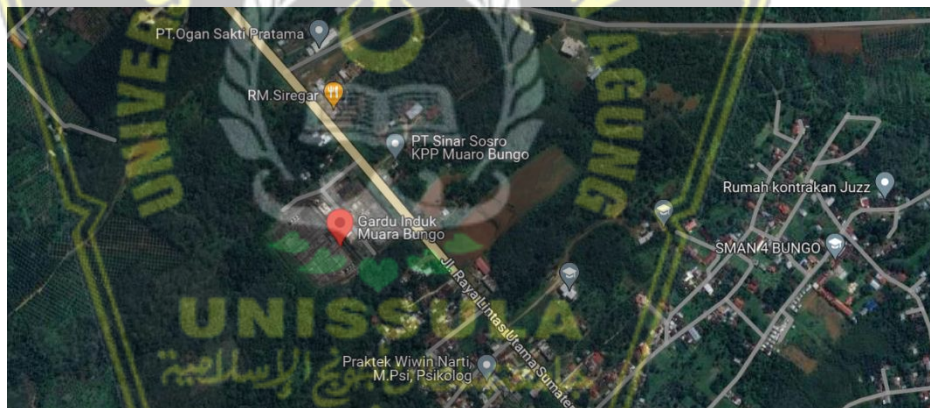
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Obyek Penelitian

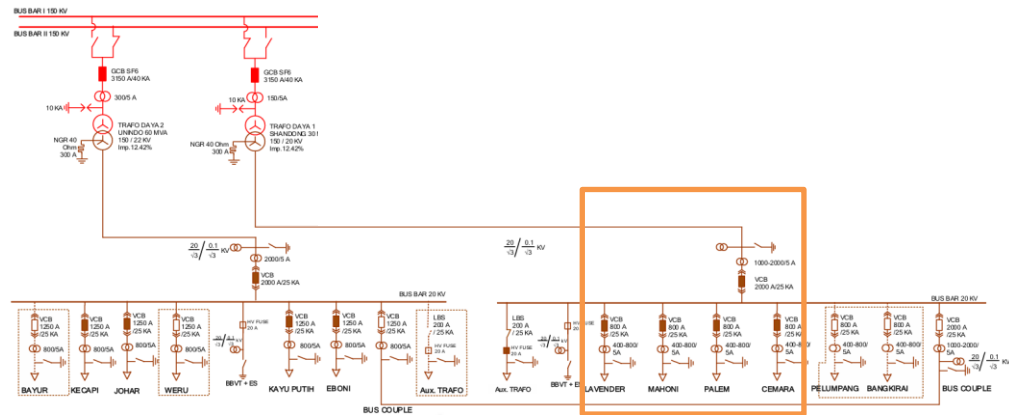
Waktu pelaksanaan pengujian *partial discharge* dilakukan setiap 3 bulan sekali atau triwulanan. Pada triwulan pertama (TW I) dilakukan pada bulan Maret – April 2024 untuk menyelesaikan pengujian pada semua lokasi gardu induk. Kemudian, pada triwulan kedua (TW II) dilakukan pada bulan Juni – Juli 2024, lokasi yang menjadi obyek penelitian terjadwal diuji pada tanggal 18 Juli 2024.

Lokasi yang menjadi obyek penelitian yaitu gardu induk Muara Bungo. Yang beralamat di beralamatkan di Sungai Binjai, Kecamatan Bathin III, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi. Peta geografis gardu induk Muara Bungo berada pada gambar 3.1. di bawah ini.



Gambar 3. 2. Peta Gardu Induk Muara Bungo

*Single Line Diagram* (SLD) merupakan sebuah diagram yang menggambarkan komponen – komponen instalasi listrik yang diwakilkan oleh simbol – simbol yang saling berhubungan. Pengujian *partial discharge* hanya dilakukan di kubikel TD #1. Gambar *single line diagram* dapat dilihat pada gambar 3.2. yang ada di bawah ini.



Gambar 3. 3. Single Line Diagram Kubikel TD #1

### 3.2. Data Penelitian

Pengambilan data dapat dilakukan secara *online* (tanpa padam). Pada Gambar 3.3. yang ada di bawah ini merupakan kubikel TD #1.



Gambar 3. 4. Kubikel TD #1

Sesuai dengan gambar 3.3. di atas, kubikel yang akan dilakukan pengujian *partial discharge* adalah kubikel *feeder* Cemara, kubikel *incoming* TD 1, kubikel *feeder* Palembang, kubikel *feeder* Mahoni, dan kubikel *feeder* Lavender. Pada setiap kubikel dapat diukur dari beberapa titik komponen, yaitu ruang CT, ruang VT, PMT, busbar atas, dan box kabel.

Gambar 3.4. di bawah ini merupakan proses pengambilan data dengan alat ukur.



Gambar 3. 5. Proses Pengambilan Data

### 3.3. Langkah Penelitian

Adapun langkah penelitian dalam pengujian *partial discharge* sebagai berikut:

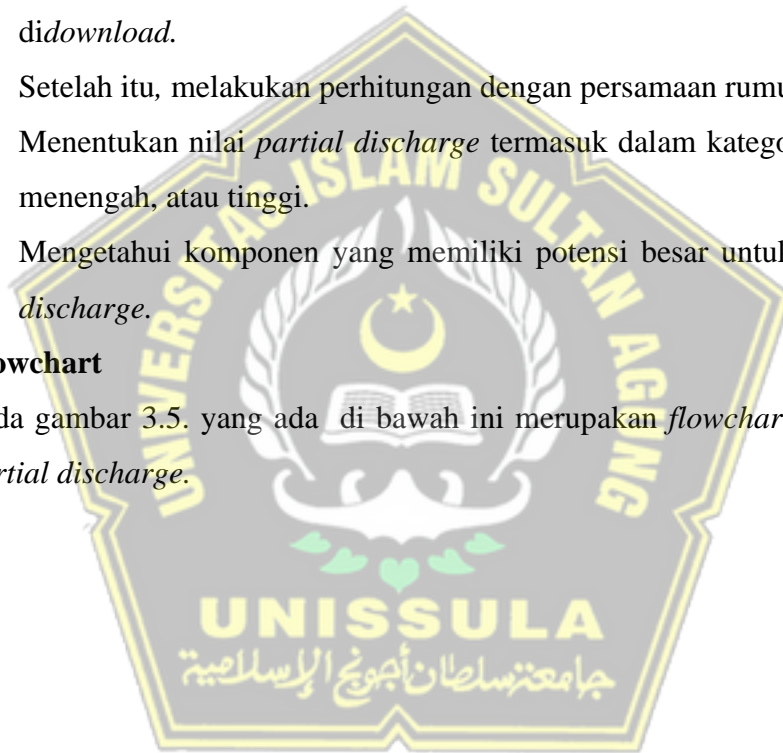
1. Merencanakan jadwal pengujian *partial discharge* yang belum dilakukan pengujian.
2. Mempersiapkan alat ukur, yaitu Ultra TEV Plus 2.
3. Melakukan tes alat ukur dengan menjadikan logam sebagai objek untuk penguncian frekuensi pada alat ukur dengan nilai frekuensi 50 Hz.
4. Apabila penguncian frekuensi sudah berhasil dilakukan, maka dilakukan pengisian keterangan material serta lokasi pengujian pada alat ukur.
5. Kemudian, mengukur nilai *partial discharge* dengan cara menempelkan alat ukur pada logam kubikel bagian luar namun lokasi penempelan alat ukur sesuai dengan penempatan material di dalam kubikel.

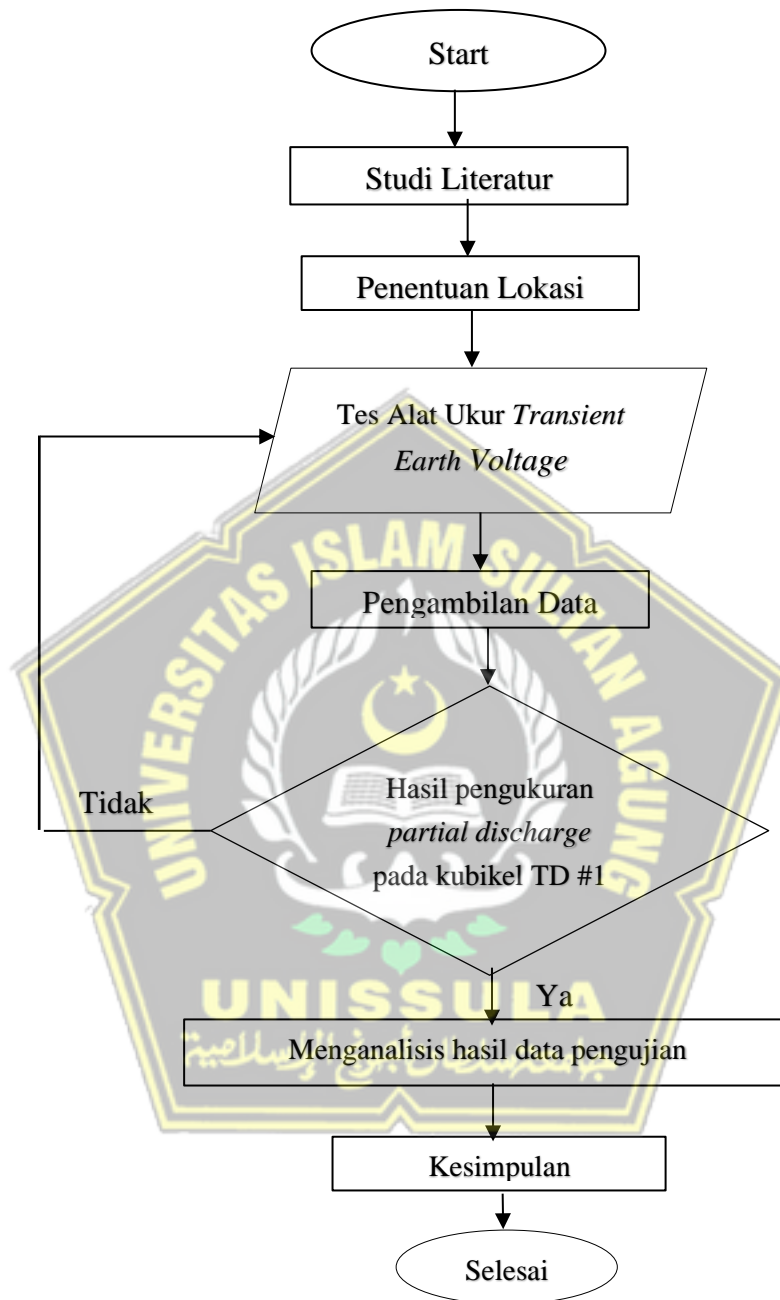


6. Alat ukur ditekan hingga muncul waktu selama 10 detik (s) lalu akan diperoleh nilai TEV dengan satuan dB dan *pulse per cycle* (PPC).
7. Pada alat ukur juga akan tersimpan *pattern*.
8. Memindahkan hasil uji dari alat ukur ke PC.
9. Menyalakan *wi-fi* pada PC atau laptop agar tersambung dengan alat ukur menggunakan SSID dan *password*.
10. Kemudian, menyimpan hasil pengujian kubikel TD #1 dengan cara *download*.
11. Setelah itu, melakukan perhitungan dengan persamaan rumus.
12. Menentukan nilai *partial discharge* termasuk dalam kategori level rendah, menengah, atau tinggi.
13. Mengetahui komponen yang memiliki potensi besar untuk terjadi *partial discharge*.

#### 3.4. Flowchart

Pada gambar 3.5. yang ada di bawah ini merupakan *flowchart* dari pengujian *partial discharge*.

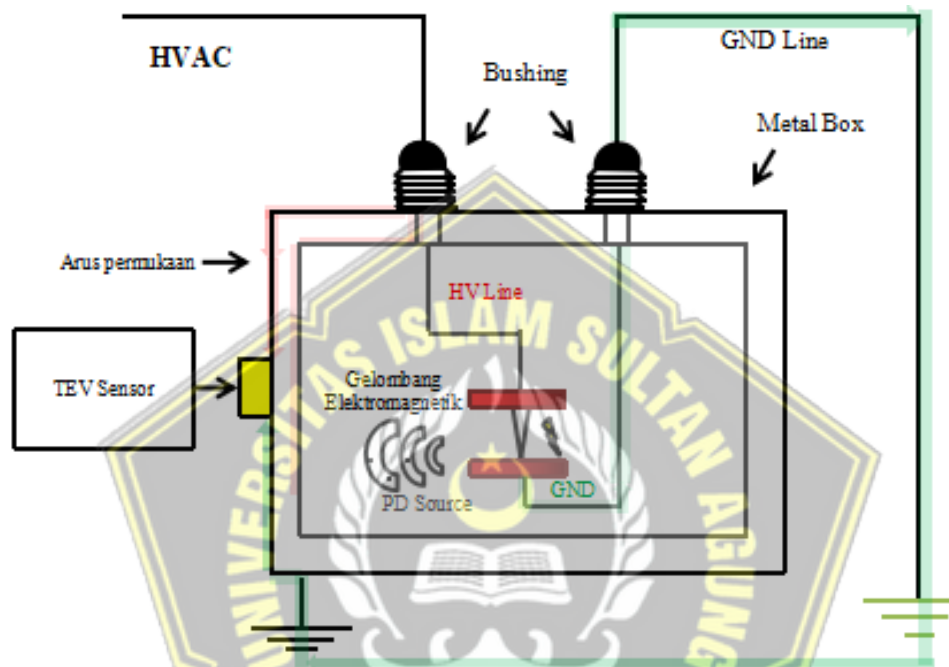




Gambar 3. 7. Flowchart

### 3.5. Diagram Blok Metode Pengukuran *Transient Earth Voltage*

Gambar 3.6. di bawah merupakan diagram blok pengukuran dengan metode *transient earth voltage* (TEV).



Gambar 3. 8. Diagram Blok Pengukuran Metode TEV

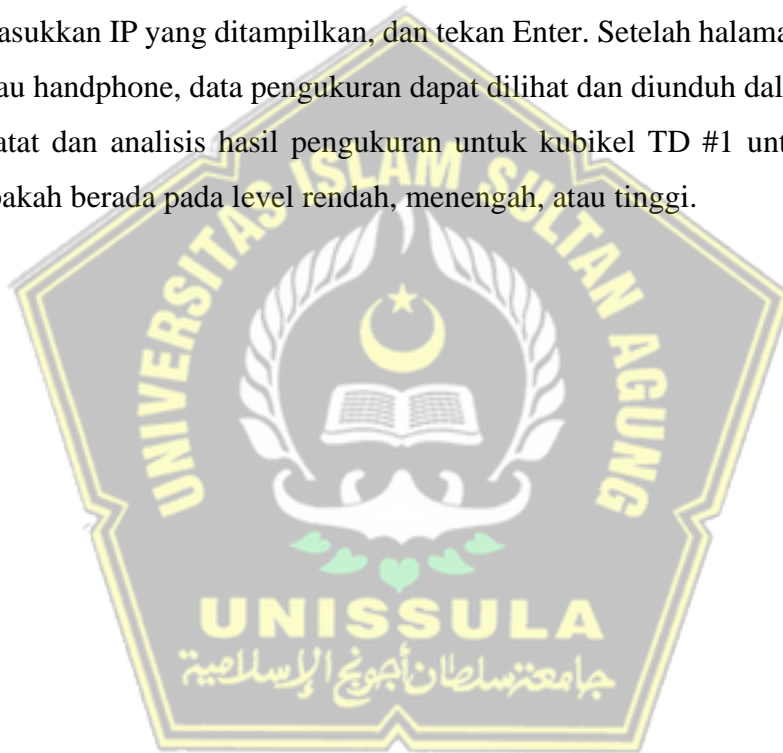
### 3.6. Cara Pengukuran dengan Ultra TEV Plus 2

Pengujian peralatan di kubikel dengan menggunakan alat ukur Ultra TEV Plus 2 dilakukan melalui langkah-langkah berikut :

2. Untuk menyalakan Ultra TEV Plus 2, tekan tombol hijau hingga layar menampilkan tampilan awal.
3. Sebelum memulai pengukuran, buatlah workflow dengan memilih opsi "Survei" pada layar sentuh, lalu pilih "Mulai Survei" dan "Lewati Workflow."
4. Setelah itu, masukkan informasi yang diperlukan pada layar tugas, termasuk Nomor Tugas dan Nama Teknisi.
5. Klik "Next (▶)" untuk melanjutkan ke bagian layar kubikel.

6. Pada layar kubikel, isi kolom yang tersedia seperti Pabrikan, Tipe, Tanggal Instalasi, Tegangan, dan Isolasi Busbar.
7. Setelah semua informasi pada layar kubikel terisi, klik "*Next* (▶)" untuk berpindah ke layar Kondisi. Di layar ini, masukkan data berikut:
  - Latar Belakang Logam (dB)
  - Latar Belakang Logam (PPC)
  - Background Udara (dB)
  - Background Udara (PPC)
  - Suhu (°C)
  - Kelembapan (%)
8. Untuk melakukan pengukuran, tempelkan alat pada kubikel atau panel di area Latar Belakang Logam (dB). Setelah alat ditempelkan, klik pada bagian Latar Belakang dan tunggu 10 detik. Nilai akan muncul pada kolom Latar Belakang Logam (dB) dan (PPC).
9. Kemudian, untuk mengisi data Background Udara, gunakan sensor tambahan. Setelah sensor dipasang, pilih bagian Background Udara (dB) dan tunggu selama 10 detik hingga nilai ditampilkan pada kolom Background Udara (dB) dan (PPC). Klik pada bagian Suhu (°C) untuk menampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembapan. Setelah semua informasi terisi, klik "*selesai* (√)."
10. Untuk melanjutkan ke pengukuran Internal Discharge, klik TEV pada layar, pilih "*Interpretasi*," dan tekan tombol merah untuk merekam. Tunggu 10 detik.
11. Untuk mengukur Surface Discharge, gunakan sensor ultrasonik. Tempatkan ujung sensor pada celah panel, klik "*Ultrasonic*," lalu tekan tombol merah (rekam) pada layar. Nilai Noise atau PD akan muncul setelah 10 detik, dan layar Metadata akan menampilkan informasi yang sama seperti pada pengukuran Internal Discharge.

12. Setelah semua pengukuran selesai, akhiri survei dengan mengklik "Survei," pilih "Hentikan Survei," dan konfirmasi dengan memilih "OK." Data pengukuran akan tersedia.
13. Untuk mengunduh data ke laptop atau handphone, klik "Pengaturan," pilih "Pengaturan Wireless," aktifkan Hotspot, lalu catat SSID dan Password yang muncul di layar Pengaturan Hotspot untuk mengakses data.
14. Hubungkan hotspot dengan Ultra TEV. Setelah terhubung, buka browser, masukkan IP yang ditampilkan, dan tekan Enter. Setelah halaman muncul di PC atau handphone, data pengukuran dapat dilihat dan diunduh dalam format ZIP.
15. Catat dan analisis hasil pengukuran untuk kubikel TD #1 untuk menentukan apakah berada pada level rendah, menengah, atau tinggi.



## BAB IV

### HASIL DATA DAN ANALISA

Pada bab ini akan membahas nilai hasil pengukuran dan pengambilan data yang dilakukan menggunakan alat ukur dan metode transient earth voltage. Data yang akan dijelaskan meliputi angka-angka dan pola *partial discharge* yang tercatat pada kubikel TD #1.

#### 4.1. Data Hasil Pengujian *Partial Discharge* Kubikel Penyulang Cemara

Pada proses pengujian *partial discharge* kubikel penyulang Cemara didapatkan data sebagai berikut.

##### 4.1.1. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Ruang CT

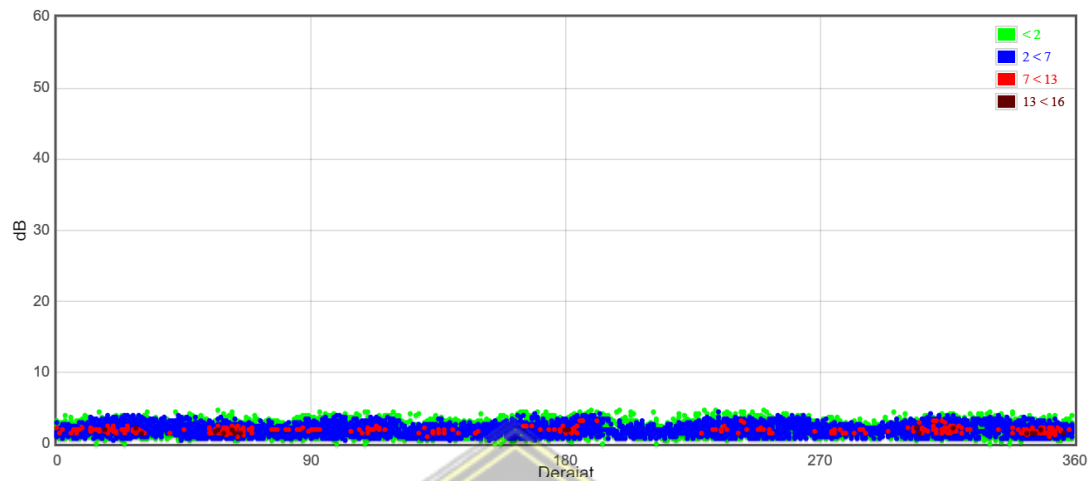
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen ruang CT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.1. di bawah.

Tabel 4. 1. Komponen Ruang CT Penyulang Cemara

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	04
2.	Nama Aset	Penyulang Cemara
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Ruang CT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	5 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.1., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen ruang CT dengan metode *transient earth voltage* adalah 5 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Cemara pada komponen ruang CT masih dalam kondisi yang bagus, karena tidak melebihi batas normal di bawah 10 dB dan nilai PPC < 0,5.



Gambar 4. 1. *Pattern* Komponen Ruang CT Penyulang Cemara

Pada gambar 4.1. di atas, pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.1. di atas termasuk kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Cemara pada komponen ruang CT tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\text{PPdB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$5 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{5 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,25 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,25 \text{ dB}}{\log_{10}}$$

$$= 0,25 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PPdB} &= 20\log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20\log_{10} (0,25 \text{ dB}) \\
 &= 5 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.1.2. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Busbar Atas

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen busbar diatas diperoleh dari hasil data seperti pada tabel 4.2. di bawah.

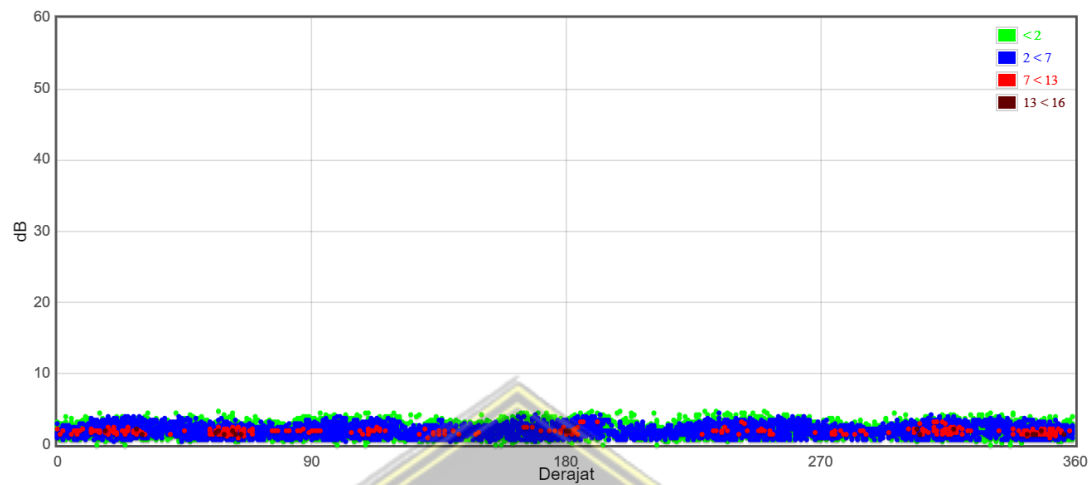
Tabel 4. 2. Komponen Busbar Atas Penyulang Cemara

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	04
2.	Nama Aset	Penyulang Cemara
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Busbar Atas
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	5 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.2., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen busbar atas dengan metode *transient earth voltage* adalah 5 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Cemara pada komponen busbar atas masih dalam kondisi yang bagus, karena tidak melebihi batas normal di bawah 10 dB dan nilai PPC < 0,5.





Gambar 4. 2. *Pattern* Komponen Busbar Atas Penyulang Cemara

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.2. di atas termasuk kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Cemara pada komponen busbar atas tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$5 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{5dB}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,25 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,25dB}{\log_{10}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,25 \text{ dB} \\
 \text{PPdB} &= 20\log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20\log_{10} (0,25 \text{ dB}) \\
 &= 5 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.1.3. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen PMT

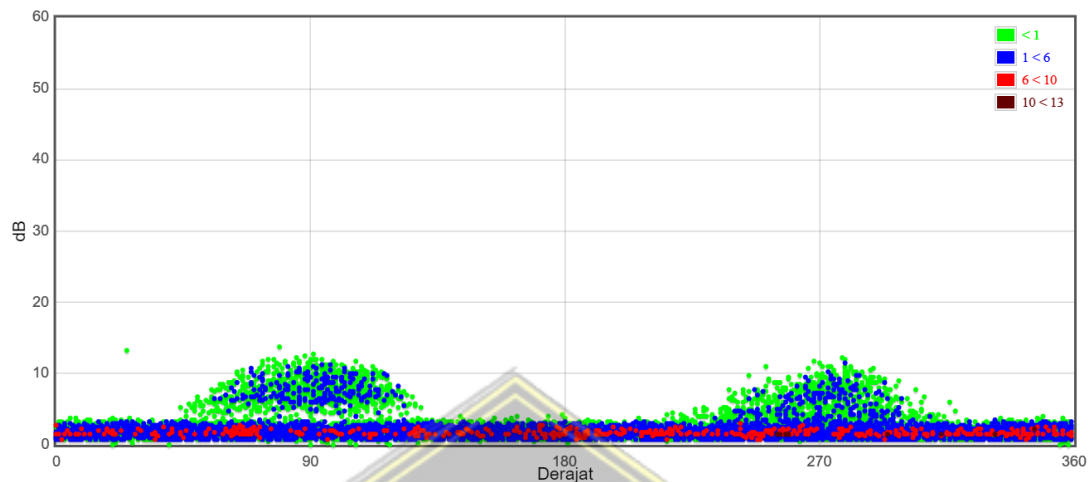
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen PMT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.3. di bawah.

Tabel 4. 3. Komponen PMT Penyulang Cemara

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	04
2.	Nama Aset	Penyulang Cemara
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	PMT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	12 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0,98

Dari hasil tabel 4.3., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen PMT dengan metode *transient earth voltage* adalah 12 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0,98.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Cemara pada komponen PMT kemungkinan terdapat *internal partial discharge* level rendah karena berada di antara 10-19 dB dan nilai PPC diantara 0,5 - 6.



Gambar 4. 3. Pattern Komponen PMT Penyulang Cemara

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrik, hasil seperti gambar *pattern* 4.3. di atas termasuk kategori *internal PD* tingkat rendah dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Cemara pada komponen PMT ada indikasi awal *partial discharge* sehingga tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\text{PPdB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$12 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{12 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,6 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,6 \text{ dB}}{\log_{10}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,6 \text{ dB} \\
 \text{PPdB} &= 20\log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20\log_{10} (0,6 \text{ dB}) \\
 &= 12 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.1.4. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Box Kabel

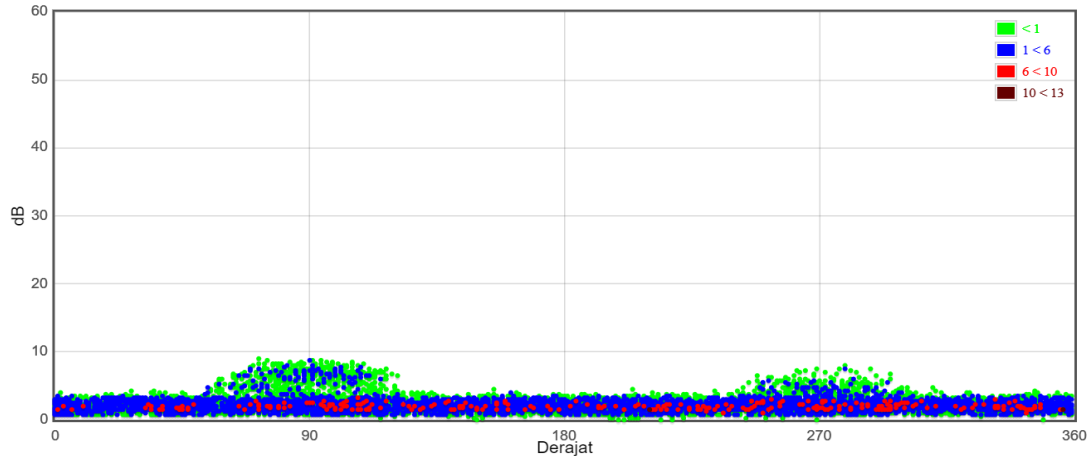
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen box kabel diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.4. di bawah.

Tabel 4. 4. Komponen Box Kabel Penyulang Cemara

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	04
2.	Nama Aset	Penyulang Cemara
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Box Kabel
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	9 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.4., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 9 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Cemara pada komponen box kabel masih dalam kondisi yang bagus karena nilai TEV kurang dari 10 - 19 dB dan nilai PPC < 0,5.



Gambar 4. 4. Pattern Komponen Box Kabel Penyulang Cemara

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.4. di atas termasuk kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Cemara pada komponen box kabel tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$9 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{9dB}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,45 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,45dB}{\log_{10}}$$

$$= 0,45 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PPdB} &= 20\log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20\log_{10} (0,45 \text{ dB}) \\
 &= 9 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.2. Data Hasil Pengujian *Partial Discharge* Kubikel *Incoming* TD #1

Pada proses pengujian *partial discharge* kubikel *incoming* TD #1 diperoleh data sebagai berikut.

##### 4.2.1. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Ruang CT

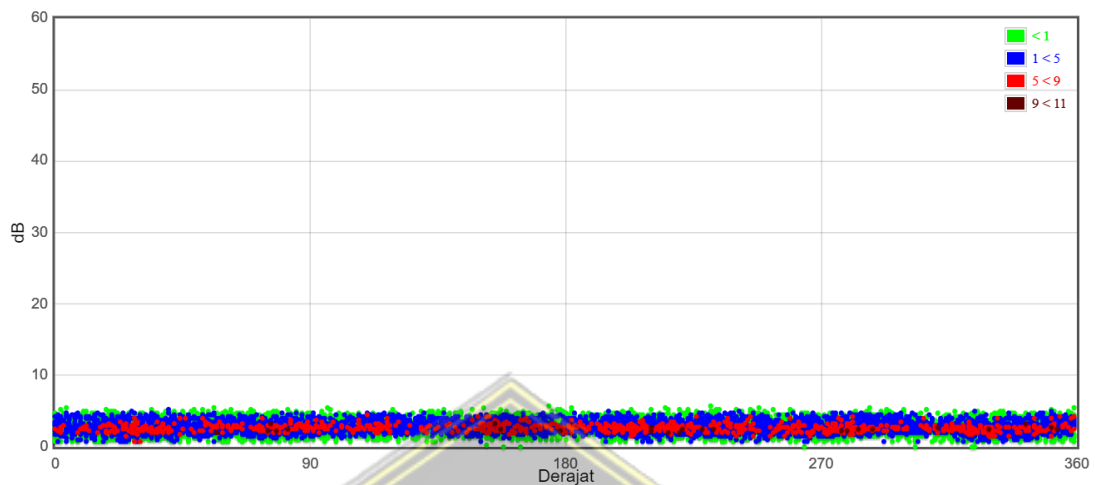
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen ruang CT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.5. di bawah.

Tabel 4. 5. Komponen Ruang CT Penyulang *Incoming* TD #1

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	05
2.	Nama Aset	<i>Incoming</i> TD #1
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Ruang CT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	6 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.5., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen ruang CT dengan metode *transient earth voltage* adalah 6 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, maka kubikel penyulang *Incoming* TD #1 pada komponen ruang CT masih dalam kondisi yang bagus, karena nilai TEV kurang dari 10 - 19 dB dan nilai PPC < 0,5.



Gambar 4. 5. *Pattern* Komponen Ruang CT Penyulang Incoming TD #1

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.5. di atas termasuk kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel *Incoming* TD #1 pada komponen ruang CT tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\text{PPdB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$6 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{6 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,3 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,3 \text{ dB}}{\log_{10}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,3\text{dB} \\
 \text{PPdB} &= 20\log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20\log_{10} (0,3 \text{ dB}) \\
 &= 6 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.2. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Busbar Atas

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen busbar atas diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.6. di bawah.

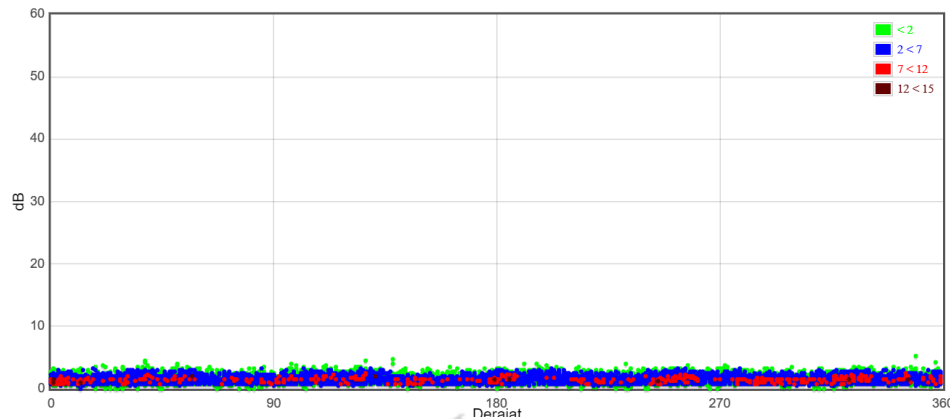
Tabel 4. 6. Komponen Busbar Atas Penyulang Incoming TD #1

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	05
2.	Nama Aset	<i>Incoming TD #1</i>
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Busbar Atas
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	5 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.6., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen busbar atas dengan metode *transient earth voltage* adalah 5 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel *incoming TD 1* pada komponen busbar atas masih dalam kondisi yang bagus, karena tidak melebihi batas normal di bawah 10 dB dan nilai PPC < 0,5.





Gambar 4. 6. *Pattern* Komponen Busbar Atas Penyulang Incoming TD #1

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.6. di atas termasuk kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel *Incoming* TD #1 busbar atas tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\text{PPdB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$5 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{5 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,25 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,25 \text{ dB}}{\log_{10}}$$

$$= 0,25 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned}
 \text{PPdB} &= 20\log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20\log_{10} (0,25 \text{ dB}) \\
 &= 5 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.3. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen PMT

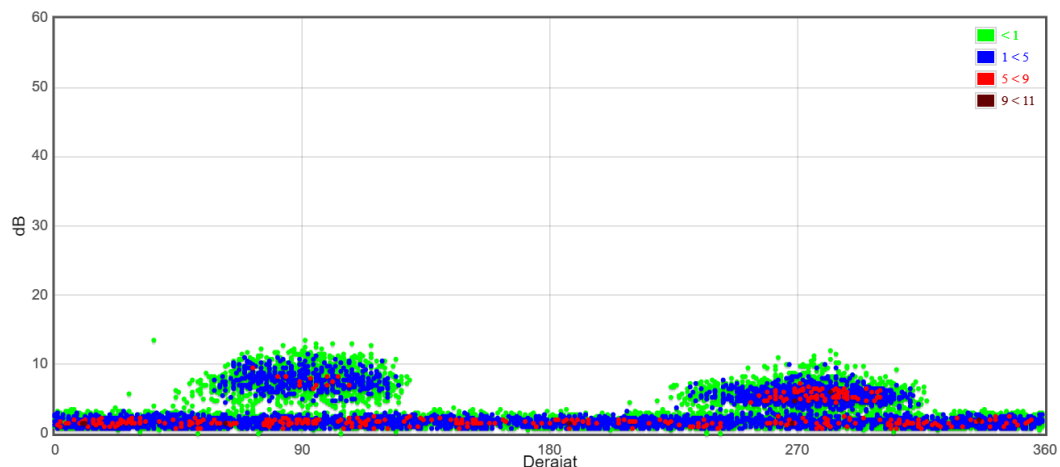
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen PMT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.7. di bawah.

Tabel 4. 7. Komponen PMT Penyulang Incoming TD #1

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	05
2.	Nama Aset	<i>Incoming TD #1</i>
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	PMT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	11 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	1,23

Dari hasil tabel 4.7., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen busbar atas dengan metode *transient earth voltage* adalah 11 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 1,23.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel *incoming TD 1* pada komponen PMT terdapat *internal partial discharge* level rendah karena berada di antara 10-19 dB dan nilai PPC diantara 0,5 - 6.



Gambar 4. 7. *Pattern* Komponen PMT Penyulang Incoming TD #1

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.7. di atas termasuk kategori *internal* PD tingkat rendah dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel *incoming* TD 1 pada komponen PMT ada indikasi awal *partial discharge* sehingga tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\text{PPdB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$11 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{11 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,55 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,55 \text{ dB}}{\log_{10}}$$

$$= 0,55 \text{ dB}$$

$$\text{PPdB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$= 20 \log_{10} (0,55 \text{ dB})$$

$$= 11 \text{ dB}$$

#### 4.2.4. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Ruang VT

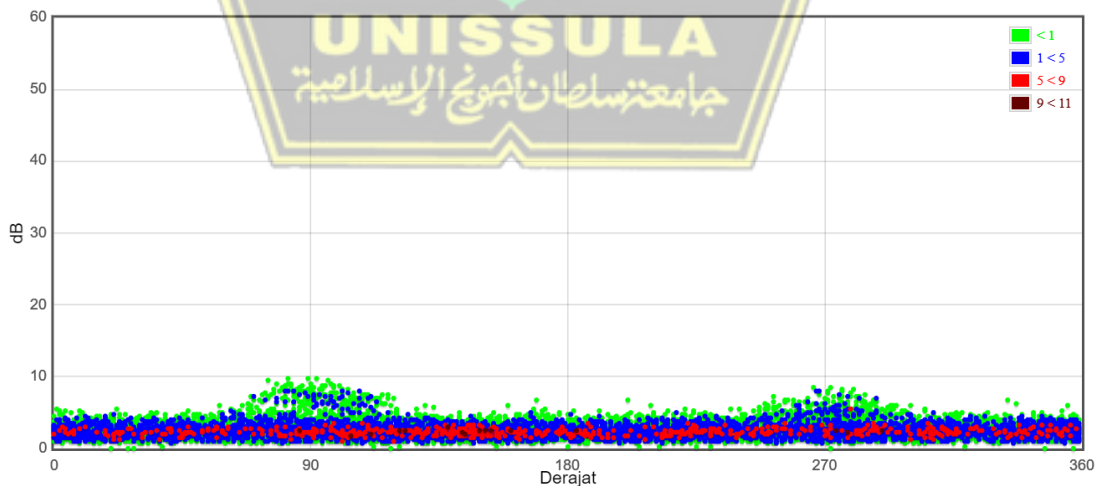
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen ruang VT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.8. di bawah.

Tabel 4. 8. Komponen Ruang VT Penyulang Incoming TD #1

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	05
2.	Nama Aset	<i>Incoming TD #1</i>
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Ruang VT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	9 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.8., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen ruang VT dengan metode *transient earth voltage* adalah 9 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel *incoming TD 1* pada komponen ruang VT masih dalam kondisi yang bagus atayu normal karena nilai TEV kurang dari 10 - 19 dB dan nilai PPC < 0,5.

Gambar 4. 8. *Pattern* Komponen Ruang VT Penyulang Incoming TD #1

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.8. di atas termasuk kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel *incoming* TD 1 pada komponen ruang VT tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\begin{aligned}
 \text{PPdB} &= 20\log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 9 \text{ dB} &= 20\log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 \frac{9\text{dB}}{20} &= \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 0,45 \text{ dB} &= \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 \frac{V_{in}}{V_{out}} &= \frac{0,45\text{dB}}{\log 10} \\
 &= 0,45 \text{ dB} \\
 \text{PPdB} &= 20\log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20\log_{10} (0,45 \text{ dB}) \\
 &= 9 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.3. Data Hasil Pengujian *Partial Discharge* Kubikel Penyulang Palem

Pada proses pengujian *partial discharge* kubikel penyulang Palem diperoleh data sebagai berikut.

#### 4.3.1. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Ruang CT

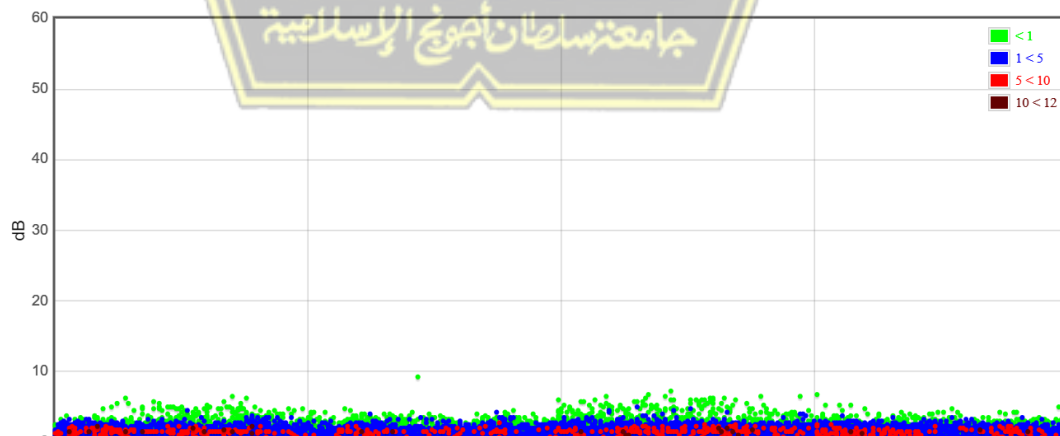
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen ruang CT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.9. di bawah.

Tabel 4. 9. Komponen Ruang CT Penyulang Palembang

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	06
2.	Nama Aset	Palem
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Ruang CT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	5 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.9., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen ruang CT dengan metode *transient earth voltage* adalah 5 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, maka kubikel penyulang Palembang pada komponen ruang CT masih dalam kondisi yang bagus atau normal, karena nilai TEV kurang dari 10 - 19 dB dan nilai PPC < 0,5.



Gambar 4. 9. *Pattern* Komponen Ruang CT Penyulang Palembang

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.10 di atas termasuk kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Palembang pada komponen ruang CT tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\begin{aligned}
 \text{PPdB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 5 \text{ dB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 \frac{5 \text{ dB}}{20} &= \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 0,25 \text{ dB} &= \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 \frac{V_{in}}{V_{out}} &= \frac{0,25 \text{ dB}}{\log 10} \\
 &= 0,25 \text{ dB} \\
 \text{PPdB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20 \log_{10} (0,25 \text{ dB}) \\
 &= 5 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.3.2. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Busbar Atas

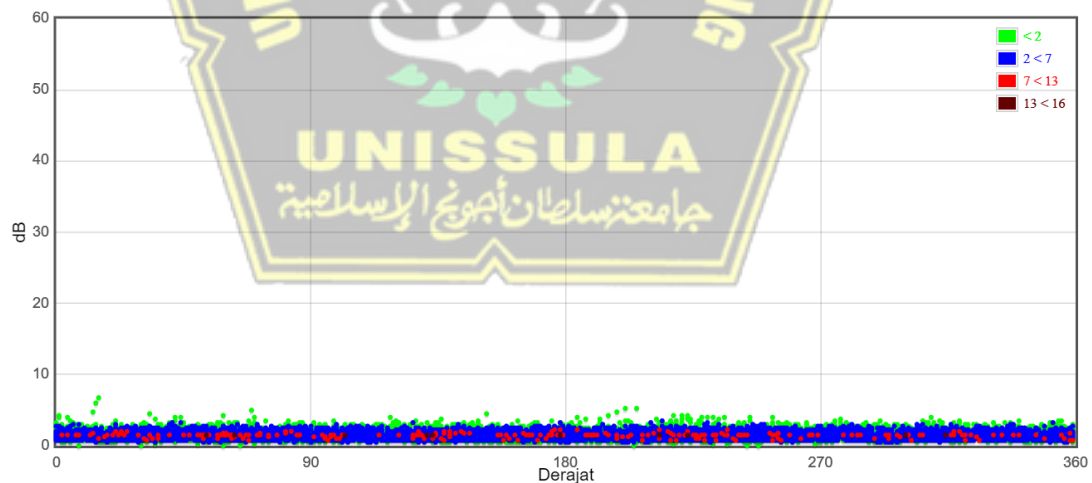
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen busbar atas diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.10. di bawah.

Tabel 4. 10. Komponen Busbar Atas Penyulang Palembang

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	06
2.	Nama Aset	Palem
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Busbar Atas
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	5 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.10, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen busbar atas dengan metode *transient earth voltage* adalah 5 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel Palem pada komponen busbar atas masih dalam kondisi yang bagus, karena tidak melebihi batas normal di bawah 10 dB dan nilai PPC < 0,5.

Gambar 4. 10. *Pattern* Komponen Busbar Atas Penyulang Palembang

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.10 di atas termasuk



kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Palem pada komponen busbar atas tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\begin{aligned}
 \text{PPdB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 5 \text{ dB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 \frac{5 \text{ dB}}{20} &= \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 0,25 \text{ dB} &= \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 \frac{V_{in}}{V_{out}} &= \frac{0,25 \text{ dB}}{\log_{10}} \\
 &= 0,25 \text{ dB} \\
 \text{PPdB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20 \log_{10} (0,25 \text{ dB}) \\
 &= 5 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.3.3. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen PMT

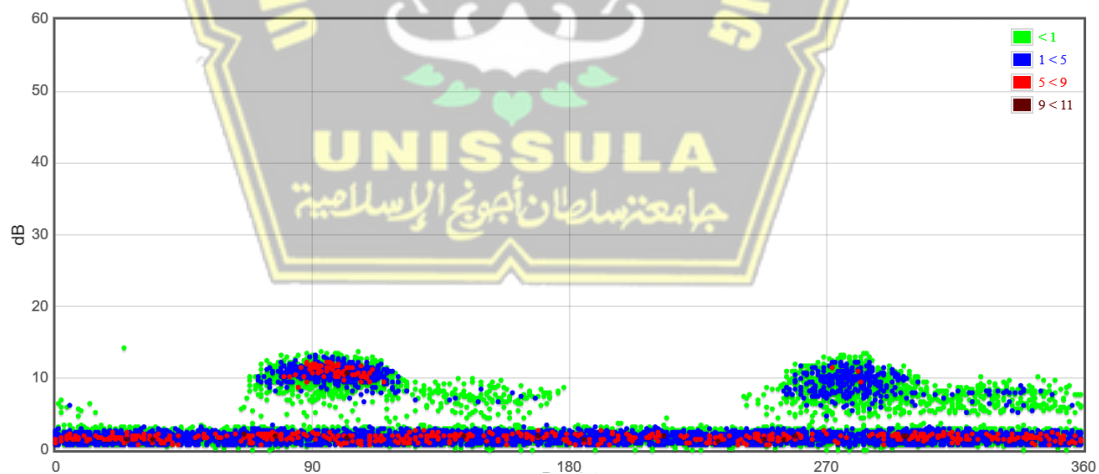
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen PMT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.11. di bawah.

Tabel 4. 11. Komponen PMT Penyulang Palembang

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	06
2.	Nama Aset	Palem
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	PMT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	12 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	4,62

Dari hasil tabel 4.11., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen PMT dengan metode *transient earth voltage* adalah 12 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,62.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Palembang pada komponen PMT terdapat *internal partial discharge* level rendah karena berada di antara 10-19 dB dan nilai PPC diantara 0,5 - 6.

Gambar 4. 11. *Pattern* Komponen PMT Penyulang Palembang

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.11. di atas termasuk

kategori *internal* PD tingkat rendah dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Palembang pada komponen PMT ada indikasi awal *partial discharge* sehingga tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$PP_{dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$12 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{12 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,6 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,6 \text{ dB}}{\log_{10}}$$

$$= 0,6 \text{ dB}$$

$$PP_{dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$= 20 \log_{10} (0,6 \text{ dB})$$

$$= 12 \text{ dB}$$

#### 4.3.4. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Box Kabel

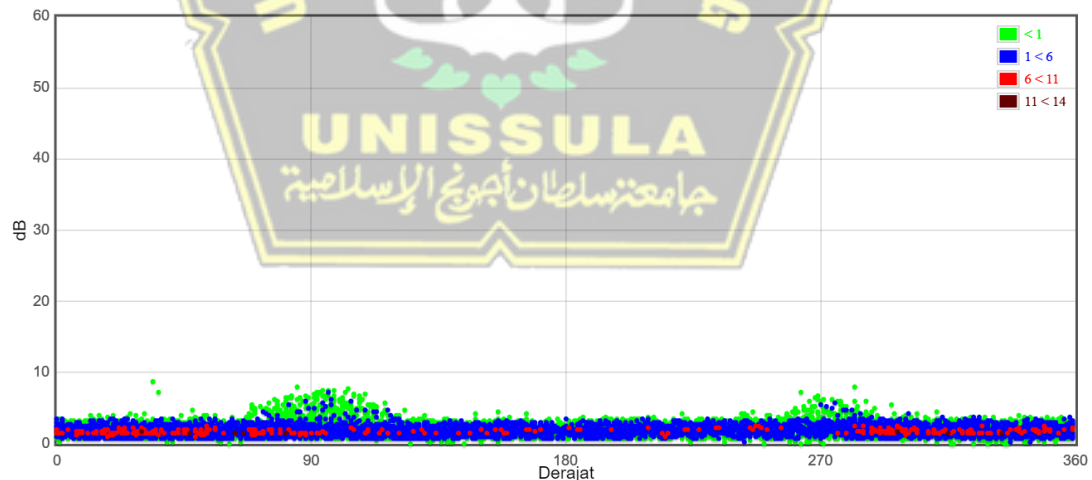
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen box kabel diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.12. di bawah.

Tabel 4. 12. Komponen Box Kabel Penyulang Palembang

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	06
2.	Nama Aset	Palem
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Box Kabel
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	7 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.12., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 7 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Palembang pada komponen box kabel terdapat *internal partial discharge level* rendah karena berada di antara 10-19 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

Gambar 4. 12. *Pattern* Komponen Box Kabel Penyulang Palembang

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.12. di atas termasuk

kategori *internal* PD tingkat rendah dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Palembang pada komponen box kabel tidak memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$PP_{dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$7 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{7 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,35 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,35 \text{ dB}}{\log_{10}}$$

$$= 0,35 \text{ dB}$$

$$PP_{dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$= 20 \log_{10} (0,35 \text{ dB})$$

$$= 7 \text{ dB}$$

#### 4.4. Data Hasil Pengujian *Partial Discharge* Kubikel Penyulang Mahoni

Pada proses pengujian *partial discharge* kubikel penyulang Mahoni diperoleh data sebagai berikut.

##### 4.4.1. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Ruang CT

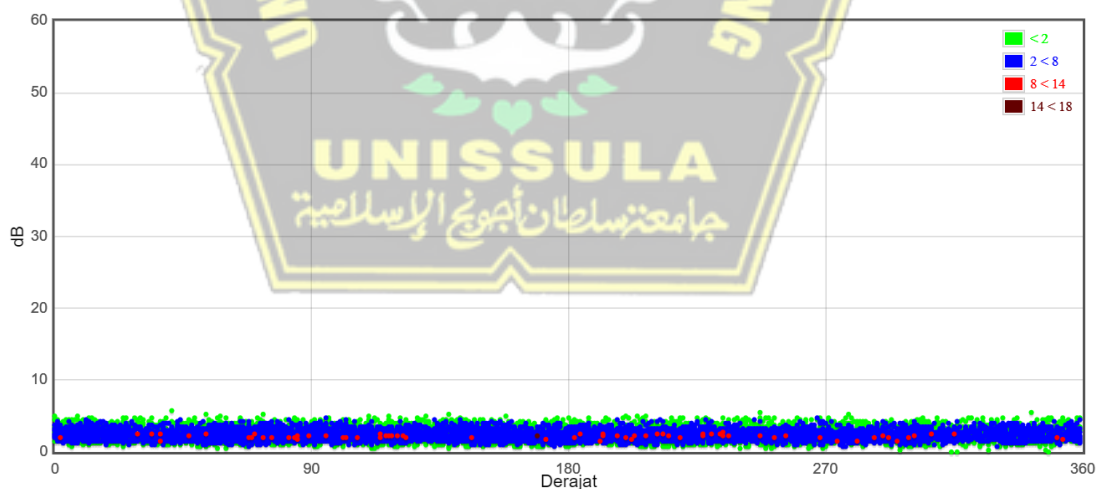
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen ruang CT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.13. di bawah.

Tabel 4. 13. Komponen Ruang CT Penyulang Mahoni

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	07
2.	Nama Aset	Mahoni
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Ruang CT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	5 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.13., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen ruang CT dengan metode *transient earth voltage* adalah 5 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, maka kubikel penyulang Mahoni pada komponen ruang CT masih dalam kondisi yang bagus atau normal, karena nilai TEV kurang dari 10 - 19 dB dan nilai PPC < 0,5.

Gambar 4. 13. *Pattern* Komponen Ruang CT Penyulang Mahoni

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.13 di atas termasuk

kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Mahoni pada komponen ruang CT tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$5 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{5dB}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,25 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,25dB}{\log_{10}}$$

$$= 0,25 \text{ dB}$$

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$= 20 \log_{10} (0,25 \text{ dB})$$

$$= 5 \text{ dB}$$

#### 4.4.2. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Busbar Atas

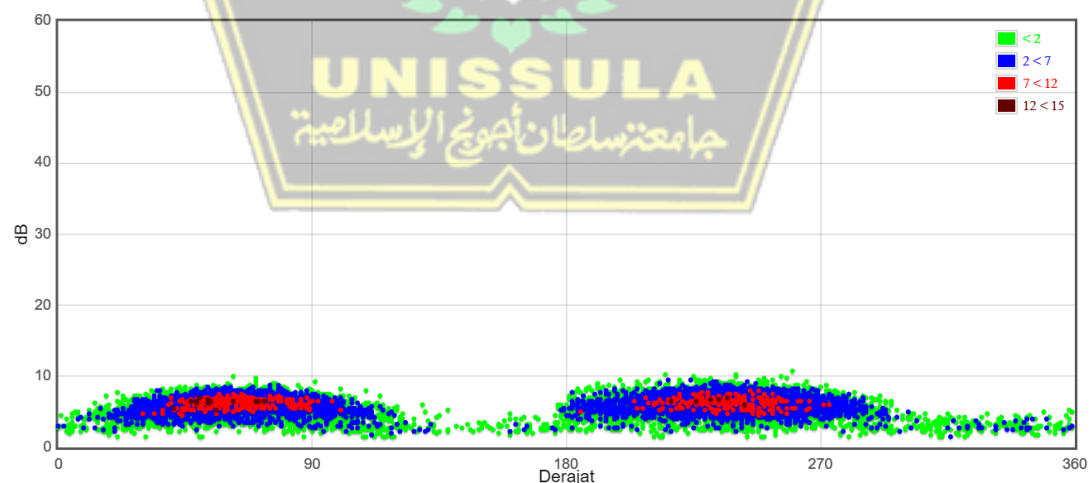
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen busbar atas diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.14. di bawah.

Tabel 4. 14. Komponen Busbar Atas Penyulang Mahoni

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	07
2.	Nama Aset	Mahoni
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Busbar Atas
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	9 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.14, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen busbar atas dengan metode *transient earth voltage* adalah 9 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Mahoni pada komponen busbar atas masih dalam kondisi yang bagus, karena tidak melebihi batas normal di bawah 10 dB dan nilai PPC < 0,5.

Gambar 4. 14. *Pattern* Komponen Busbar Atas Penyulang Mahoni

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal



PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.14. di atas termasuk kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Mahoni pada komponen busbar atas tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\begin{aligned}
 \text{PPdB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 9 \text{ dB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 \frac{9 \text{ dB}}{20} &= \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 0,45 \text{ dB} &= \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 \frac{V_{in}}{V_{out}} &= \frac{0,45 \text{ dB}}{\log_{10}} \\
 &= 0,45 \text{ dB} \\
 \text{PPdB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20 \log_{10} (0,45 \text{ dB}) \\
 &= 9 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.3. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen PMT

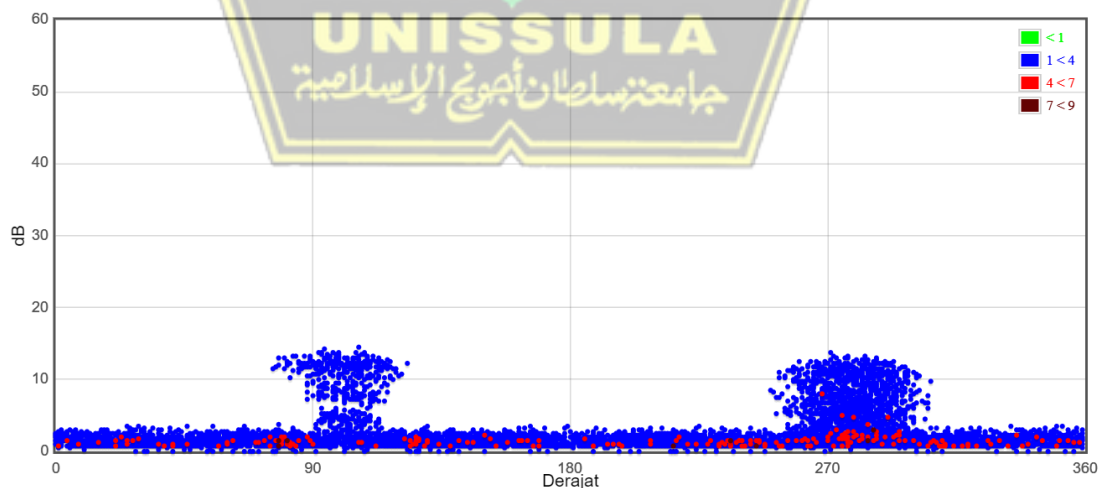
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen PMT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.15. di bawah.

Tabel 4. 15. Komponen PMT Penyulang Mahoni

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	07
2.	Nama Aset	Mahoni
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	PMT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	9 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.15., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen PMT dengan metode *transient earth voltage* adalah 9 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Palem pada komponen PMT terdapat *internal partial discharge* level rendah karena berada di antara 10-19 dB dan nilai PPC diantara 0,5 - 6.

Gambar 4. 15. *Pattern* Komponen PMT Penyulang Mahoni

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.15. di atas termasuk kategori *internal* PD tingkat rendah dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Mahoni pada komponen PMT ada indikasi awal *partial discharge* sehingga tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\begin{aligned}
 \text{PPdB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 9 \text{ dB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 \frac{9 \text{ dB}}{20} &= \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 0,45 \text{ dB} &= \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 \frac{V_{in}}{V_{out}} &= \frac{0,45 \text{ dB}}{\log 10} \\
 &= 0,45 \text{ dB} \\
 \text{PPdB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 &= 20 \log_{10} (0,45 \text{ dB}) \\
 &= 9 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.4. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Box Kabel

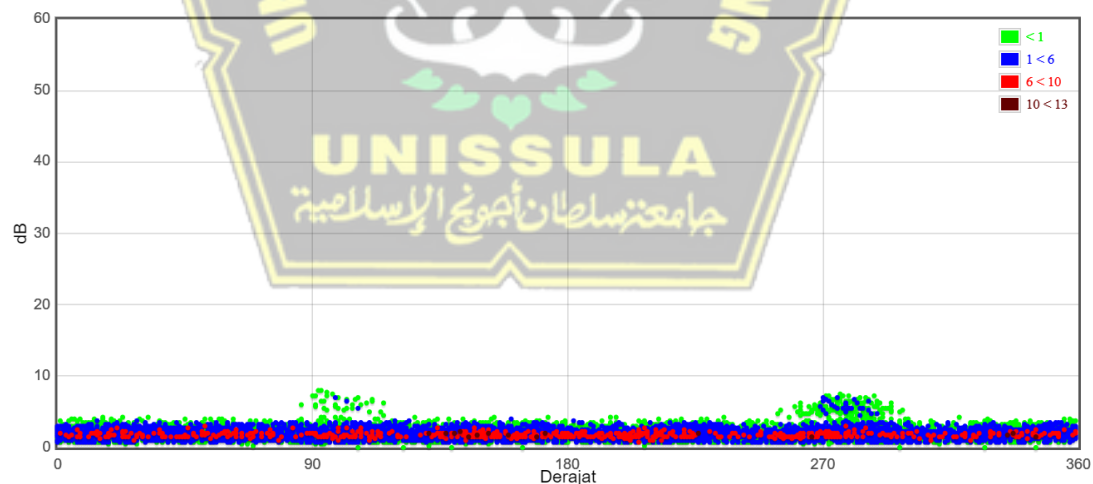
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen box kabel diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.16. di bawah.

Tabel 4. 16. Komponen Box Kabel Penyulang Mahoni

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	07
2.	Nama Aset	Mahoni
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Box Kabel
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	7 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.16., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 7 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Mahoni pada komponen box kabel terdapat *internal partial discharge level* rendah karena berada di antara 10-19 dB dan nilai PPC diantara 0,5 - 6.

Gambar 4. 16. *Pattern* Komponen Box Kabel Penyulang Mahoni

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.16. di atas termasuk

kategori *internal* PD tingkat rendah dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Mahoni pada komponen box kabel tidak memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$7 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{7 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,35 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,35 \text{ dB}}{\log_{10}}$$

$$= 0,35 \text{ dB}$$

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$= 20 \log_{10} (0,35 \text{ dB})$$

$$= 7 \text{ dB}$$

#### 4.5. Data Hasil Pengujian *Partial Discharge* Kubikel Penyulang Lavender

Pada proses pengujian *partial discharge* kubikel penyulang Lavender diperoleh data sebagai berikut.

##### 4.5.1. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Ruang CT

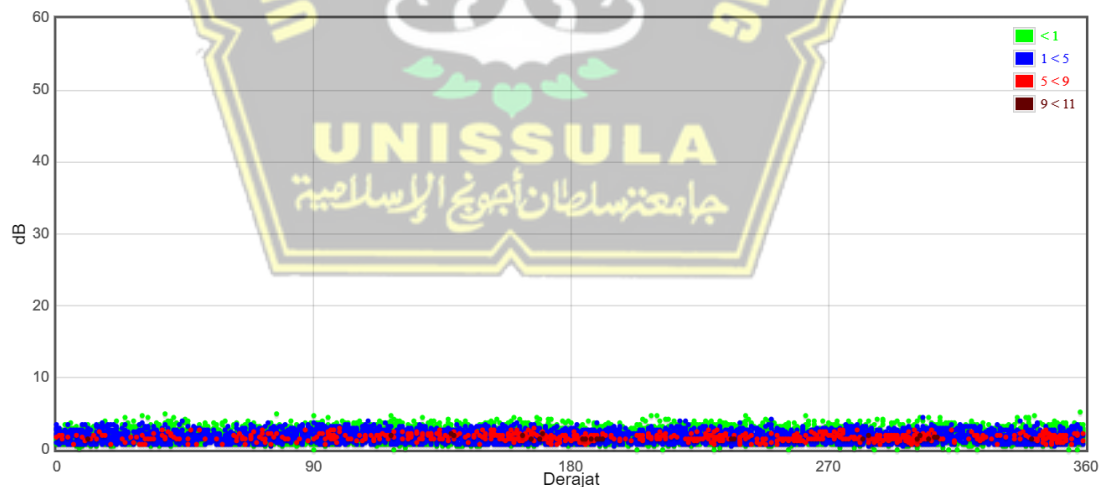
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen ruang CT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.17. di bawah.

Tabel 4. 17. Komponen Ruang CT Penyulang Lavender

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	08
2.	Nama Aset	Lavender
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Ruang CT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	4 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.17., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen ruang CT dengan metode *transient earth voltage* adalah 4 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, maka kubikel penyulang Lavender pada komponen ruang CT masih dalam kondisi yang bagus atau normal, karena nilai TEV kurang dari 10 - 19 dB dan nilai PPC < 0,5.



Gambar 4. 17. Pattern Komponen Ruang CT Penyulang Lavender

ruang pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.18 di atas termasuk

kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Lavender pada komponen ruang CT tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$4 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{4dB}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,2 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,2dB}{\log 10}$$

$$= 0,2 \text{ dB}$$

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$= 20 \log_{10} (0,2 \text{ dB})$$

$$= 4 \text{ dB}$$

#### 4.5.2. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Busbar Atas

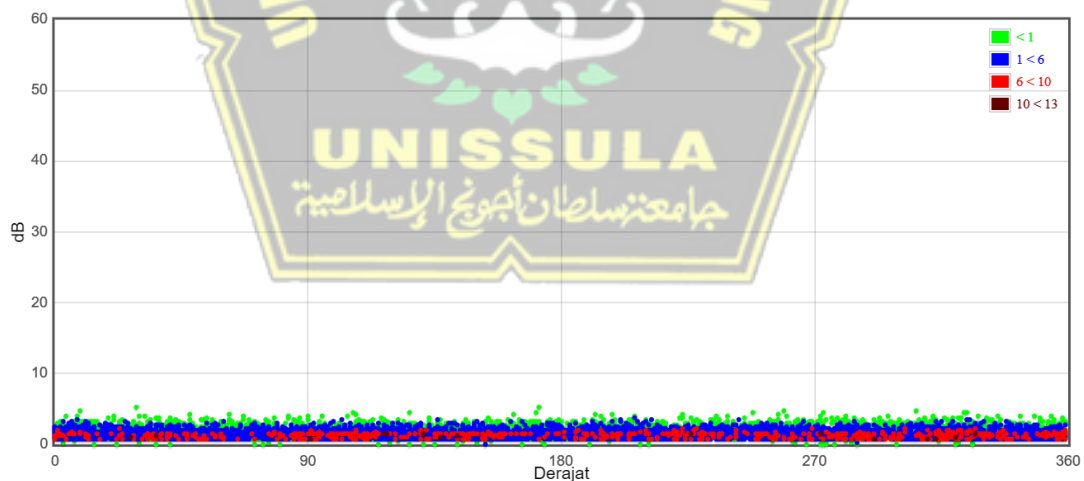
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen busbar atas diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.18. di bawah.

Tabel 4. 18. Komponen Busbar Atas Penyulang Lavender

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	08
2.	Nama Aset	Lavender
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Busbar Atas
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	4 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.18, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen busbar atas dengan metode *transient earth voltage* adalah 4 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Lavender pada komponen busbar atas masih dalam kondisi yang bagus, karena tidak melebihi batas normal di bawah 10 dB dan nilai PPC < 0,5.



Gambar 4. 18. Pattern Komponen Busbar Atas Penyulang Lavender

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.19 di atas termasuk



kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Lavender pada komponen busbar atas tidak memerlukan perhatian atau tidak terdapat indikasi *partial discharge* namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$4 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{4dB}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,2 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,2dB}{\log 10}$$

$$= 0,2 \text{ dB}$$

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$= 20 \log_{10} (0,2 \text{ dB})$$

$$= 4 \text{ dB}$$

#### 4.5.3. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen PMT

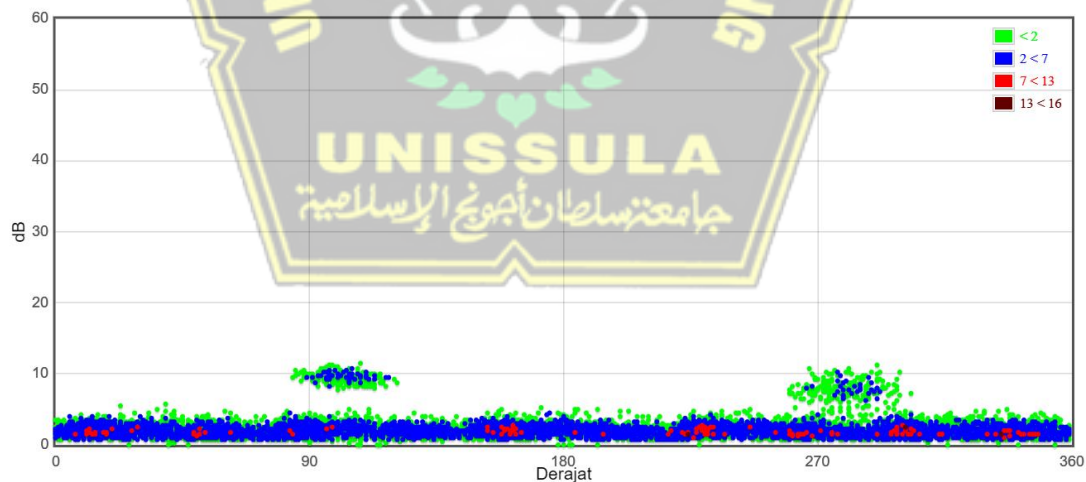
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen PMT diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.19. di bawah.

Tabel 4. 19. Komponen PMT Penyulang Lavender

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	07
2.	Nama Aset	Lavender
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	PMT
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	10 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0,69

Dari hasil tabel 4.19., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen PMT dengan metode *transient earth voltage* adalah 10 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0,69.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Lavender pada komponen PMT terdapat *internal partial discharge level* rendah karena berada di antara 10-19 dB dan nilai PPC diantara 0,5 - 6.

Gambar 4. 19. *Pattern* Komponen PMT Penyulang Lavender

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.19. di atas termasuk

kategori *internal* PD tingkat rendah dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Lavender pada komponen PMT ada indikasi awal *partial discharge* sehingga perlu dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan matematis (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$10 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{10dB}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,5 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,5dB}{\log 10}$$

$$= 0,5 \text{ dB}$$

$$PPdB = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$= 20 \log_{10} (0,5 \text{ dB})$$

$$= 10 \text{ dB}$$

#### 4.5.4. Pengujian *Partial Discharge* pada Komponen Box Kabel

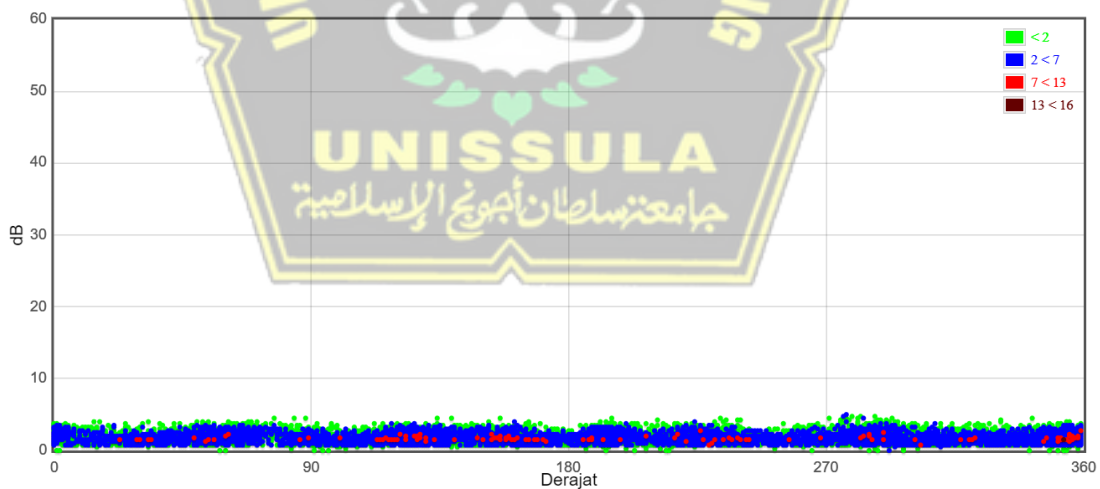
Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* pada komponen box kabel diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.20. di bawah.

Tabel 4. 20. Komponen Box Kabel Penyulang Lavender

NO.	METADATA	
1.	Nomor Panel	08
2.	Nama Aset	Lavender
3.	Merk	<i>Schneider</i>
4.	Komponen yang diukur	Box Kabel
5.	Hasil Pengukuran dengan metode TEV	5 dB
6.	PPC ( <i>Pulse per cycle</i> )	0

Dari hasil tabel 4.20., terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 5 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 0.

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa kubikel penyulang Palem pada komponen box kabel terdapat *internal partial discharge level* rendah karena berada di antara 10-19 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

Gambar 4. 20. *Pattern* Komponen Box Kabel Penyulang Lavender

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *transient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar *pattern* 4.20. di atas termasuk

kategori *noise* dan dapat diinterpretasikan bahwa kubikel penyulang Lavender pada komponen box kabel tidak memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dan rutin apakah terdapat kenaikan intensitas *partial discharge*.

Berikut merupakan persamaan (2.1) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\text{PPdB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$5 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{5 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$0,25 \text{ dB} = \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$\frac{V_{in}}{V_{out}} = \frac{0,25 \text{ dB}}{\log_{10}}$$

$$= 0,25 \text{ dB}$$

$$\text{PPdB} = 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}}$$

$$= 20 \log_{10} (0,25 \text{ dB})$$

$$= 5 \text{ dB}$$

## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data dan analisa pengujian *partial discharge* pada kubikel TD #1, maka dapat disimpulkan hal - hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian, hasil pada komponen ruang CT, busbar atas, box kabel, dan ruang VT pada setiap kubikel penyulang TD #1 tidak terindikasi adanya *partial discharge*, karena nilai TEV masih di bawah 10 – 19 dB dan nilai PPC di bawah 0,5 – 6.
2. Berdasarkan pengujian, hasil pada komponen PMT padaa kubikel penyulang Cemara, *Incoming* TD #1, dan Palem termasuk dalam rentang nilai 10 – 19 dB nilai PPC 0,98 termasuk dalam rentang nilai 0,5 – 6 sehingga komponen PMT pada penyulang tersebut termasuk *partial discharge* level rendah.
3. Berdasarkan pengujian, hasil pada komponen PMT pada kubikel penyulang Palem memiliki nilai *partial discharge* lebih tinggi daripada penyulang lainnya dengan nilai TEV 12 dB dan nilai PPC 4,62.
4. Dari pengujian yang telah dilakukan, pada seluruh kubikel penyulang TD #1 terdapat indikasi *partial discharge* level rendah pada komponen PMT sehingga perlu dilakukan penjadwalan untuk pengecekan dan perbaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Savira, “Analisa Data Kontrol Suhu dan Kelembapan pada Kubikel Gardu Distribusi Pasang Dalam Berbasis Mikrokontroler”.
- [2] A. T. Mustari, S. Pranoto, and T. Tadjuddin, “Analisis Rugi-rugi Daya Akibat Kerusakan Jointing Melalui Hotspot Thermovision Pada PT. PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Rantepao,” in *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*, 2021, pp. 93–97.
- [3] R. T. Jurnal, “STUDI ANALISIS PENGARUH PARTIAL DISCHARGE PADA SKTM TERHADAP KEHANDALAN PENYULANG: Supriadi Legino, Firman Jurjani,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 8, no. 2, pp. 67–73, 2016.
- [4] T. Sugiono and Firdaus, “Analisa Pola dan Spektrum Partial Discharge Terhadap Kerusakan Transformator,” vol. 7, p. 2, Jul. 2020.
- [5] R. Masarrang, L. S. Patras, and H. Tumaliang, “Efek Korona pada Saluran Transmisi Gardu Induk Tello Sulawesi Selatan,” vol. 8, Aug. 2019.
- [6] J. Anggriawan, “ANALISA PENGUJIAN JOINTING CABLE DENGAN TEGANGAN PENGENAL 12/20 (24) KV MENGGUNAKAN TEGANGAN IMPULS DAN PARTIAL DISCHARGE ( suatu studi laboratorium di PT.PLN PUSLITBANG ),” *Universitas Negeri Jakarta*, May 2022.
- [7] R. S. Sipahutar, “PENDETEKSIAN DAN IDENTIFIKASI JENIS PARTIAL DISCHARGE DENGAN METODE ANALISA POLA PHASE RESOLVED PARTIAL DISCHARGE (PRPD),” 2021.
- [8] M. Mika, L. S. Patras, and F. Lisi, “Perancangan Pendeteksi Partial Discharge Pada Isolasi Padat,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8, no. 3, pp. 161–170, 2019.
- [9] “Ultra TEV Plus 2,” PT. Multi Inovasi Teknologi. Accessed: Jan. 15, 2024. [Online]. Available: [https://multiinovasiteknologi.com/ultra-tev-plus-2/#:~:text=Ultra%20TEV%20Plus%20merupakan,dll\)%20yang%20terletak%20pada%20kubile.](https://multiinovasiteknologi.com/ultra-tev-plus-2/#:~:text=Ultra%20TEV%20Plus%20merupakan,dll)%20yang%20terletak%20pada%20kubile.)
- [10] IEC, “Standar IEC TS 62478:2016.”
- [11] G. A. P. Yoga, “Analisa Keandalan Sistem Tenaga Listrik Di Wilayah Lampung Berdasarkan Ketersediaan Daya Pada Tahun 2016,” 2017.

- [12] J. N. V. Wasida, L. S. Patras, and G. M. C. Mangindaan, “Analisa Efek Korona pada Saluran Transmisi Gardu Induk Paniki,” 2022.
- [13] PT. Multi Inovasi Teknologi, *Standar Nilai Pengujian Ultra TEV Plus 2 (PD Online)*.
- [14] K. N, “Pengertian Isolator dan Contoh dalam Kehidupan Sehari-hari,” Fisika IPA Sains dan Teknologi.
- [15] C. Gertshen, H. O. Kneser, and H. Vogel, “Fisika : Listrik, Magnet, dan Optik,” *Fisika : Listrik, Magnet, dan Optik*, pp. 196–197, 1996.

