

**ANALISIS PENGARUH *INCOMING SUPPORT CABLE* BERBAHAN *FERRO*
MAGNETIC TERHADAP *HEALTHY INDEX CABLE MEDIUM VOLTAGE*
TRANSFORMATOR I 60 MVA 150/20 KV GARDU INDUK JATIBARANG**

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:

**ILHAM SA'INAL NUR PERMADI
NIM 30602300061**

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

2025

FINAL PROJECT

**ANALYSIS OF THE IMPACT OF FERROMAGNETIC MATERIAL INCOMING
SUPPORT CABLES ON THE HEALTHY INDEX OF MEDIUM VOLTAGE
TRANSFORMER I 60 MVA CABLES AT JATIBARANG SUBSTATION
150/20KV**

*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:

**ILHAM SA'INAL NUR PERMADI
NIM 30602300061**

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

2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**ANALISIS PENGARUH INCOMING SUPPORT CABLE BERBAHAN FERRO MAGNETIC TERHADAP HEALTHY INDEX CABLE MEDIUM VOLTAGE TRANSFORMATOR I 60 MVA 150/20KV GARDU INDUK JATIBARANG**” ini disusun oleh:

Nama : Ilham Sa'inal Nur Permadi

NIM : 30602300061

Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Senin

Tanggal : 17 Februari 2025

Pembimbing


Ir. Arief Marwanto, S.T., M.Eng., Ph.D, IPM.

NIDN. 0628097501

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro




Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.

NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**ANALISIS PENGARUH INCOMING SUPPORT CABLE BERBAHAN FERRO MAGNETIC TERHADAP HEALTHY INDEX CABLE MEDIUM VOLTAGE TRANSFORMATOR I 60 MVA 150/20 KV GARDU INDUK JATIBARANG**” ini telah dipertahankan di depan dosen penguji Tugas Akhir pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 14 Februari 2025

TIM PENGUJI

Anggota Penguji I

Anggota Penguji II

Ir. Budi Pramono Jati, M.T., M.M. Ir. Arief Marwanto, S.T., M.Eng., Ph.D, IPM.

NIDN. 0623126501

NIDN. 0628097501

Ketua Penguji

Prof. Dr. Ir. H. Muhamad Hadin, M.T.

NIDN. 0618066301

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Sa'inal Nur Permadi

NIM : 30602300061

Fakultas : Teknik 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 "*Analisis Pengaruh Incoming Support Cable Berbahan Ferro Magnetic Terhadap Healthy Index Cable Medium Voltage Transformator 150/20 kV 60 MVA Gardu Induk Jatibarang*", 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, 20 Januari 2025

Yang Menyatakan



Mahasiswa

Ilham Sa'inal Nur Permadi

NIM. 30602300061

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Sa'inal Nur Permadi
NIM : 30602300061
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknologi Industri

Dengan ini menyatakan Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul:
ANALISIS PENGARUH *INCOMING SUPPORT CABLE* BERBAHAN *FERRO MAGNETIC* TERHADAP *HEALTHY INDEX CABLE* MEDIUM VOLTAGE TRANSFORMATOR I 60 MVA 150/20KV GARDU INDUK JATIBARANG

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, 17 Februari 2025

Yang Menyatakan



Ilham Sa'inal Nur Permadi

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk istri saya yang selalu mendukung dan mendoakan kesuksesan saya dalam menjalankan perkuliahan.

Tidak lupa saya juga persembahkan kepada rekan kerja khususnya keluarga besar ULTG Jatibarang 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)

“Beri aku 10 pemuda, niscaya akan kuguncangkan dunia”

(Ir. Soekarno)

*“Tidak Punya Target Mengalahkan Orang Lain,
Hanya Berusaha Lebih Baik Daripada Hari Kemarin”*

(Ilham Sa’inal Nur Permadi)

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 “Analisis Pengaruh *Incoming Support Cable* Berbahan *Ferro Magnetic* Terhadap *Healthy Index Cable Medium Voltage Transformator* I 150/20kV 60 MVA Gardu Induk Jatibarang”. 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-besanya kepada semua pihak yang mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini, yaitu:

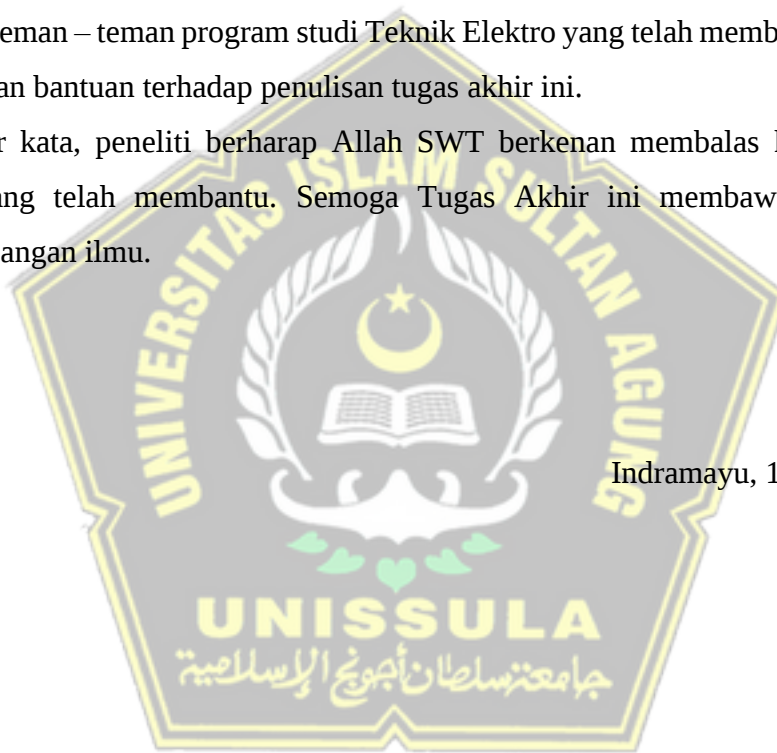
1. Umi Muanifah, S.Pd., selaku ibu peneliti yang selalu memberikan dukungan serta doanya sejak kecil hingga sekarang, sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan lancar.
2. Purwanto A.Md., selaku ayah peneliti yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungannya hingga peneliti menjadi anak yang kuat dan mandiri.
3. Aggahra Jamalina Diktiaz S.T., selaku istyri 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 Ir. Arief Marwanto, S.T., M.Eng., Ph.D, IPM, 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 Bandung yang telah membantu dan memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian.
10. Mustafa Kemal Sahdi S.T., 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.

Indramayu, 17 Februari 2024

Peneliti



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
ABSTRACT	xx
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Landasan Teori.....	11
2.2.1. Sistem penyaluran tenaga listrik	11
2.2.2. Metode <i>healthy index</i>	11

2.2.3. Kubikel.....	14
2.2.4. Kabel.....	15
2.2.5. Sifat dan jenis konduktor	15
2.2.6. XLPE (<i>cross-linked polyethylene</i>)	17
2.2.7. Proses terjadinya arus bocor	18
2.2.8. Arus bocor pada kabel tegangan.....	20
2.2.9. <i>Partial discharge</i>	21
2.2.10. Gejala <i>partial discharge</i>	22
2.2.11. Jenis <i>partial discharge</i>	22
2.2.12. Rumus <i>partial discharge</i>	24
2.2.13. Standar <i>partial discharge</i>	24
2.2.14. Pendeteksian <i>partial discharge</i>	25
2.2.15. Ultra TEV plus 2	26
2.2.16. Keandalan tenaga listrik.....	27
2.2.17. Gangguan sistem tenaga listrik.....	30
BAB III	33
METODE PENELITIAN	33
3.1. Obyek Penelitian	33
3.2. Metode Pengambilan Data	34
3.2.1 Studi literatur.....	34
3.2.2 Metode observasi.....	35
3.2.3 Pengumpulan data.....	35
3.2.4 Metode analisis	35
3.3. Diagram Alir Penulisan Skripsi	36
3.4 Trending Data Hasil Pengujian Cable Power Medium Voltage	
Transformator 1 GI Jatibarang	37
3.4.1 <i>Trending</i> arus bocor	37
3.4.2 <i>Trending</i> hotspot incoming support.....	44
3.4.3 <i>Trending partial discharge</i>	46

3.4.4 <i>Trending</i> tahanan isolasi.....	48
3.5 Data Teknis Peralatan Bay Transformator 1 GI Jatibarang.....	49
3.5.1 Data teknis trafo 1 GI Jatibarang.....	49
3.5.2 Data teknis <i>cable power medium voltage</i> trafo 1 GI Jatibarang.....	49
3.5.3 Data teknis panel <i>cubicle incoming</i> trafo 1 GI Jatibarang.....	50
3.5.4 Data teknis <i>clamp dutch cable power medium voltage</i> trafo 1 GI Jatibarang	50
BAB IV	51
HASIL DATA DAN ANALISIS	51
4.1. Data Hasil Pengujian dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium</i>	
<i>Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV</i>	51
4.1.1 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa R1	51
4.1.2 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa R2	54
4.1.3 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa R3	57
4.1.4 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa R4	60
4.1.5 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa S1.....	63
4.1.6 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa S2.....	66
4.1.7 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa S3.....	69
4.1.8 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa S4.....	72
4.1.9 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa T1	75
4.1.10 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa T2	77
4.1.11 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa T3	81
4.1.12 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa T4	83
4.2. Data Hasil Pengujian dan Perhitungann <i>Partial Discharge Medium</i>	
<i>Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV</i>	86
4.2.1 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa R1	86
4.2.2 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa R2	88
4.2.3 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa R3	90
4.2.4 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa R4	92

4.2.5 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> Fasa S1	95
4.2.6 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa S2.....	96
4.2.7 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa S3.....	99
4.2.8 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa S4.....	101
4.2.9 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa T1.....	102
4.2.10 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa T2.....	104
4.2.11 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa T3.....	106
4.2.12 Pengujian dan perhitungann <i>partial discharge</i> fasa T4.....	108
4.3. Formulasi <i>Healthy Index Cable Medium Voltage Transformator 1 GI</i>	
Jatibarang 150 kV	111
4.3.1 Pembobotan hasil parameter pengujian.....	111
BAB V	122
PENUTUP	122
5.1. Kesimpulan	122
DAFTAR PUSTAKA	124
LAMPIRAN	126

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Asset Health Indices</i> [10]	13
Tabel 2.3 Standar Nilai Pengukuran Partial Discharge [18]	24
Tabel 3.1 Data Tarikan Smartness	37
Tabel 3.2 Pengukuran Thermovisi Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang	44
Tabel 3.3 Pengukuran Partial Discharge Kabel Power & Panel Cubicle Incoming Transformator 1 GI Jatibarang	46
Tabel 3.4 Pengukuran Isolasi Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang	48
Tabel 3.5 Data Teknik <i>Clamp Dutch Cable Power Medium Voltage Transformer</i> 1 GI Jatibarang.....	50
Tabel 4.1 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformer</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1.....	51
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable</i> <i>Medium Voltage Transformer</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1	53
Tabel 4.3 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformer</i> 1	54
Tabel 4.4 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformer</i> 1	56
Tabel 4.5 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformer</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3.....	57
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable</i> <i>Medium Voltage Transformer</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3	59
Tabel 4.7 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformer</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4.....	60
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable</i> <i>Medium Voltage Transformer</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4	62
Tabel 4.9 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformer</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1	63

Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable</i> <i>Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1.....	65
Tabel 4.11 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2	66
Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable</i> <i>Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2.....	68
Tabel 4.13 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3	69
Tabel 4.14 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable</i> <i>Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3.....	71
Tabel 4.15 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4	72
Tabel 4.16 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable</i> <i>Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4.....	74
Tabel 4.17 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1	75
Tabel 4.18 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable</i> <i>Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1	76
Tabel 4.19 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2	78
Tabel 4.20 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable</i> <i>Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2	79
Tabel 4.21 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3	81
Tabel 4.22 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable</i> <i>Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3	82
Tabel 4.23 Hasil Uji <i>Cable Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4	84

Tabel 4.24 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4	85
Tabel 4.25 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1.....	87
Tabel 4.26 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 2	89
Tabel 4.27 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1.....	91
Tabel 4.28 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1.....	93
Tabel 4.29 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1.....	95
Tabel 4.30 Hasil Uji Partial Discharge <i>Cable Medium Voltage Transformator</i> 1.....	97
Tabel 4.31 Hasil Uji Partial Discharge <i>Cable Medium Voltage Transformator</i> 1.....	99
Tabel 4.32 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1....	101
Tabel 4.33 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1....	103
Tabel 4.34 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1....	105
Tabel 4.35 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1....	107
Tabel 4.36 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1....	109
Tabel 4.37 Perhitungann Score Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1.....	111
Tabel 4.38 Perhitungann <i>Score Healthy Index Tahanan Isolasi Cable Medium Voltage Transformator</i> 1 GI Jatibarang 150 kV	114
Tabel 4.39 Perhitungann Score Healthy Index Arus Bocor Cable Medium Voltage Transformator 1.....	116
Tabel 4.40 Perhitungann <i>Score Healthy Index Thermovisi Cable Medium Voltage</i>	118
Tabel 4.41 Perhitungann <i>Total Score Healthy Index Cable Medium Voltage</i>	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik [9]	11
Gambar 2.2 Siemens Cubicle Type 8BT2 Extendable Truck [1]	14
Gambar 2.3 <i>Cable Medium Voltage Type NA2XSJ</i> [18].....	18
Gambar 2.4 Jenis-jenis Cacat Internal pada Kabel XLPE	19
Gambar 2.5 Partial Discharge[21].....	21
Gambar 2.6 Internal Partial Discharge [21]	22
Gambar 2.7 Surface Partial Discharge[21]	23
Gambar 2.8 Corona Discharge [21]	23
Gambar 2.9 Prinsip Rangkaian Pengujian PD dalam Keadaan Offline [8]	25
Gambar 2.10 Prinsip Rangkaian Pengujian PD dalam Keadaan Online [8]	25
Gambar 2.11 Alat Ukur Ultra TEV Plus 2 [22]	26
Gambar 3.1 Peta geografis Gardu Induk Jatibarang 150 kV	33
Gambar 3.2. Single Line Diagram TRF #1 GI Jatibarang	34
Gambar 3.3 Flowchart Penulisan Penelitian	36
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1</i>	54
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 2</i>	57
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3</i>	60
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4</i>	63

Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1</i>	66
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2</i>	69
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3</i>	72
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4</i>	74
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1</i>	77
Gambar 4.10 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2</i>	80
Gambar 4.11 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3</i>	83
Gambar 4.12 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4</i>	86
Gambar 4.13 Pattern Partial Discharge <i>Cable Medium Voltage Transformator 1</i>	87
Gambar 4.14 Pattern Partial Discharge <i>Cable Medium Voltage Transformator 1</i>	89
Gambar 4. 15 Pattern Partial Discharge <i>Cable Medium Voltage Transformator 1</i>	91
Gambar 4.16 Pattern Partial Discharge <i>Cable Medium Voltage Transformator 1</i>	93
Gambar 4.17 Pattern Partial Discharge <i>Cable Medium Voltage Transformator 1</i>	95
Gambar 4.18 Pattern Partial Discharge <i>Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2</i>	97
Gambar 4.19 Pattern Partial Discharge <i>Cable Medium Voltage Transformator 1</i>	99

Gambar 4.20 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1 ...	101
Gambar 4.21 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1 ...	103
Gambar 4.22 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1 ...	105
Gambar 4.23 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1 ...	107
Gambar 4.24 Pattern Partial Discharge <i>Cable Medium Voltage Transformator</i> 1 ...	109



ABSTRAK

Penggunaan material ferromagnetik pada support kabel incoming untuk kabel power tegangan menengah sisi sekunder transformator 150/20 kV GI Jatibarang memiliki peran penting secara mekanis dalam menunjang keamanan elektrik panel cubicle incoming. Material ini memiliki sifat elektromagnetik yang dapat memengaruhi medan listrik di sekitar kabel, sehingga dalam kurun waktu tertentu dapat memengaruhi kualitas isolasi dan umur kabel.

Metode penelitian yang digunakan meliputi pengukuran lapangan untuk mendeteksi temuan yang disebabkan oleh pemasangan support kabel serta analisis untuk mengevaluasi hubungan antara anomali hasil pengujian tersebut dengan degradasi kabel. Selain itu, dilakukan perhitungann secara manual dan membandingkan hasil pengujian sebagai landasan utama kalkulasi seberapa besar pengaruh terhadap healthy index kabel power tegangan menengah. Data dan hasil perhitungann manual yang diperoleh dianalisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kerusakan isolasi kabel dan proses penuaan material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa medan elektromagnetik yang dihasilkan kabel pendukung berbahan ferromagnetik secara signifikan mempercepat penurunan healthy index kabel.

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem distribusi energi listrik yang andal dan efisien. Temuan ini merekomendasikan penggunaan material alternatif atau metode instalasi tertentu untuk mengurangi dampak penurunan kualitas isolasi terhadap kabel. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam optimasi desain instalasi kabel power tegangan menengah transformator daya 150/20 kV untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem transmisi listrik.

Kata Kunci: Gardu Induk Jatibarang, Ferromagnetik, Healthy Index, Kabel Tegangan Menengah

ABSTRACT

The use of ferromagnetic materials in the incoming support cable for medium-voltage power cables on the secondary side of a 150/20 kV transformer at the Jatibarang Substation plays a significant mechanical role in supporting the electrical safety of the incoming cubicle panel. This material has electromagnetic properties that can affect the electric field around the cable, potentially impacting insulation quality and accelerating cable degradation over time.

This study employs field measurements to detect anomalies caused by the installation of the support cable and manual analysis to evaluate the relationship between the test anomalies and cable degradation. The test results are compared with manual calculations to quantify the extent of the electromagnetic field's influence on the healthy index of medium-voltage power cables. Data analysis reveals that the electromagnetic field generated by ferromagnetic support cables significantly accelerates the decline in insulation quality and the healthy index of the cables.

This research provides an important contribution to the development of reliable and efficient energy distribution systems. The findings recommend the use of alternative materials or specific installation methods to mitigate the negative impact of electromagnetic fields on cables. These results are expected to serve as a reference for optimizing the design of medium-voltage power cable installations in 150/20 kV power transformers, thereby enhancing the reliability and efficiency of the electrical transmission system.

Keywords: Jatibarang Substation, Ferromagnetic, Healthy Index, Medium-Voltage Cable

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Transmisi (UPT) Cirebon terdiri dari empat sub-unit, yaitu ULTG Garut, ULTG Ciamis, ULTG Cirebon, dan ULTG Jatibarang. ULTG Jatibarang mengelola tujuh Gardu Induk (GI), yaitu GI Indramayu, GI Jatibarang, GI Cikedung, GI Haurgeulis, GI Jatibarang, dan GITET Indramayu. GI Jatibarang merupakan Gardu Induk dengan kapasitas besar, yaitu 220 MVA. GI Jatibarang melayani transmisi dan distribusi dengan tegangan konfigurasi level tegangan 150 kV, 70 kV, dan 20 kV, serta menyalurkan energi listrik ke kawasan industri Kilang Pertamina Blok Balongan dan seluruh wilayah kabupaten Indramayu di Jawa Barat. Wilayah ini mendapatkan suplai tenaga listrik dari PLTU CEP Cirebon dan PLTU Indramayu 150kV. Salah satunya, Transformator I 60 MVA 150/20 kV GI Jatibarang, yang pada konfigurasi normal memiliki peran sangat vital untuk mesuplai pasokan listrik GI Jatibarang sendiri dan daerah cakupannya yang begitu luas.

Pada bulan Oktober tahun 2022 dilakukan penggantian transformator daya 60 MVA yang menggantikan Transformator I GI Jatibarang. Dalam penggantian tersebut, tidak semua peralatan sisi primer dan sekunder diganti, hanya unit transformator saja yang diganti, serta mencakup kabel power pada sisi sekunder 20 kV. Hasil assesmen dari penggantian tersebut menunjukkan hasil yang baik, bahkan jauh dari batasan maksimum standar yang berlaku di PLN (Persero) hingga periode setahun berikutnya. Persentase pembebanan rata – rata transformator tersebut adalah 73%. Peran transformator ini tidak hanya memikul bebannya sendiri dalam konfigurasi normal, tetapi juga berfungsi sebagai cadangan ketika Transformator 3 GI Jatibarang sedang dalam pemeliharaan.

Mengingat perannya yang sangat vital dan persentase pembebanan yang tinggi, serta perkembangan beban yang kedepannya terus berkembang guna menunjang performa, pada bulan November 2023, dilakukan penggantian *Cubicle Incoming* 20 kV Transformator 1 GI Jatibarang dengan unit baru. Pada saat itu, dilakukan supervisi serta asesmen performa terhadap *incoming* baru, dan didapatkan hasil yang normal dan siap beroperasi.[1] Sampai pada bulan Maret 2024, saat dilakukan *Inspection Level 2* rutin *Partial Discharge*, didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa nilai tersebut melebihi standar ambang batas normal. Berdasarkan temuan tersebut, dilakukan inspeksi secara menyeluruh dan ditemukan temuan lanjutan berupa *Hot Spot* pada *Incoming Support Cable Incoming*. [2][3]

Temuan anomali pada kondisi kabel *Power Transformator* 1 GI Jatibarang, berupa hasil pengukuran *Partial Discharge* dan *Hotspot* pada *Incoming Support Cable Incoming* yang terbuat dari *Ferro Magnetic*, menyebabkan penurunan *Healthy Index* pada kabel power tersebut dan menimbulkan potensi gangguan yang meluas serta mengganggu penyaluran tenaga listrik. Kontinuitas penyaluran energi listrik mencerminkan kemampuan suatu sistem untuk tetap handal baik pada situasi normal maupun ketika menghadapi gangguan.[4] Oleh karena pentingnya isolasi pada kabel power yang secara parameter menunjukkan keanehan dan memungkinkan terjadinya penurunan isolasi yang berujung pada gangguan, maka perlu dilakukan perencanaan perbaikan terhadap kondisi kabel power tersebut.[5]

Analisis keadaan dan kelayakan *Incoming Support Cable* diperlukan karena kabel tersebut menunjukkan tren hasil asesmen yang baik dan didukung oleh umurnya yang sangat muda. Dimulai dari perhitungann manual *partial discharge* yang kemudian dibandingkan dengan hasil pengujian menggunakan metode *Transient Earth Voltage*. [6] Untuk itu, laporan akhir ini akan mengulas tentang temuan anomali serta kelayakan desain *Incoming Support Cable* pada *cubicle* Transformator 1 GI Jatibarang. Dengan demikian, dapat diambil judul “**Analisis Pengaruh *Incoming Support Cable* Berbahan *Ferro Magnetic* Terhadap *Healthy Index Cable Medium Voltage Transformator I 150/20kV 60 MVA Gardu Induk Jatibarang*”**

1.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, rumusan masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana parameter hasil pengujian yang menjadi tolak ukur *Healthy Index Cable Power Medium Voltage Transformator I 150/20 kV 60 MVA Gardu Induk Jatibarang*?
2. Bagaimana pengaruh *Incoming Support Cable* berbahan *Ferro Magnetic* terhadap *Healthy Index Cable Power Medium Voltage Transformator I 150/20 kV 60 MVA* pada Gardu Induk Jatibarang?
3. Bagaimana mempertahankan *Healthy Index Cable Power Medium Voltage Transformator I 150/20 kV 60 MVA* pada Gardu Induk Jatibarang tetap sesuai standar?

1.3. Pembatasan Masalah

Untuk memastikan penelitian ini dapat dilakukan lebih terfokus dan mendalam, penulis merasa perlu membatasi variabel penelitian. Oleh sebab itu, Batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup pembahasan analisis hanya dilakukan pada *Cable Power Medium Voltage Transformator I 150/20 kV 60 MVA* pada Gardu Induk Jatibarang
2. Penelitian ini berfokus untuk menganalisis pengaruh *Incoming Support Cable* berbahan *Ferro Magnetic* terhadap *Healthy Index Cable Power Medium Voltage Transformator I 150/20 kV 60 MVA* pada Gardu Induk Jatibarang.
3. Data awal *Trending Arus Bocor*, *Trending Hotspot Incoming Support Cable*, *Trending Partial Discharge*, dan *Trending Tahanan Isolasi* sebagai dasar analisis komparasi menentukan *Healthy Index Cable Power Medium Voltage*.

1.4. Tujuan

Tujuan dari penelitian dari Tugas Akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Menghitung secara manual dan membandingkan parameter hasil pengujian yang menjadi *Healthy Index Cable Power Medium Voltage*.
2. Mengkalkulasikan pengaruh *Incoming Support Cable* berbahan *Ferro Magnetic* terhadap *Healthy Index Cable Power Medium Voltage*.
3. Meningkatkan dan mempertahankan *Healthy Index Cable Power Medium Voltage*.

1.5. Manfaat

Penelitian dalam Tugas Akhir ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan analisis secara detail mengenai pengaruh *Incoming Support Cable* berbahan *Ferro Magnetic* terhadap *Healthy Index Cable Power Medium Voltage Transformer I 150/20 kV 60 MVA Gardu Induk Jatibarang*, yang kedepannya dapat dijadikan sebagai acuan kelayakan desain teknis dalam kontruksi *Incoming Cubicle* di unit lainnya.

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 partial discharge dan penerapan metode transient earth voltage, bersama dengan tinjauan pustaka dan teori dasar, digunakan sebagai referensi dan pedoman dalam penyusunan tugas akhir. Sumber literatur yang diterbitkan oleh akademisi atau peneliti yang membahas analisis kegagalan isolasi, <i>partial discharge</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 <i>Trending Arus Bocor</i>, <i>Trending Hotspot Incoming Support Cable</i>, <i>Trending Partial Discharge</i>, dan <i>Trending Tahanan Isolasi</i> hingga dikomparasikan dengan perhitungann manual dengan hasil analisis kondisi <i>healty index cable power medium voltage</i> Transformator 1 GI Jatibarang
BAB IV	:	HASIL DATA DAN ANALISA
		Menyajikan hasil data dari penelitian tentang data pengujian berupa <i>Trending Arus Bocor</i>, <i>Trending Hotspot Incoming Support Cable</i>, <i>Trending Partial Discharge</i>, dan <i>Trending Tahanan Isolasi</i>. Serta perhitungann manual yang sebagai komparasi dan 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 partial discharge, mencakup seluruh proses dari awal hingga akhir.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian tentang analisis kegagalan isolasi pada kabel tegangan menengah *Single Bonded* yang terjadi salah satu penyebabnya adalah sistem simpul titik tunggal yang meparalelkan kabel *Single Core*. Metodologi yang diadopsi dalam kasus khusus ini memperhatikan kualitas kabel listrik dengan melakukan berbagai pengujian listrik dan non-listrik pada sepotong kabel yang bagus sepanjang 10 m yang diambil dari kabel yang rusak dan lebih dekat ke bagian yang rusak. Serta, pemeriksaan visual menyeluruh pada potongan kabel yang rusak dilakukan, dengan membedah kabel bagian demi bagian. Yang mana hasil penelitian tersebut mengerucut mulai dari meningkatkan kapasitas rating kuat hantar arus kabel, namun tegangan lebih yang signifikan dapat muncul di selubung kabel selama hubungan pendek dan transien. Selain itu, tegangan lebih/arus lebih yang berkembang dalam selubung logam akan menyebabkan kendur dan kerutan pada layar tembaga karena pemanasan yang berlebihan. Tegangan lebih yang berkembang karena transien/gangguan harus menempuh jalur balik yang panjang sejauh 2 km untuk mencapai titik tanah. Oleh karena itu tegangan lebih/arus lebih yang berkembang dalam selubung logam akan menyebabkan kendur dan kerutan pada layar tembaga karena pemanasan yang berlebihan. Meskipun sistem titik tunggal yang terikat meningkatkan nilai arus kabel, tegangan berlebih yang signifikan dapat muncul di selubung kabel selama hubungan pendek dan transien. Oleh karena itu, sistem titik tunggal yang terikat memerlukan saluran pentanahan tambahan di sepanjang rangkaian kabel dan titik terbuka perlu dihubungkan ke tanah melalui pembatas tegangan lonjakan agar memiliki sistem kabel yang andal.[2]

Penelitian tentang *Partial Discharge* sebagai penyebab utama degradasi isolasi dan kerusakannya. Aktivitas *Partial Discharge* pada kabel berisolasi XLPE dapat

dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis tegangan yang diberikan, bahan isolasi, bahan konduktor, kelembapan, dan tekanan. Identifikasi jenis gangguan PD yang akurat sangat penting karena dengan mengetahui jenis PD pada kabel XLPE, perawatan pencegahan atau perbaikan yang tepat dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan. Jenis kerusakan PD yang dapat terjadi pada kabel XLPE ditinjau. Dalam deteksi PD untuk memantau kinerja kabel listrik, seperti XLPE, hanya beberapa metode deteksi PD yang mengandalkan pulsa dan frekuensi PD. Sistem deteksi PD pita lebar untuk rentang frekuensi rendah menurut IEC 60270 adalah 30 kHz hingga 500 kHz, sedangkan batas frekuensi atas adalah 100 kHz hingga 400 kHz. Menurut standar IEEE, dua pendekatan umum dapat diadopsi untuk mendeteksi pulsa PD pada kabel yang terpasang, yaitu deteksi off-line dan on-line. Kedua pendekatan ini digunakan untuk membuat sebuah peralatan, seperti sensor, untuk memperoleh informasi tentang perambatan pulsa atau sinyal PD dalam jaringan kabel [7]

Penelitian terkait penginderaan panas kabel berisolasi XLPE dan dalam komponen materialnya ada *cooper screen* yang pada tiap pemasangan ternyata cukup bervariasi. Berdasarkan percobaan dan simulasi dengan menggunakan metode elemen hingga, ditemukan bahwa pada kondisi tanah kering, pemasangan kabel dengan konfigurasi berjajar menghasilkan suhu kabel berisolasi yang lebih rendah dibandingkan pemasangan dengan pola *trefoil*. [8] Namun, pada pemasangan *trefoil*, ketiga kabel memiliki suhu kabel berisolasi yang seragam. Penggunaan *Duct Cable* pada pemasangan berjajar menyebabkan peningkatan suhu pada kabel disisi pinggir. Meskipun demikian ampacity kabel berisolasi juga mengalami peningkatan sebagai konsekuensinya.

Penelitian serupa yang mengkaji cara menentukan jenis panel yang dapat mengurangi *partial discharge* (PD) pada sistem perlindungan pengumpulan 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 pengumpaan Juventus yang menggunakan kabin ABB dan beroperasi lebih awal dibandingkan pengumpaan Manchester.[9]

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan Media Elektroda Plat-Bar 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 tingkat 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. [10]

Penelitian serupa dilakukan dengan kerusakan isolasi kabel tegangan 20 kV nomor 6 fasa S terjadi pada transformator 1 150 kV / 20 kV di GIS Gandaria, yang menyebabkan gangguan dan pemadaman listrik. Sebelum gangguan ini terjadi, pemantauan arus bocor kabel tegangan 20 kV belum dilakukan, sehingga peningkatan arus bocor kabel tegangan 20 kV lebih awal dan berujung terjadi gangguan. Dengan melakukan pemantauan arus bocor yang mengalir pada kabel tegangan 20 kV transformator 1 fasa S nomor 6, pola kenaikan arus bocor dapat dipantau, apakah terus meningkat atau tetap stabil. Jika terjadi peningkatan arus bocor tindakan perbaikan segera perlu dilakukan, sedangkan jika arus bocor tetap stabil, pemantauan rutin tetap harus dilanjutkan. [4]

Penelitian yang dilakukan mendeteksi PD dengan sensor *Hilbert fractal* dilakukan dengan variabel jarak yang berbeda di setiap jenis peluahan. Berdasarkan pengujian, pada sampel dan frekuensi yang sama semakin besar jarak antara sumber

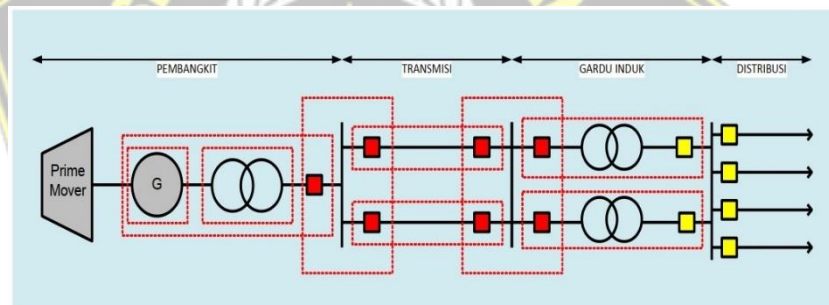
peluahan dengan sensor maka amplitude peluahan akan semakin kecil. Karakteristik pola sudut fasa dan lebar fasa peluahan tidak dipengaruhi jarak antara sensor dengan sumber peluahan karena sampel yang sama dengan jarak yang berbeda memiliki karakteristik yang sama juga. Lebar sudut peluahan korona adalah 0° , yaitu hanya terjadi pada satu sudut peluahan saja. Lebar sudut peluahan permukaan memiliki karakteristik yaitu pada polaritas positif menunjukkan lebar fasa yang lebih besar dibandingkan dengan polaritas negatif. Dalam penelitian ini, lebar fasa polaritas positif $59,44^\circ$ dan pada polaritas negatif sebesar $28,3^\circ$ lebar sudut peluahan *void* memiliki karakteristik yaitu pada polaritas negatif memiliki besar sudut peluahan yang lebih besar dari polaritas positif. pada polaritas positif peluahan sebesar $32,79^\circ$ dan pada polaritas negatif sebesar $64,41^\circ$ [11]

Penelitian menunjukkan bahwa semua kabel berlabel standar yang digunakan sampel pengujian telah memenuhi persyaratan uji tegangan tembus sesuai standar PLN (SPLN) 04-6629.4 dan standar IEC 60502-2. Sedangkan, kabel non-standar tidak memenuhi persyaratan uji tersebut. Isolasi PVC pada kabel tegangan rendah berlabel standar terbukti mampu menahan tegangan maksimum dengan waktu 300 detik pada nilai 13 kV/ mm atau lebih. Sementara itu, isolasi XLPE pada kabel tegangan menengah dapat menahan tegangan hingga lebih 20 kV/ mm atau di atas 30 kV/ mm. Peningkatan tegangan input yang diberikan menyebabkan kenaikan arus bocor pada bahan isolasi. Pengujian tegangan tembus dilakukan dengan uji tegangan arus bolak balik (AC) menggunakan *HV Test Transformer* tipe HV 9105, yang memiliki kapasitas maksimum tegangan sampai 100 kV. Isolasi PVC gagal menahan tegangan pada uji dielektrik, mengakibatkan percikan bunga api, kerusakan berupa gosong, dan berubah menjadi arang. Sebaliknya, isolasi XLPE hanya menunjukkan penghitaman di permukaannya tanpa kerusakan signifikan lainnya. [8]

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Sistem penyaluran tenaga listrik

Sistem penyaluran tenaga listrik dari pembangkit hingga konsumen (beban) merupakan aspek penting untuk dipahami. Proses penyaluran ini melibatkan beberapa tahapan dimulai dari pembangkit tenaga listrik yang menghasilkan energi, kemudian disalurkan melalui jaringan transmisi menuju gardu induk. Dari gardu induk, tenaga listrik diteruskan ke jaringan distribusi primer dan dilanjutkan melalui gardu distribusi menuju jaringan distribusi sekunder, yang akhirnya menyalurkan listrik ke konsumen. Oleh karena itu, sistem distribusi tenaga listrik berperan dalam membagikan tenaga listrik ke konsumen melalui jaringan tegangan rendah, sedangkan saluran transmisi berfungsi untuk mengalirkan tenaga listrik bertegangan ekstra tinggi dalam kapasitas besar ke pusat-pusat beban (melalui jaringan transmisi).



Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Tenaga Listrik [8]

2.2.2 Tegangan Induksi Permukaan Kabel

Medan magnet bolak-balik menginduksi medan listrik sesuai dengan hukum Faraday. Medan listrik ini kemudian membentuk arus sesuai dengan hukum Ohm, tergantung pada konduktivitas baja laminasi. Arus ini menghasilkan medan magnet yang berlawanan melalui hukum Ampere. Medan magnet bolak-balik yang diterapkan akan menginduksi arus eddy dan dipengaruhi oleh efek skin. Efek skin mengacu pada perpindahan arus eddy ke permukaan material. Arus eddy yang diinduksi akan menciptakan medan magnet yang berlawanan, yang pada akhirnya mengurangi medan magnet total yang terbentuk. Ada beberapa cara lain untuk mengurangi arus eddy dalam

material inti magnetik. Salah satu alternatif awal terhadap pelat laminasi adalah kawat besi. Alternatif yang lebih modern adalah inti serbuk magnet lunak, yang juga dikenal sebagai *Magnetic Powdered Cores* (MPC) atau *Soft Magnetic Composites* (SMC). Inti ini dibuat dari partikel halus material feromagnetik yang diikat dalam matriks bahan isolasi di sekelilingnya.[12]

Ketika kabel *single-core* menggunakan pelindung baja, arus eddy yang timbul dapat meningkatkan suhu kabel secara signifikan, yang dapat menyebabkan degradasi isolasi dan menurunkan umur layanan kabel tersebut. Oleh karena itu, dalam sistem AC, sering digunakan pelindung non-magnetik seperti aluminium untuk mengurangi efek arus eddy. Rugi arus eddy dalam kabel berpelindung dapat dihitung menggunakan metode berbasis induksi magnetik, di mana arus eddy meningkat seiring dengan meningkatnya frekuensi dan kerapatan fluks magnetik dalam pelindung. Untuk meminimalkan rugi daya ini, digunakan metode seperti penyusunan ulang kabel dan pengikatan silang untuk menyeimbangkan arus yang diinduksi.[13]

2.2.2. Metode *healthy index*

Metode *Healthy Index* sebagai contoh kasusnya indikator kondisi itu sendiri memiliki nilai terukur, misalnya arus bocor kurang dari 1 Ampere, $1.000 \text{ M}\Omega/1\text{kV}$ untuk resistansi isolasi, dan seterusnya dijelaskan pada table dibawah. Langkah ini adalah untuk menerjemahkan nilai terukur ini ke dalam skor tertentu, yang memungkinkan indeks kesehatan dihitung. Bagian terpenting dalam langkah ini adalah tidak menutupi skor abnormal dengan jumlah skor normal. Misalnya, asumsikan bahwa indikator kondisi normal diberi skor "1" sedangkan indikator kondisi abnormal diberi skor "2" atau "3" tergantung pada kondisinya, lalu skor total dihitung dengan menjumlahkan setiap skor. Kemudian skor yang menunjukkan abnormalitas dapat ditutupi oleh sejumlah besar skor normal "1".[14]

Tabel 2.1 *Asset Health Indices* [15]

Kriteria	Analisis Kondisi Teknis					Keterangan Form
	Very Good	Good	Fair	Poor	Critical	
	1	3	10	30	100	
PD Kabel Power	<250 Pc		250-500 pC		>500 pC	IL 2
Tahanan Isolasi	> 5 G Ohm			2 G Ohm – 5 G Ohm	< 2 G Ohm	IL 3
Arus Bocor	<1 Ampere			>1 Ampere	> 2 Ampere	IL 2
IL 1 (Visual)	Baik			Berubah Warna Retak Rambut (Getas)		IL 1

Pada penggunaan alat ukur *Clamp Ampere* dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan sensor arus berupa *Transformer Jaws*. *Transformer Jaws* adalah sensor arus yang secara mekanik seperti *clamp* melingkari kabel yang menangkap induksi arus yang merambat mengalir menuju tanah.

Penginderaan Panas dengan menggunakan infra merah berupa alat *Thermovision* dapat melihat secara visual perubahan atau sebuah anomali pada sebuah peralatan. Dari situ bisa mendeteksi secara dini bahwasanya ada anomali pada sebuah bahan peralatan. Penggunaan alat ukur Ultra TEV dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan sensor *transient earth voltage* (TEV). Sensor TEV adalah sensor yang dapat menangkap sinyal yang merambat pada dinding logam *switchgear* pada saat bersamaan komponen arus *partial discharge* (PD) mengalir menuju tanah. Metode pendeteksian *partial discharge* dengan menggunakan sensor TEV ini dapat dilakukan dengan cara menempelkan sensor TEV yang berada pada internal unit *partial discharge detector* ke logam cover dari MV *switchgear*. Selain menggunakan sensor TEV, pengukuran dapat menggunakan sensor ultrasnik sebagai pengukuran *surface discharge*.

Pengujian Isolasi dengan *Insulation Tester* dapat dilakukan pengukuran dengan menginjek tegangan dan pada alat terdapat sensor arus. Dari hasil kedua parameter tersebut output keluaran parameter resistansi (Ω).

2.2.3. Kubikel

Kubikel merupakan peralatan listrik yang merupakan bagian distribusi untuk membagi energi listrik yang memiliki fungsi lain untuk mengontrol, menghubungkan, mengendalikan, dan mengamankan. Kubikel dilengkapi dengan peralatan switching dan terintegrasi dengan peralatan kontrol, pengukuran, dan perlindungan. Berdasarkan IEC 298: 1990 menyatakan bahwa “Kubikel 20 kV perlengkapan ini secara khusus dirancang sebagai perangkat hubung bagi dan kontrol berselungkup logam yang diproduksi secara pabrikasi. Sistem ini dirancang untuk digunakan pada arus bolak-balik dengan tegangan pengenal lebih dari 1 kV hingga 35 kV, baik untuk instalasi di dalam ruangan maupun di luar ruangan, dengan frekuensi operasi hingga 50 Hz.”[1]



Gambar 2.2 Siemens Cubicle Type 8BT2 Extendable Truck [1]

Fungsi Kubikel

Fungsi kubikel 20 kV adalah sebagai berikut:

1. Mengendalikan sirkuit yang dilakukan oleh saklar utama.
2. Melindungi sirkuit yang dilakukan oleh fasa / pelebur.
3. Membagi sirkuit dilakukan oleh pembagian jurusan / kelompok (busbar). [1]

2.2.4. Kabel

Konduktor atau penghantar listrik adalah material yang mampu menghantarkan arus listrik. Sifat utamanya adalah kemampuan untuk memindahkan elektron dari satu titik ke titik lainnya dengan efisien. Fungsi utama konduktor adalah menyalurkan arus listrik.[16]

Inti atom pada konduktor memiliki elektron yang lemah ikatannya sehingga dapat bergerak secara bebas. Proses penghantaran listrik terjadi ketika material yang bermuatan positif terhubung dengan konduktor, menyebabkan electron bergerak ke penghantar listrik ke material yang bermuatan positif.

Kemampuan penghantar listrik untuk mengalirkan arus dengan mudah disebabkan oleh adanya muatan listrik yang dapat bergerak Ketika medan listrik muncul, meskipun dalam jumlah kecil. Namun, medan listrik pada konduktor bernilai nol selama konduktor bernilai nol selama konduktor tidak dialiri listrik.

2.2.5. Sifat dan jenis konduktor

Material yang dapat menghantarkan arus listrik dengan mudah disebut konduktor. Material ini umumnya memiliki banyak electron bebas pada kulit terluar orbitnya. Keberadaan electron bebas ini sangat memengaruhi sifat material tersbut. Jika sebuah material memiliki banyak.[16]

Bahan penghantar memiliki sifat-sifat penting yaitu:

- a. Daya hantar listrik.
- b. Koefisien temperatur tambahan.

- c. Daya hantar panas.
- d. Daya tegangan tarik.
- e. Timbulnya daya elektro-motoris termo.

Sementara itu, jenis-jenis bahan penghantar atau konduktor antara lain:

a. Aluminium (Al)

Sifat penting bahan aluminium, yaitu: [16]

- Dapat ditempa dalam keadaan dingin
- Tidak tahan terhadap garam dapur atau laut.
- Warna silver atau perak.

Titik didih = 1800°C

Rho (ρ) = 0,0278

Alpha (α) = 0,0047

b. Tembaga (Cu)

Beberapa sifat penting logam tembaga, yaitu: [16]

- Dapat disepuh dan berkarat bila terkena CO_2

Titik didih = $2236^{\circ}\text{C} - 2340^{\circ}\text{C}$

Rho (ρ) = 0,017

Alpha (α) = 0,0043

c. Seng (Zn)

Beberapa sifat penting yang dimiliki oleh bahan logam seng, yaitu:[16]

- Dapat ditempa dalam keadaan dingin.
- Tidak tahan terhadap garam dan asam garam.
- Warna putih kebiru-biruan.

Titik didih = 907°C

Rho (ρ) = 0,0043

Alpha (α) = 0,006

d. Timah (Sn)

Beberapa sifat penting yang dimiliki oleh bahan timah, yaitu:[16]

- Warna jernih mengkilap.

Titik didih = 236°C .

Warna putih kebiru-biruan.

Titik didih = 907°C .

Rho (ρ) = 0,0043.

Alpha (α) = 0,12.



Selain bahan logam yang telah disebutkan sebelumnya, terdapat logam lain yang juga termasuk dalam kategori konduktor atau penghantar, seperti perak, emas dan platina. Logam – logam ini disebut logam mulia karena memiliki jumlah elektron valensi yang lengkap, sehingga sulit bereaksi dengan unsur lain.

Selain itu, bahan padat lain seperti wolfram juga digunakan sebagai penghantar, terutama pada filamen katoda untuk tabung elektron, lampu pijar, dan alat pemanas dengan suhu tinggi. Dwilogam atau yang sering disebut bimetal adalah dua jenis logam yang disambung menjadi satu.

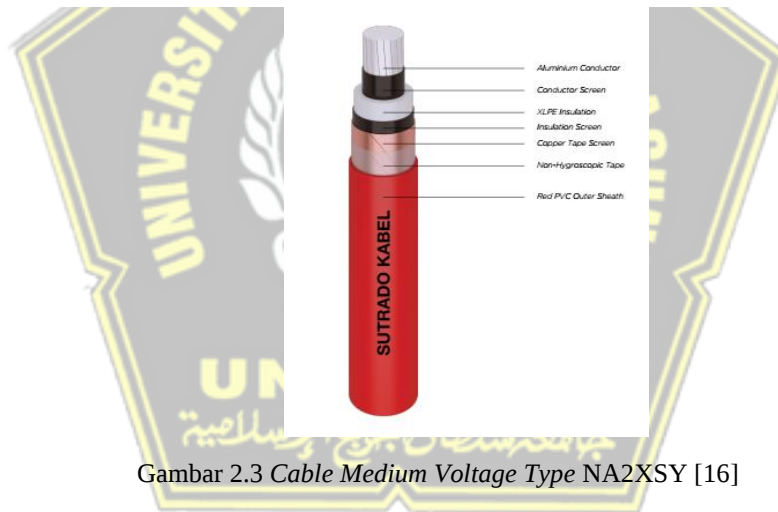
Penggunaan dalam kelistrikan sangat luas, misalnya pada kontak pengatur dan regulator suhu untuk menjaga agar temperatur tetap konstan. Bimetal ini bekerja dengan memutus rangkaian listrik saat suhu meningkat dan menyambungkannya Kembali saat suhu menurun.[17]

2.2.6. XLPE (*cross-linked polyethylene*)

XLPE, atau dikenal juga sebagai PEX atau XPE, adalah polietilena yang memiliki struktur berikatan silang. Material ini merupakan bentuk khusus dari polietilena, yang pada dasarnya adalah bahan polimer. Monomer utama dalam pembentukan polimer ini adalah etilena. Rantai polimer polietilena dihasilkan melalui proses polimerisasi tambahan dari monomer etilena. XLPE dibuat dengan menambahkan agen pengikat silang pada rantai polimer polietilena. XLPE sering

dianggap sebagai alternatif yang lebih baik dibandingkan PVC. Beberapa keuntungan penggunaan XLPE antara lain:

- Kekuatan dampak suhu rendah,
- Dapat bekerja dengan berbagai macam tegangan,
- Biaya bahan yang rendah untuk produksi,
- Memberikan perlindungan mekanis,
- Resistensi termal memungkinkan untuk digunakan bahkan pada suhu yang sangat tinggi,
- Fleksibilitas,
- Tahan terhadap kelembaban,
- Tahan cuaca, karenanya, tahan korosi. [17]



Gambar 2.3 Cable Medium Voltage Type NA2XSY [16]

2.2.7. Proses terjadinya arus bocor

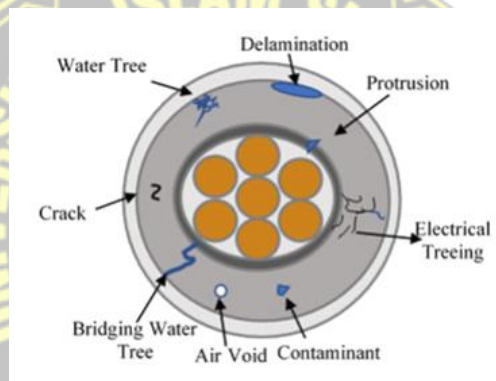
Arus bocor pada kabel dapat disebabkan beberapa faktor, seperti terbentuknya rongga pada kabel, kegagalan isolasi, dan kegagalan termal.

a. Timbulnya Rongga Pada Kabel

Rongga-rongga berisi gas atau udara sering ditemukan di dalam kabel. Rongga ini dapat terbentuk selama proses pembuatan atau instalasi kabel. Kabel terdiri dari beberapa lapisan yang terbuat dari bahan berbeda dengan koefisien

muai yang juga berbeda. Ketika terjadi pemanasan dan pendinginan, baik selama proses pembuatan maupun saat kabel dialiri arus, setiap lapisan memuai dan menyusut secara tidak seragam, sehingga menciptakan rongga-rongga di antara lapisan tersebut.

Rongga udara ini memiliki kekuatan dielektrik yang lebih rendah dibandingkan bahan isolasi padat di sekitarnya, sehingga menjadi titik lemah isolasi. Rongga tersebut juga dapat terbentuk akibat kesalahan dalam proses produksi kabel. Rongga udara yang memiliki tekanan rendah meningkatkan medan listrik di dalamnya, yang pada akhirnya dapat melebihi kekuatan tembus udara, menyebabkan kerusakan pada kabel ini;[7]



Gambar 2.4 Jenis-jenis Cacat Internal pada Kabel XLPE

b. Kegagalan Isolasi

Kegagalan isolasi terjadi ketika material isolasi tidak mampu menahan kondisi yang melebihi batas kemampuannya. Mekanisme kegagalan isolasi ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis material elektroda, konfigurasi medan listrik, suhu, tekanan, tingkat tegangan, serta usia material isolasi yang digunakan.[7]

c. Kegagalan Thermal

Kegagalan termal terjadi ketika laju pembangkitan panas pada suatu titik dalam material melebihi laju pelepasan panas ke lingkungan sekitarnya. Hal ini

menyebabkan kondisi tidak stabil, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan kegagalan material. Mekanisme kegagalan termal mengikuti prinsip hukum konversi energi, di mana panas yang dihasilkan sama dengan panas yang dilepaskan ke lingkungan melalui elektroda dan medium sekitarnya, ditambah dengan panas yang digunakan untuk meningkatkan suhu material.[18]

Menurut Whitehead, tegangan gagal thermal minimum V_m adalah:[18]

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (2.1)$$

Keterangan:

- V_m = Tegangan gagal thermal minimum (V)
 T_o = Suhu pada permukaan bahan (atau dalam hal ini sama dengan suhu keliling) ($^{\circ}\text{C}$)
 T_m = Suhu kritis dimana bahan gagal ($^{\circ}\text{C}$)(ohm meter) $^{-1}$
 k = Konduktivitas thermal (J / m.s $^{\circ}\text{C}$)

2.2.8. Arus bocor pada kabel tegangan

Arus bocor adalah arus yang mengalir melalui atau menembus permukaan material isolasi. Fungsi isolasi adalah untuk memisahkan secara elektrik dua atau lebih penghantar yang berdekatan agar tidak terjadi kebocoran arus. Namun, arus bocor dapat terjadi akibat keberadaan rongga dalam bahan isolasi, yang biasanya disebabkan oleh kesalahan saat proses pembuatan atau instalasi isolasi tersebut. Besarnya arus bocor dipengaruhi oleh tahanan isolasi. Tahanan isolasi akan meningkat seiring dengan bertambahnya panjang penghantar, sesuai dengan persamaan berikut:[19]

$$I_b = \frac{V_m}{R} \quad (2.2)$$

Keterangan:

I_b : Arus bocor (A)

V_m : Tegangan Gagal Thermal Minimum (V)

R : Resistansi Panas (ohm)

Sedangkan, untuk turunan rumus *Resistance* didapatkan dari persamaan berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (2.3)$$

Keterangan:

ρ : Hambatan Jenis (Ωm)

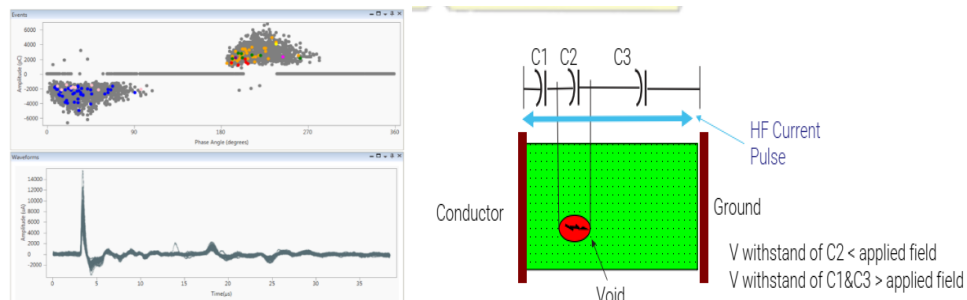
L : Panjang Penghantar (m)

A : Luas Penampang Penghantar (m^2)

R : Hambatan Penghantar (Ω)

2.2.9. *Partial discharge*

Partial discharge adalah fenomena pelepasan atau loncatan listrik yang terjadi pada bagian tertentu dari material isolasi, seperti pada rongga di dalamnya atau di permukaannya, akibat adanya perbedaan potensial yang tinggi. Partial discharge menyebabkan kerugian daya dan energi listrik, karena energi listrik yang mengalir terbuang ke tanah akibat keberadaan rongga udara dalam bahan isolasi listrik, sambungan material (*jointing*), atau terminasi.[7]



Gambar 2.5 Partial Discharge[20]

2.2.10. Gejala *partial discharge*

Partial discharge dapat menyebabkan berbagai fenomena atau gejala yang dapat digunakan sebagai dasar dalam metode pendeteksian. Gejala-gejala tersebut meliputi:

1. Gejala non elektrik seperti perubahan suhu, cahaya, kebisingan, tekanan gas, dan perubahan struktur kimia.
2. Gejala elektrik, yang mencakup rugi dielektrik dan munculnya pulsa-pulsa listrik.[7]

2.2.11. Jenis *partial discharge*

Jenis *Partial Discharge* dibagi menjadi berikut:

a. *Internal Partial Discharge*

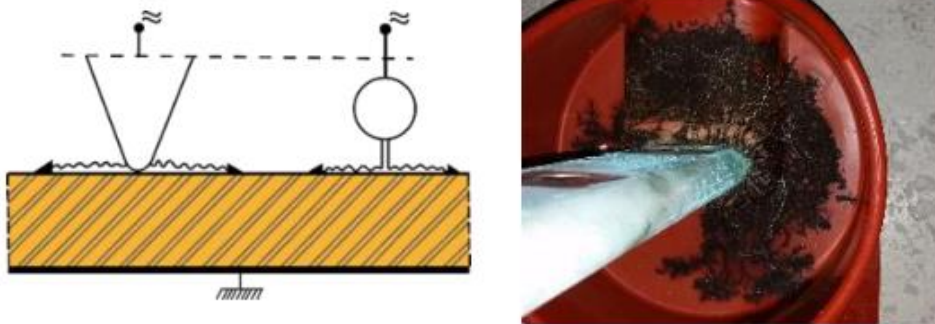
Partial discharge yang terjadi karena adanya rongga, biasanya berisi udara, di dalam isolasi. [20]



Gambar 2.6 Internal Partial Discharge [20]

b. *Surface Partial Discharge*

Surface discharge adalah *Partial discharge* yang terjadi pada bagian luar isolasi atau permukaan isolasi. *Surface Discharge* terjadi pada komponen dimana *Discharge* dari luar menyentuh permukaan isolasi. [20]



Gambar 2.7 Surface Partial Discharge[20]

c. *Corona Discharge*

Corona Discharge terjadi ketika benda logam dengan bentuk runcing berada dalam medan listrik. Bentuk 'runcing' ini dapat berupa tonjolan atau permukaan konduktor yang tidak rata. Untuk mencegah terjadinya corona discharge, permukaan konduktor harus dibuat rata dan tetap bersih. Pada kawat penghantar, kawat rantas sering menjadi salah satu sumber utama *Corona Discharge*. [20]



Gambar 2.8 Corona Discharge [20]

2.2.12. Rumus *partial discharge*

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

$$\text{dB} = 20\log_{10} \left(\frac{V_{out}}{V_{in}} \right) \quad (2.4)$$

2.2.13. Standar *partial discharge*

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

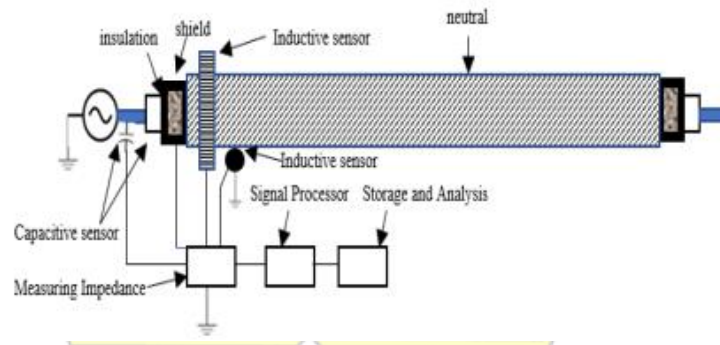
Tabel 2.2 Standar Nilai Pengukuran Partial Discharge [21]

TEV dB	Pulse per cycle (PPC)			
	<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	

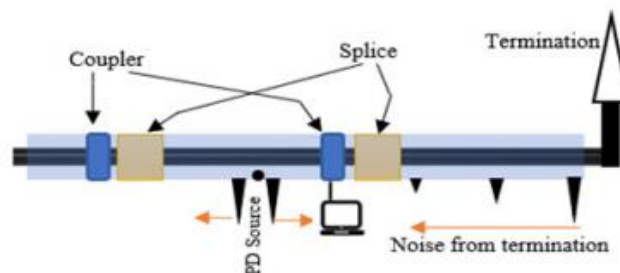
2.2.14. Pendeteksian *partial discharge*

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

1. Metode konvensional adalah metode dengan menggunakan standar IEC 60270, yaitu dengan mendeteksi peluahan dengan menggunakan kopling langsung (coupling device) yaitu dengan memasang kapasitor secara paralel terhadap sumber tegangan.
2. Metode Non - Konvensional adalah semua metode yang tidak mengikuti prosedur pengukuran standar IEC 60270. Pendeteksian PD non-konvensional terdiri dari tiga jenis, yaitu:
 - a. Pendeteksian elektromagnetik
 - HF / VHF (3 MHz sd. 300 MHz)
 - UHF (300 MHz sd. 3000 MHz)
 - b. Pendeteksian emisi suara (10 kHz sd. 300 kHz) [7]



Gambar 2.9 Prinsip Rangkaian Pengujian PD dalam Keadaan Offline [7]



Gambar 2.10 Prinsip Rangkaian Pengujian PD dalam Keadaan Online [7]

2.2.15. Ultra TEV plus 2

Ultra TEV Plus adalah alat uji partial discharge buatan EA Technology yang dirancang untuk mendeteksi dan mengukur partial discharge pada berbagai peralatan atau komponen listrik, seperti CT, PT, Busbar, *Load Break Switch*, *Circuit Breaker*, kabel, dan lainnya yang berada dalam kubikel.

Alat ini mampu menampilkan klasifikasi dan nilai partial discharge, sehingga mempermudah pengguna dalam melakukan analisis. Hasil pengukuran disimpan langsung pada perangkat dan dapat dipindahkan ke smartphone atau komputer melalui koneksi Wi-Fi. Data hasil pengukuran ini juga dapat digunakan untuk membuat laporan pengujian *Partial Discharge*. [21]



Gambar 2.11 Alat Ukur Ultra TEV Plus 2 [21]

2.2.15.1 Pengukuran Partial Discharge

Metode pengukuran Partial Discharge menggunakan Alat EA Technology Ultra TEV Plus 2, urutannya sebagai berikut;



Gambar 2. 12 Technology Ultra TEV Plus 2 [21]

1. Menghidupkan Ultra TEV Plus 2 dengan menekan tombol hijau sampai pada layar tampil halaman awal.
2. Sebelum pengukuran, membuat *workflow* dengan cara pada layar *touchscreen* di klik *Survei* lalu mulai *Survei* kemudian Lewatkan *Workflow*.
3. Setelah itu, pada layar tugas diisi untuk Nomor Tugas dan Nama Teknisi.
4. Selanjutnya klik *Next* (▶) dan akan masuk pada bagian Layar Kubikel.
5. Pada bagian layar kubikel akan tertampil beberapa yang perlu diisi, diantaranya:

Pabrikan, Tipe, Tanggal Instalasi, Tegangan Voltage, Isolasi Busbar.

6. Kemudian, pengisian pada layar kubikel selesai lalu klik *Next* (▶) maka akan ke layar Kondisi, pada layar tersebut akan ditampilkan beberapa yang perlu diisi, yaitu:
 - a. Latar Belakang Logam (dB)
 - b. Latar Belakang Logam (PPC)
 - c. Background Udara (dB)

- d. Background Udara (PPC)
 - e. Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
 - f. Kelembapan (%)
7. Lalu, untuk cara pengukuran, tinggal menempelkan alat pada kubikel atau panel yang akan diukur pada Latar Belakang Logam (dB), apabila sudah ditempel pada logam yang akan diukur tinggal diklik pada bagian isian Latar Belakang dan menunggu 10 detik. Maka, pada isian Latar Belakang Logam (dB) dan (PPC) akan tertampil nilainya.
 8. Selanjutnya, untuk isian Background Udara menggunakan sensor tambahan, setekah sensor dipasang untuk menampilkan nilai caranya sama yaitu diklik pada bagian layar untuk Background Udara (dB) maka setelah 10 detik akan menunjukkan nilai pada isian Background Udara (dB) dan (PPC).
 9. Setelah itu, diklik bagian suhu ($^{\circ}\text{C}$) maka pada isian suhu dan kelembapan akan ditampilkan hasil pengukuran berdasarkan kondisi. Ketika sudah terisi semuanya maka tinggal diklik selesai ($\checkmark$).
 10. Selesai pada bagian Survei maka selanjutnya pengukuran *Internal Discharge* menggunakan TEV dengan cara pada layar klik TEV kemudian Interpretasi dan menekan tombol merah untuk merekam, proses ini menunggu selama 10 detik.
 11. Setelah 10 detik maka layar akan menampilkan bagian layar Metadata dengan beberapa isian, diantaranya Nomor Panel, Nama Aset, Komponen, Sub Lokasi, Isolasi, Posisi PMT, dan Komentar.
 12. Kemudian, pengukuran ***Surface Discharge***, pengukuran ini menggunakan sensor ultrasonik. Pada pengukuran ini, misal pengukuran pada panel atau kubikel maka meletakkan ujung sensor tepat pada celah di panel kemudian klik Ultrasonic lalu klik tombol merah (tombol rekam) pada layar, maka akan otomatis keluar nilai Noise atau PD. Setelah 10 detik maka akan tertampil layar Metadata dengan isian,

yaitu Nomor Panel, Nama Aset, Komponen, Sub Lokasi, Isolasi, Posisi PMT, dan Komentar.

13. Apabila pengukuran sudah selesai semuanya, maka selanjutnya menghentikan survei dengan cara klik Survei kemudian Hentikan Survei lalu OK. Kemudian baru didapatkan hasil data pengukuran.
14. Data dapat ditarik pada Laptop/*Handphone* dengan cara klik Pengaturan lalu Pengaturan Wireless kemudian Hotspot lalu Aktifkan Hotspot, kemudian pada layar Pengaturan Hotspot mencatat SSID dan *Password* untuk mendapatkan / melihat data di *handphone*/PC.
15. Selanjutnya, menyambungkan *hotspot* dengan Ultra TEV, setelah tersambung selanjutnya membuka *browser* dan menuliskan IP, kemudian *enter*. Setelah halaman ditampilkan pada layar PC/*handphone* maka data pengukuran dapat dilihat dan di-*download* dalam bentuk ZIP.
16. Mencatat dan menganalisa hasil pengukuran kubikel TD #1 termasuk pada level rendah, menengah, atau tinggi.

2.2.16. Keandalan tenaga listrik

Keandalan adalah kemampuan suatu sistem atau bagian dari sistem untuk beroperasi secara optimal sesuai dengan fungsinya selama periode waktu tertentu di bawah kondisi operasi yang telah ditentukan. Penilaian tingkat keandalan dilakukan dengan menganalisis atau menghitung sejauh mana sistem dapat mencapai keberhasilan, mempertahankan kinerja yang konsisten, dan menjalankan operasi tanpa kegagalan selama jangka waktu tersebut. Hasil dari evaluasi ini kemudian dibandingkan dengan standar atau parameter keandalan yang telah ditetapkan sebagai acuan.

Tingkat keandalan pelayanan dibagi menjadi lima kategori:

- a. Tingkat 1: Gangguan dapat menyebabkan pemadaman selama beberapa jam, biasanya waktu yang dibutuhkan untuk mencari sumber gangguan.

- b. Tingkat 2: Pemadaman berlangsung beberapa jam, termasuk waktu untuk mengirim petugas ke lokasi, melokalisir gangguan, dan melakukan manipulasi untuk penyalaan sementara dari arah atau saluran lain.
- c. Tingkat 3: Pemadaman berlangsung beberapa menit, dengan manipulasi oleh petugas yang siaga di gardu atau melalui deteksi dan manipulasi jarak jauh.
- d. Tingkat 4: Pemadaman hanya beberapa detik, dengan pengamanan dan manipulasi yang dilakukan secara otomatis.
- e. Tingkat 5: Tidak ada pemadaman, karena sistem dilengkapi instalasi cadangan yang terpisah dan otomatis.

Sistem distribusi dianggap memiliki tingkat keandalan tinggi jika berada pada tingkat 4 dan 5, keandalan menengah pada tingkat 3, dan keandalan rendah jika berada pada tingkat 1 dan 2.[22]

2.2.17. Gangguan sistem tenaga listrik

Gangguan pada sistem saluran transmisi listrik memiliki berbagai jenis dan tingkat keparahan. Gangguan ini merupakan kondisi tidak normal yang dapat mengganggu kontinuitas layanan transmisi listrik. Secara umum, gangguan pada sistem tenaga listrik dapat diklasifikasikan menjadi dua faktor utama, yaitu:

1. Gangguan yang berasal dari dalam sistem.
2. Gangguan yang berasal dari luar sistem.

Penyebab gangguan yang berasal dari dalam sistem antara lain:

- Tegangan dan Arus abnormal.
- Pemasangan yang kurang baik.
- Kesalahan mekanis karena proses penuaan.
- Beban lebih.
- Kerusakan materi seperti isolator pecah, kawat putus, atau kabel cacat isolasinya.

Sedangkan untuk gangguan yang berasal dari luar sistem antara lain:

1. Gangguan-gangguan mekanis, terjadi akibat pekerjaan galian saluran lain yang berpotensi mengganggu sistem kelistrikan bawah tanah.
2. Cuaca seperti hujan, angin, dan sambaran petir dapat menyebabkan gangguan. Khususnya, sambaran petir dapat memicu tegangan lebih yang berisiko menimbulkan hubungan singkat akibat kerusakan isolasi (breakdown).
3. Pengaruh lingkungan seperti pohon, hewan, benda asing, atau tindakan ceroboh manusia juga dapat menyebabkan gangguan.

Bila ditinjau dari segi lamanya waktu gangguan, maka dapat dikelompokkan menjadi:

1. Gangguan yang bersifat temporer, gangguan ini bersifat sementara dan dapat hilang dengan sendirinya atau dengan memutuskan sementara bagian yang terganggu dari sumber tegangan. Jika gangguan temporer tidak segera hilang, baik secara alami maupun melalui kerja alat pengaman, gangguan ini dapat berkembang menjadi gangguan permanen.
2. Gangguan yang bersifat permanen, Gangguan jenis ini memerlukan tindakan perbaikan atau penghilangan penyebab gangguan agar dapat diatasi. Pada gangguan temporer, setelah arus gangguan terputus, misalnya karena circuit breaker terbuka oleh kerja rele pengaman, peralatan atau saluran yang terganggu biasanya siap untuk dioperasikan kembali.

Gangguan permanen menyebabkan kerusakan yang bersifat tetap dan hanya dapat diatasi setelah komponen yang rusak diperbaiki atau diganti. Saat gangguan terjadi, arus yang sangat besar akan mengalir melalui fase yang terganggu menuju titik gangguan. Arus ini jauh melebihi nilai arus maksimum yang diizinkan, sehingga menyebabkan kenaikan suhu yang dapat merusak peralatan listrik yang terhubung.[22]



BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Obyek Penelitian

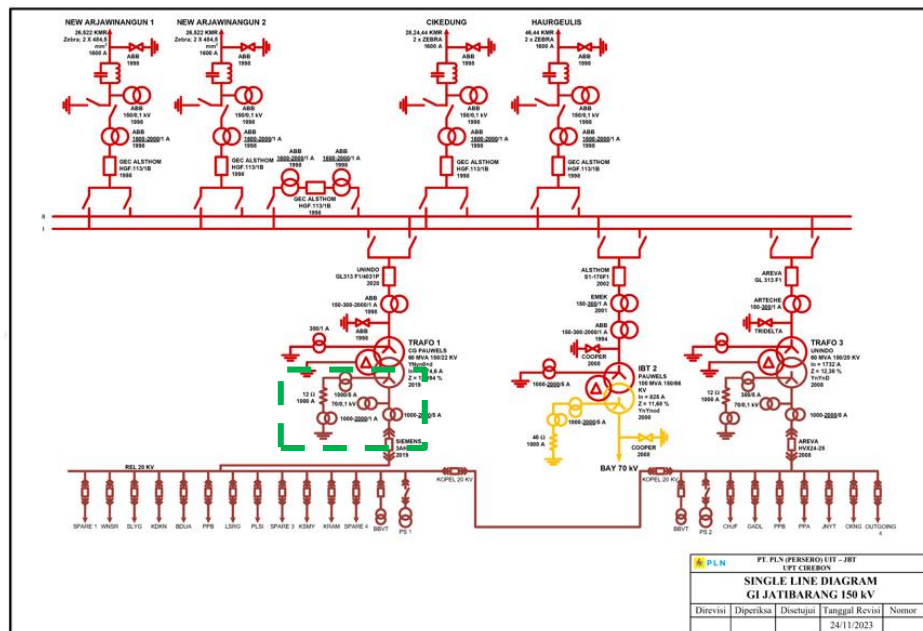
Waktu pelaksanaan pengumpulan data dilakukan di ULTG Jatibarang – UPT Cirebon. Sedangkan obyek pengujian Arus Bocor, *Hotspot Incoming Support Cable*, *Partial Discharge*, dan Tahanan Isolasi dilakukan dimasing – masing waktu periodenya.

Lokasi yang menjadi obyek penelitian yaitu Gardu Induk Jatibarang PT. PLN (Persero) UPT Cirebon yang beralamatkan di Jalan Raya Tambi Jatibarang, No. 41, Sliyeg, Indramayu, Jawa Barat, 45281, Indonesia Peta geografis Gardu Induk Jatibarang 150 kV berada pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Peta geografis Gardu Induk Jatibarang 150 kV

Single Line Diagram (SLD) merupakan sebuah diagram yang menggambarkan komponen – komponen instalasi listrik yang diwakilkan oleh simbol – simbol yang saling berhubungan. Pengujian Arus Bocor, *Hotspot Incoming Support Cable*, *Partial Discharge*, dan Tahanan Isolasi. Gambar *single line diagram* dapat dilihat pada gambar 3.2. yang ada di bawah ini.



Gambar 3.2. Single Line Diagram TRF #1 GI Jatibarang

3.2. Metode Pengambilan Data

Dalam penyusunan laporan ini, metode penelitian yang akan di lakukan adalah:

3.2.1 Studi literatur

Studi literatur ini bertujuan untuk memperoleh teori-teori yang akan digunakan sebagai dasar penelitian ini. Studi ini mencakup pemahaman terhadap teori, konsep, dan metode yang relevan untuk membangun kerangka berpikir yang logis dan terarah.

Sumber literatur dapat berupa buku, karya ilmiah, jurnal, serta artikel dari internet dan media massa yang berkaitan dengan laporan ini.

3.2.2 Metode observasi

Melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian yaitu *Cable Power Medium Voltage Transformer I 150/20 kV 60 MVA* dengan tujuan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi peralatan yang menjadi obyek penelitian secara lebih rinci sehingga dapat dilakukan analisis mendalam hasil pengujian dan keadaan visual anomali tersebut.

3.2.3 Pengumpulan data

Data - data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang didapat dari PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Transmisi Cirebon – Unit Layanan Transmisi Gardu Induk Jatibarang melalui wawancara dan observasi secara langsung. Data – data yang diambil meliputi *Single Line Diagram* Gardu Induk Jatibarang, *Trending Arus Bocor*, *Trending Hotspot Incoming Support Cable*, *Trending Partial Discharge*, dan *Trending Tahanan Isolasi*.

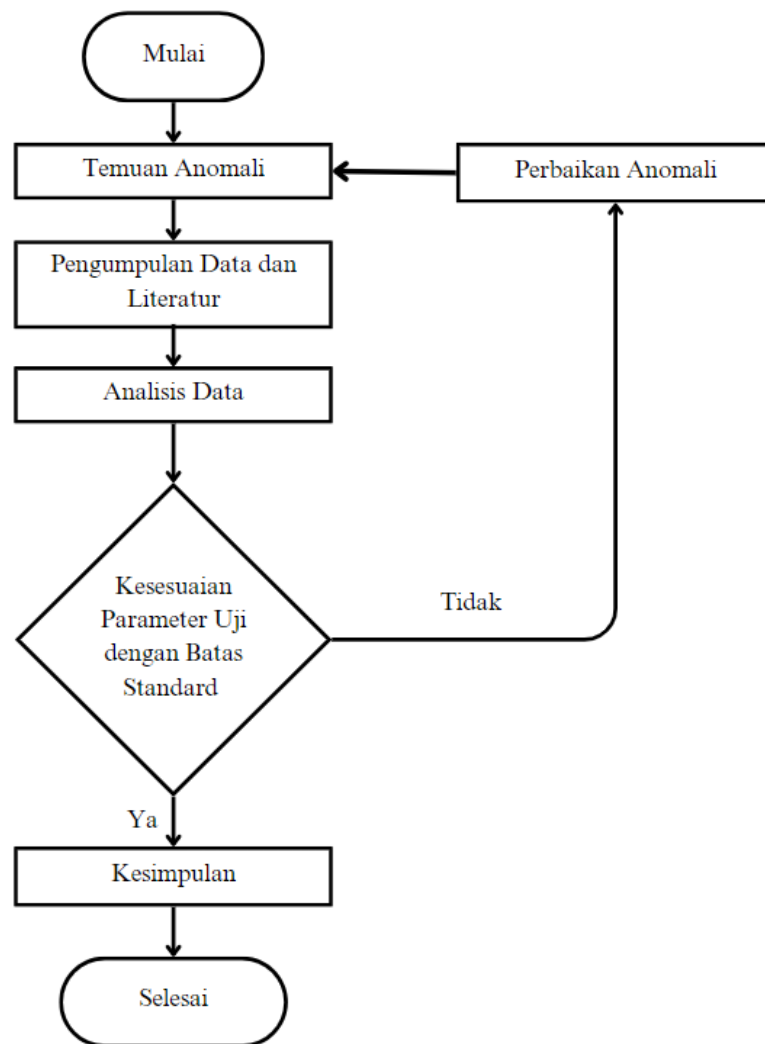
3.2.4 Metode analisis

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah dengan menggunakan analisis penghitungan manual dan data hasil dari pengujian. Setelah melakukan analisis perhitungann manual dikomparasikan dengan trending hasil pengujian keseluruhan.

Sekaligus memastikan pemasangan secara mekanikal baik komponen utama maupun pendukung pada panel *cubicle incoming* Transformator 1 GI Jatibarang telah sesuai dengan fungsi dan bekerja yang dikehendaki yang mengacu pada standar PLN dan IEC.

3.3. Diagram Alir Penulisan Skripsi

Tahapan – tahapan yang dilaksanakan dalam penulisan sekripsi ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.3 Flowchart Penulisan Penelitian

3.4 Trending Data Hasil Pengujian *Cable Power Medium Voltage* Transformator 1 GI Jatibarang

3.4.1 Trending arus bocor

Tabel 3.1 Data Tarikan Smartness
Pengukuran Arus Bocor Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang

No.	Tanggal	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	T4
1	<u>15-NOV-22</u>	0.05	0.051	0.052	0.0521	0.056	0.052	0.0398	0.0441	0.0521	0.0614	0.0488	0.0509
2	<u>22-NOV-22</u>	0.05	0.049	0.051	0.05	0.056	0.058	0.0398	0.0614	0.0519	0.0528	0.0465	0.0539
3	<u>29-NOV-22</u>	0.049	0.8494	0.0506	0.0507	0.059	0.066	0.03	0.037	0.053	0.045	0.0455	0.0505
4	<u>06-DEC-22</u>	0.06	0.9	0.04	0.04	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06
5	<u>13-DEC-22</u>	0.051	0.051	0.052	0.052	0.054	0.058	0.048	0.049	0.051	0.052	0.048	0.053
6	<u>22-DEC-22</u>	0.05	0.05	0.051	0.049	0.058	0.062	0.041	0.049	0.053	0.053	0.046	0.048
7	<u>28-DEC-22</u>	0.049	0.05	0.05	0.05	0.058	0.052	0.058	0.062	0.055	0.051	0.054	0.054
8	<u>03-JAN-23</u>	0.05	0.05	0.052	0.051	0.053	0.058	0.04	0.043	0.049	0.051	0.046	0.042
9	<u>12-JAN-23</u>	0.050	0.050	0.052	0.049	0.056	0.061	0.063	0.063	0.052	0.057	0.046	0.053
10	<u>15-JAN-23</u>	0.05	0.049	0.0495	0.0497	0.0546	0.061	0.063	0.0621	0.0523	0.053	0.052	0.053
11	<u>22-JAN-23</u>	0.051	0.049	0.049	0.050	0.055	0.059	0.062	0.063	0.051	0.054	0.053	0.051

Tabel 3.1 Data Tarikan Smartness
Pengukuran Arus Bocor Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang

No.	Tanggal	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	T4
12	<u>31-JAN-23</u>	0.050	0.050	0.052	0.051	0.050	0.057	0.044	0.047	0.050	0.052	0.047	0.048
13	<u>06-FEB-23</u>	0.050	0.050	0.051	0.050	0.052	0.057	0.046	0.049	0.049	0.052	0.047	0.049
14	<u>16-FEB-23</u>	0.050	0.050	0.050	0.050	0.044	0.051	0.042	0.042	0.049	0.050	0.051	0.051
15	<u>22-FEB-23</u>	0.050	0.050	0.051	0.050	0.043	0.052	0.058	0.059	0.053	0.052	0.051	0.052
16	<u>02-MAR-23</u>	0.051	0.050	0.051	0.051	0.048	0.056	0.062	0.063	0.055	0.055	0.056	0.056
17	<u>09-MAR-23</u>	0.051	0.052	0.054	0.052	0.062	0.059	0.062	0.064	0.053	0.053	0.052	0.056
18	<u>15-MAR-23</u>	0.051	0.051	0.053	0.051	0.042	0.056	0.064	0.064	0.055	0.054	0.053	0.056
19	<u>30-MAR-23</u>	0.051	0.051	0.053	0.052	0.045	0.054	0.058	0.061	0.052	0.053	0.054	0.056
20	<u>06-APR-23</u>	0.051	0.051	0.053	0.052	0.043	0.055	0.059	0.061	0.052	0.053	0.053	0.053
21	<u>13-APR-23</u>	0.052	0.0517	0.053	0.052	0.044	0.053	0.065	0.064	0.057	0.055	0.057	0.058
22	<u>17-APR-23</u>	0.057	0.057	0.056	0.057	0.061	0.066	0.070	0.069	0.063	0.062	0.063	0.063
23	<u>27-APR-23</u>	0.0578	0.0553	0.0559	0.0548	0.0428	0.0407	0.0709	0.0712	0.0566	0.0617	0.0558	0.0645
24	<u>04-MAY-23</u>	0.059	0.059	0.062	0.058	0.045	0.066	0.069	0.073	0.065	0.062	0.063	0.064

Tabel 3.1 Data Tarikan Smartness
Pengukuran Arus Bocor Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang

No.	Tanggal	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	T4
25	<u>11-MAY-23</u>	0.062	0.061	0.062	0.062	0.076	0.076	0.080	0.080	0.083	0.084	0.069	0.068
26	<u>16-MAY-23</u>	0.0639	0.0648	0.0679	0.0667	0.050	0.0513	0.0549	0.0527	0.0708	0.0723	0.0718	0.071
27	<u>25-MAY-23</u>	0.049	0.049	0.052	0.052	0.038	0.050	0.053	0.051	0.049	0.050	0.052	0.051
28	<u>01-JUN-23</u>	0.049	0.049	0.051	0.052	0.039	0.052	0.052	0.052	0.052	0.049	0.050	0.052
29	<u>08-JUN-23</u>	0.049	0.050	0.052	0.051	0.031	0.052	0.066	0.058	0.050	0.050	0.042	0.049
30	<u>15-JUN-23</u>	0.0492	0.0497	0.0498	0.050	0.0341	0.0297	0.036	0.034	0.051	0.0535	0.042	0.0531
31	<u>02-JUL-23</u>	0.0507	0.05	0.0529	0.0516	0.058	0.0602	0.0391	0.0614	0.0529	0.041	0.0412	0.0428
32	<u>06-JUL-23</u>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.062	0.061	0.061	0.060	0.05	0.046	0.049	0.051
33	<u>13-JUL-23</u>	0.051	0.050	0.051	0.050	0.039	0.052	0.054	0.057	0.050	0.050	0.052	0.052
34	<u>20-JUL-23</u>	0.0513	0.051	0.0518	0.0514	0.0505	0.0505	0.0573	0.0568	0.0467	0.0477	0.0492	0.0543
35	<u>27-JUL-23</u>	0.051	0.050	0.050	0.050	0.042	0.052	0.053	0.054	0.049	0.049	0.048	0.050
36	<u>03-AUG-23</u>	0.051	0.051	0.052	0.049	0.051	0.054	0.054	0.050	0.051	0.051	0.050	0.050
37	<u>10-AUG-23</u>	0.051	0.050	0.051	0.051	0.042	0.049	0.052	0.055	0.049	0.050	0.052	0.050

Tabel 3.1 Data Tarikan Smartness
Pengukuran Arus Bocor Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang

No.	Tanggal	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	T4
38	<u>16-AUG-23</u>	0.052	0.051	0.052	0.052	0.043	0.049	0.053	0.056	0.050	0.051	0.053	0.051
39	<u>24-AUG-23</u>	0.051	0.050	0.052	0.050	0.050	0.051	0.051	0.053	0.052	0.050	0.049	0.050
40	<u>09-SEP-23</u>	0.0501	0.0499	0.0498	0.0499	0.0459	0.0454	0.0424	0.0447	0.0514	0.0505	0.0491	0.0511
41	<u>14-SEP-23</u>	0.050	0.050	0.050	0.050	0.042	0.047	0.043	0.046	0.049	0.050	0.048	0.052
42	<u>21-SEP-23</u>	0.0504	0.0502	0.0506	0.0506	0.0437	0.0456	0.0563	0.0559	0.0518	0.0533	0.0494	0.0496
43	<u>25-SEP-23</u>	0.0511	0.0510	0.0513	0.0514	0.0430	0.0465	0.0542	0.0565	0.0520	0.0534	0.0499	0.0495
44	<u>12-OCT-23</u>	0.051	0.050	0.051	0.051	0.041	0.053	0.052	0.053	0.048	0.048	0.047	0.050
45	<u>20-OCT-23</u>	0.052	0.050	0.051	0.051	0.043	0.055	0.052	0.054	0.049	0.048	0.047	0.051
46	<u>26-OCT-23</u>	0.051	0.050	0.050	0.050	0.042	0.050	0.053	0.053	0.047	0.049	0.048	0.049
47	<u>02-NOV-23</u>	0.0498	0.0497	0.0503	0.0503	0.0415	0.0442	0.0424	0.0451	0.0515	0.0521	0.0526	0.0541
48	<u>09-NOV-23</u>	0.048	0.050	0.051	0.051	0.040	0.047	0.058	0.060	0.050	0.050	0.047	0.049
49	<u>21-NOV-23</u>	0.048	0.050	0.051	0.051	0.040	0.047	0.058	0.060	0.050	0.050	0.047	0.049
50	<u>29-NOV-23</u>	0.048	0.050	0.051	0.051	0.040	0.047	0.058	0.060	0.050	0.050	0.047	0.049

Tabel 3.1 Data Tarikan Smartness
Pengukuran Arus Bocor Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang

No.	Tanggal	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	T4
51	<u>07-DEC-23</u>	0.051	0.051	0.051	0.051	0.047	0.052	0.052	0.052	0.050	0.051	0.050	0.051
52	<u>14-DEC-23</u>	0.05	0.0497	0.0505	0.0503	0.0409	0.045	0.0421	0.0428	0.0496	0.0509	0.0508	0.054
53	<u>21-DEC-23</u>	0.052	0.052	0.052	0.052	0.042	0.051	0.056	0.056	0.051	0.051	0.049	0.051
54	<u>28-DEC-23</u>	0.051	0.053	0.052	0.050	0.042	0.053	0.054	0.056	0.053	0.051	0.051	0.049
55	<u>04-JAN-24</u>	0.052	0.052	0.052	0.052	0.042	0.051	0.056	0.056	0.051	0.051	0.049	0.051
56	<u>12-JAN-24</u>	0.052	0.052	0.052	0.052	0.042	0.051	0.056	0.056	0.051	0.051	0.049	0.051
57	<u>30-JAN-24</u>	0.055	0.052	0.052	0.052	0.042	0.051	0.056	0.056	0.051	0.051	0.049	0.051
58	<u>08-FEB-24</u>	0.054	0.052	0.053	0.052	0.041	0.052	0.056	0.056	0.052	0.051	0.050	0.051
59	<u>20-FEB-24</u>	0.054	0.052	0.053	0.052	0.041	0.052	0.056	0.056	0.052	0.051	0.050	0.051
60	<u>28-FEB-24</u>	0.054	0.052	0.053	0.052	0.041	0.052	0.056	0.056	0.052	0.051	0.050	0.051
61	<u>14-MAR-24</u>	0.054	0.052	0.053	0.052	0.041	0.052	0.056	0.056	0.052	0.051	0.050	0.051
62	<u>21-MAR-24</u>	0.054	0.052	0.052	0.053	0.040	0.051	0.056	0.054	0.052	0.050	0.051	0.051
63	<u>28-MAR-24</u>	0.054	0.052	0.052	0.053	0.040	0.051	0.056	0.054	0.052	0.050	0.051	0.051

Tabel 3.1 Data Tarikan Smartness
Pengukuran Arus Bocor Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang

No.	Tanggal	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	T4
64	<u>05-APR-24</u>	0.054	0.053	0.052	0.053	0.040	0.051	0.056	0.054	0.052	0.050	0.051	0.051
65	<u>14-APR-24</u>	0.054	0.053	0.052	0.053	0.040	0.051	0.056	0.054	0.052	0.050	0.051	0.051
66	<u>20-APR-24</u>	0.054	0.053	0.052	0.053	0.040	0.051	0.056	0.054	0.052	0.050	0.051	0.051
67	<u>24-APR-24</u>	0.056	0.054	0.052	0.053	0.045	0.051	0.055	0.054	0.052	0.051	0.051	0.052
68	<u>13-MAY-24</u>	0.046	0.054	0.052	0.053	0.045	0.051	0.055	0.054	0.053	0.051	0.052	0.052
69	<u>21-MAY-24</u>	0.047	0.053	0.052	0.053	0.045	0.051	0.055	0.054	0.055	0.051	0.052	0.052
70	<u>23-MAY-24</u>	0.047	0.053	0.052	0.052	0.042	0.052	0.054	0.054	0.055	0.052	0.052	0.053
71	<u>14-JUN-24</u>	0.047	0.056	0.052	0.052	0.042	0.052	0.054	0.054	0.055	0.052	0.052	0.053
72	<u>20-JUN-24</u>	0.050	0.050	0.051	0.050	0.050	0.052	0.048	0.049	0.051	0.052	0.050	0.050
73	<u>26-JUN-24</u>	0.050	0.050	0.051	0.050	0.051	0.054	0.050	0.049	0.052	0.051	0.050	0.051
74	<u>05-JUL-24</u>	0.050	0.050	0.052	0.051	0.052	0.053	0.050	0.050	0.051	0.052	0.050	0.052
75	<u>08-JUL-24</u>	0.051	0.050	0.052	0.051	0.052	0.054	0.051	0.051	0.052	0.052	0.050	0.052
76	<u>17-JUL-24</u>	0.052	0.050	0.051	0.051	0.052	0.054	0.051	0.050	0.052	0.052	0.050	0.052

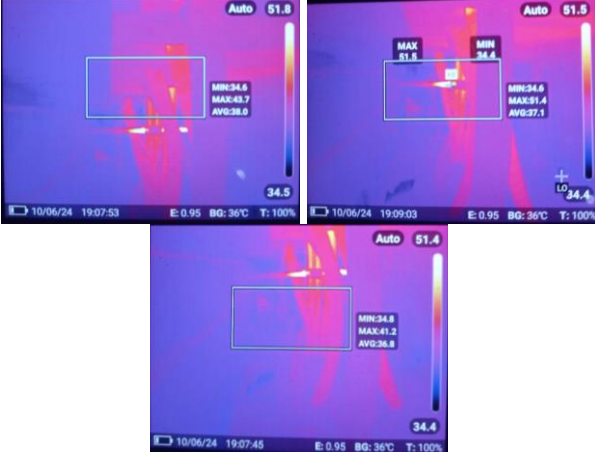
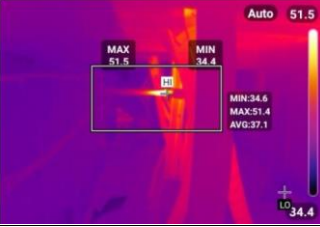
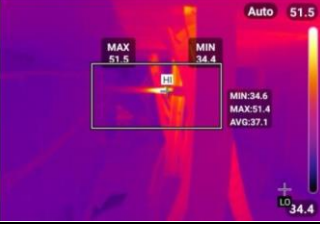
Tabel 3.1 Data Tarikan Smartness
Pengukuran Arus Bocor Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang

No.	Tanggal	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	T4
77	<u>25-JUL-24</u>	0.052	0.050	0.051	0.051	0.052	0.053	0.051	0.051	0.052	0.052	0.050	0.052



3.4.2 Trending hotspot incoming support

Tabel 3.2 Pengukuran Thermovisi Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang

No.	Tanggal	Incoming Support Cable
1	07/06/2024 (Berbeban)	
2	10/06/2024 (Tanpa Beban)	
3	10/06/2024 (Berbeban)	
4	20/06/2024 (Berbeban)	
5	27/06/2024 (Berbeban)	

No.	Tanggal	Incoming Support Cable	
6	04/07/2024 (Berbeban)		
7	11/07/2024 (Berbeban)		
8	18/07/2024 (Berbeban)		
9	25/07/2024 (Berbeban)		
10	01/08/2024 (Berbeban)		
11	08/08/2024 (Berbeban)		

3.4.3 Trending partial discharge

Tabel 3.3 Pengukuran Partial Discharge Kabel Power & Panel Cubicle Incoming Transformator 1 GI Jatibarang

POSISI	PERALATAN YANG DIUJI	HASIL UJI															
		PD KABEL															
		TANPA FILTER (pC)				HIGH PASS FILTER 500 kHz(pC)				HIGH PASS FILTER 1,8 MHz (pC)				TEV (dB)			
		23/05/2023	18/03/2024	10/6/2024	30/07/2024	23/05/2023	18/03/2024	10/6/2024	30/07/2024	23/05/2023	18/03/2024	10/6/2024	30/07/2024	23/05/2023	18/03/2024	10/6/2024	30/07/2024
Berbeban	Kabel R1	1135	634	551	298	141	975	729	125	51	1002	611	54	33	58	55	20
	Kabel R2	1198	522	671	401	136	837	877	108	51	958	722	54	28	57	59	20
	Kabel R3	943	527	383	317	151	745	458	85	51	848	479	51	10	60	60	18
	Kabel R4	1019	567	431	192	202	1051	751	67	48	1206	632	47	33	59	60	17
	Kabel S1	1216	2151	2440	384	169	3170	2618	74	61	1675	1242	56	12	60	60	22
	Kabel S2	1284	2334	3123	428	192	3773	3166	95	53	1884	1478	55	15	60	60	16
	Kabel S3	1297	1529	1408	444	204	2079	2089	275	57	1489	909	55	16	50	50	18
	Kabel S4	1179	1873	1357	111	187	3535	2208	67	59	1783	1090	26	11	60	60	18
	Kabel T1	1066	604	341	206	222	622	628	67	55	772	544	26	17	60	59	18
	Kabel T2	1100	872	602	217	245	864	1036	82	55	1478	1800	26	40	59	60	19
	Kabel T3	1079	554	551	297	247	941	922	71	55	1196	641	26	23	60	60	19
	Kabel T4	1197	649	537	220	207	814	786	67	54	837	679	26	21	60	60	19



Tabel 3.3 (lanjutan)

POSISI	PERALATAN YANG DIUJI	HASIL UJI													
		PD KABEL													
		TANPA FILTER (pC)				HIGH PASS FILTER 500 kHz(pC)				HIGH PASS FILTER 1,8 MHz (pC)				TEV (dB)	
				10/6/2024	30/07/2024			10/6/2024	30/07/2024			10/6/2024	30/07/2024		
Berbeban	Kabel R1														
	Kabel R2			74	79			62	69			26	26		
	Kabel R3			60	63			46	46			26	26		
	Kabel R4			60	62			47	44			26	26		
	Kabel S1			56	60			44	44			26	26		
	Kabel S2			56	57			45	44			26	26		
	Kabel S3			55	55			45	44			26	26		
	Kabel S4			55	55			42	44			26	26		
	Kabel T1			56	56			49	48			88	26		
	Kabel T2			59	54			48	46			67	26		
	Kabel T3			55	58			45	45			26	26		
	Kabel T4			55	57			45	46			26	26		

3.4.4 Trending tahanan isolasi

Tabel 3.4 Pengukuran Isolasi Kabel Power TRF#1 GI Jatibarang

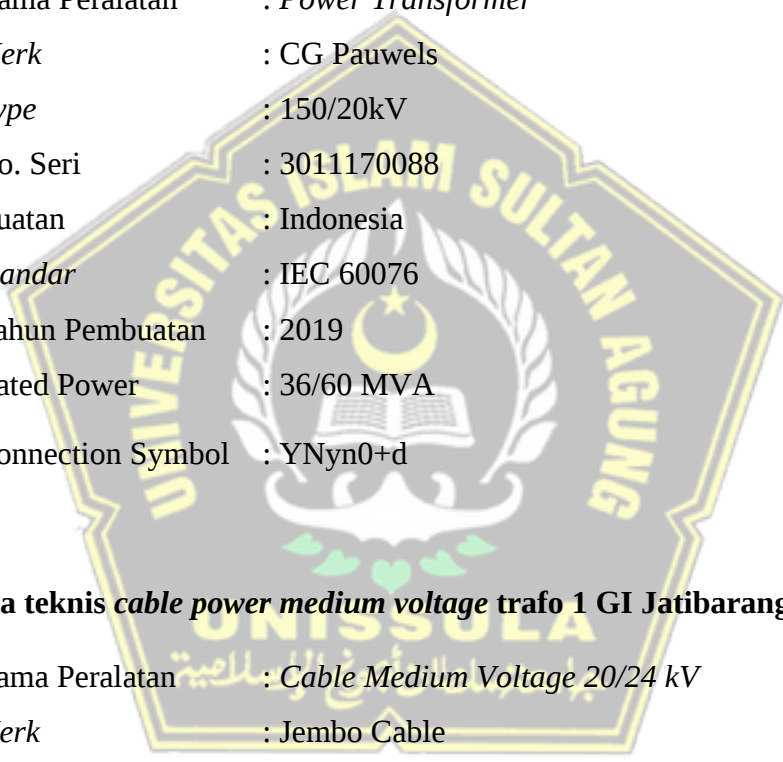
No.	Tanggal	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	T4
1	<u>22/10/2022</u>	689	430	257	405	1000	694	768	601	1000	452	1000	916
2	<u>14/09/2023</u>	38,5	38,5	38,5	38,5	27,8	27,8	27,8	27,8	55,3	55,3	55,3	55,3
3	<u>21/11/2023</u>	153	153	153	153	132	132	132	132	165	165	165	165
4	<u>10/06/2024</u>	38,1	38,1	38,1	38,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1



3.5 Data Teknis Peralatan Bay Transformator 1 GI Jatibarang

Data – data yang diperlukan dalam penulisan penelitian ini diambil langsung dari wawancara dengan Team Leader Pemeliharaan Gardu Induk ULTG Jatibarang PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Transmisi Cirebon.

3.5.1 Data teknis trafo 1 GI Jatibarang



Nama Peralatan	: <i>Power Transformer</i>
Merk	: CG Pauwels
Type	: 150/20kV
No. Seri	: 3011170088
Buatan	: Indonesia
Standar	: IEC 60076
Tahun Pembuatan	: 2019
Rated Power	: 36/60 MVA
Connection Symbol	: YNyn0+d

3.5.2 Data teknis *cable power medium voltage* trafo 1 GI Jatibarang

Nama Peralatan	: <i>Cable Medium Voltage 20/24 kV</i>
Merk	: Jembo Cable
Type	: NA2XSEY 1 x 630 mm ²
No. Seri	: -
Buatan	: Indonesia
Standar	: IEC 60502-2:2005
Tahun Pembuatan	: 2021

3.5.3 Data teknis panel *cubicle incoming* trafo 1 GI Jatibarang

Nama Peralatan : *Medium Voltage Switchgear – Incoming Cubicle*
 Merk : SIEMENS
 Type : 8BT2
 No. Seri : -
 Buatan : German
 Standar : IEC 62271-200
 Tahun Pembuatan : 2019
 Rated Voltage : 35 kV

3.5.4 Data teknis *clamp dutch cable power medium voltage* trafo 1 GI Jatibarang

Tabel 3.5 Data Teknik *Clamp Dutch Cable Power Medium Voltage Transformator* 1 GI Jatibarang

Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
Menggunakan Plat Besi yang dibentuk menggenggam kabel pada plat siku penyangga.	Nama Peralatan : <i>Clamp Dutch Cable</i> Merk : <i>Dutch Clamp</i> Type : SE 50-75 No. Seri : - Buatan : Netherlands Standar : IEC 61914 Tahun Pembuatan : 2024

BAB IV

HASIL DATA DAN ANALISIS

Pada bab ini akan membahas nilai hasil pengujian arus bocor *cable medium voltage* dikomparasikan dengan perhitungann manual metode tegangan gagal thermal minimum serta nilai hasil pengujian *partial discharge* dilakukan menggunakan metode transient earth voltage dikomparasikan dengan perhitungann manual penguatan tegangan. Selanjutnya, dilakukan perhitungann *score healthy index* secara keseluruhan parameter hasil uji untuk mengevaluasi kategori status kondisi kabel power *transformator* 1 GI Jatibarang.

4.1. Data Hasil Pengujian dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformator* 1 GI Jatibarang 150 kV

Perhitungann manual tegangan gagal thermal minimum dikomparasikan dengan pengujian arus bocor *Cable Medium Voltage Transformator* 1 GI Jatibarang 150 kV didapatkan data sebagai berikut:

4.1.1 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa R1

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa R 1 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.1 seperti berikut:

Tabel 4.1 Hasil Uji *Cable Medium Voltage Transformator* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,046 A
3	Panjang Kabel	22 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	48,9 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	27 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 1 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 22 m dengan *cooper tape screen* $145,6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium $2,65 \times 10^{-8}$, dengan demikian untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 23}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,080082 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel sebesar $0,080082 \, \Omega$.

Untuk menghitung nilai arus bocor kabel tanah, pertama – tama perlu mencari tegangan gagal thermal (V_m). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa R 1 sebesar 27°C , suhu kritis kabel 120°C , konduktivitas thermal sebesar $200 \text{ J/ms}^\circ\text{C}$ dan konduktivitas listrik sebesar $3,8 \times 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{27} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{27} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 27) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0039153 \text{ V}$$

Diperoleh nilai untuk tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel 27°C sebesar $V_m = 0,0039153 \text{ V}$. Setelah nilai tegangan gagal thermal kabel tanah diperoleh, arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$I_b = \frac{Vm}{R} \quad (2)$$

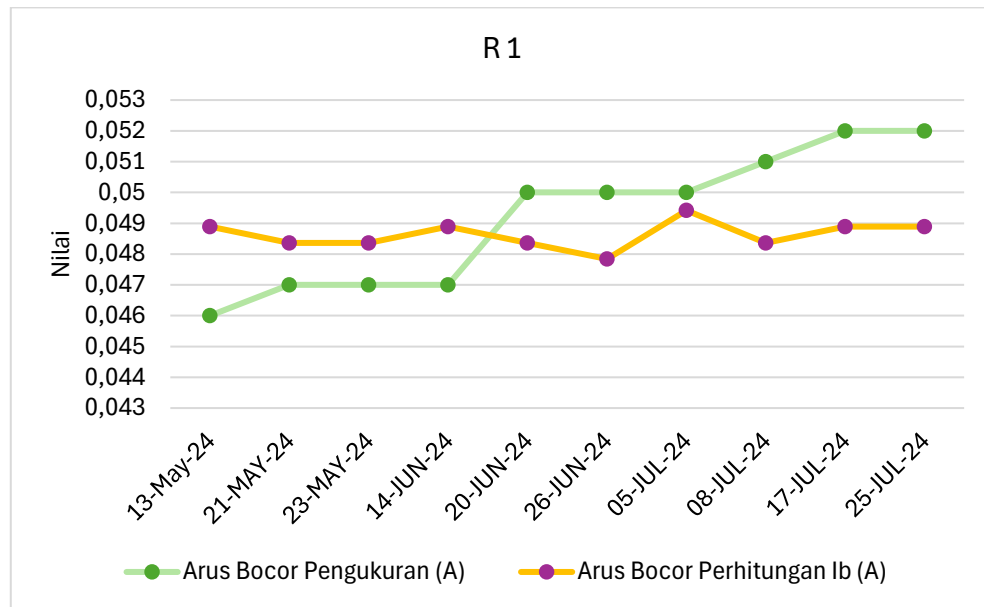
$$I_b = \frac{0,0039153}{0,080082}$$

$$I_b = 0,048890 \text{ A}$$

Diperoleh nilai besar arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 1 sebesar 0,048890 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 1 *Transformator* 1 GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage* *Transformator* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,046	48,9	27	0,0039153	0,048890882	6,2845
2	<u>21-MAY-24</u>	0,047	40	28	0,0038732	0,048365173	2,9046
3	<u>23-MAY-24</u>	0,047	43,7	28	0,0038732	0,048365173	2,9046
4	<u>14-JUN-24</u>	0,047	40	27	0,0039153	0,048890882	4,0232
5	<u>20-JUN-24</u>	0,05	43,7	28	0,0038732	0,048365173	3,2697
6	<u>26-JUN-24</u>	0,05	51,4	29	0,0038311	0,047839465	4,3211
7	<u>05-JUL-24</u>	0,05	41,2	26	0,0039574	0,04941659	1,1668
8	<u>08-JUL-24</u>	0,051	46,8	28	0,0038732	0,048365173	5,1663
9	<u>17-JUL-24</u>	0,052	43,6	27	0,0039153	0,048890882	5,9791
10	<u>25-JUL-24</u>	0,052	46,8	27	0,0039153	0,048890882	5,9791



Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1*

4.1.2 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa R2

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa R 2 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.3 seperti berikut:

Tabel 4.3 Hasil Uji *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 2*

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,054 A
3	Panjang Kabel	22 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang Cooper Tape Screen	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi Clamp Dutch Kabel	48,9 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	27 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 2 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 22 m dengan *cooper tape screen* $145,6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium $2,65 \times 10^{-8}$, maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 22}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,080082 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar $0,080082 \, \Omega$.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (V_m). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa R 2 sebesar 27°C , suhu kritis kabel 120°C , konduktivitas thermal sebesar $200 \text{ J/ms}^\circ\text{C}$ dan konduktivitas listrik sebesar $3,8 \times 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{27} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{27} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 27) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0039153 \text{ V}$$

Diperoleh nilai untuk tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel 27°C sebesar $V_m = 0,0039153 \text{ V}$. Setelah nilai tegangan gagal thermal kabel tanah diperoleh, arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$I_b = \frac{Vm}{R} \quad (2)$$

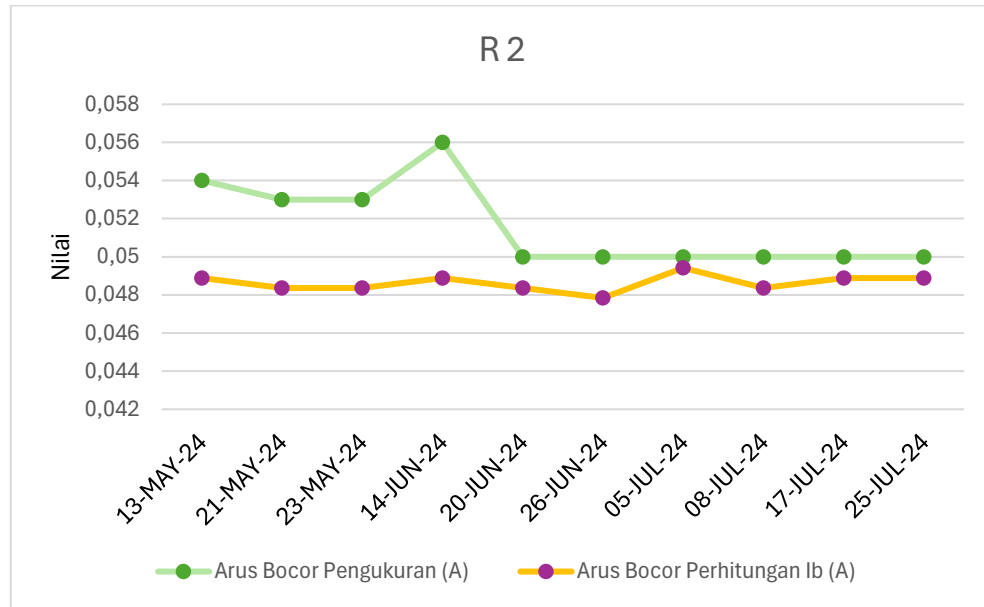
$$I_b = \frac{0,0039153}{0,080082}$$

$$I_b = 0,048890 \text{ A}$$

Diperoleh nilai besar arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 2 sebesar 0,048890 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 1 *Transformator* 1 GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Hasil Uji *Cable Medium Voltage Transformator* 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa R 2

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,054	48,9	27	0,0039153	0,048890882	9,4613
2	<u>21-MAY-24</u>	0,053	40	28	0,0038732	0,048365173	8,7450
3	<u>23-MAY-24</u>	0,053	43,7	28	0,0038732	0,048365173	8,7450
4	<u>14-JUN-24</u>	0,056	40	27	0,0039153	0,048890882	12,6949
5	<u>20-JUN-24</u>	0,05	43,7	28	0,0038732	0,048365173	3,2697
6	<u>26-JUN-24</u>	0,05	51,4	29	0,0038311	0,047839465	4,3211
7	<u>05-JUL-24</u>	0,05	41,2	26	0,0039574	0,04941659	1,1668
8	<u>08-JUL-24</u>	0,05	46,8	28	0,0038732	0,048365173	3,2697
9	<u>17-JUL-24</u>	0,05	43,6	27	0,0039153	0,048890882	2,2182
10	<u>25-JUL-24</u>	0,05	46,8	27	0,0039153	0,048890882	2,2182



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 2*

4.1.3 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa R3

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa R 3 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.5 seperti berikut:

Tabel 4.5 Hasil Uji *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3*

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,052 A
3	Panjang Kabel	22 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	48,9 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	27 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 3 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 22 m dengan *cooper tape screen* $145,6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium $2,65 \times 10^{-8}$, Diperoleh nilai tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 22}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,080082 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar $0,080082 \, \Omega$.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (V_m). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa R 3 sebesar $27 \, ^\circ\text{C}$, suhu kritis kabel $120 \, ^\circ\text{C}$, konduktivitas thermal sebesar $200 \text{ J/ms}^\circ\text{C}$ dan konduktivitas listrik sebesar $3,8 \times 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{27} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{27} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 27) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0039153 \text{ V}$$

Diperoleh nilai tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel $27 \, ^\circ\text{C}$ sebesar $V_m = 0,0039153 \text{ V}$. Setelah nilai tegangan gagal thermal kabel tanah diperoleh, arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$I_b = \frac{Vm}{R} \quad (2)$$

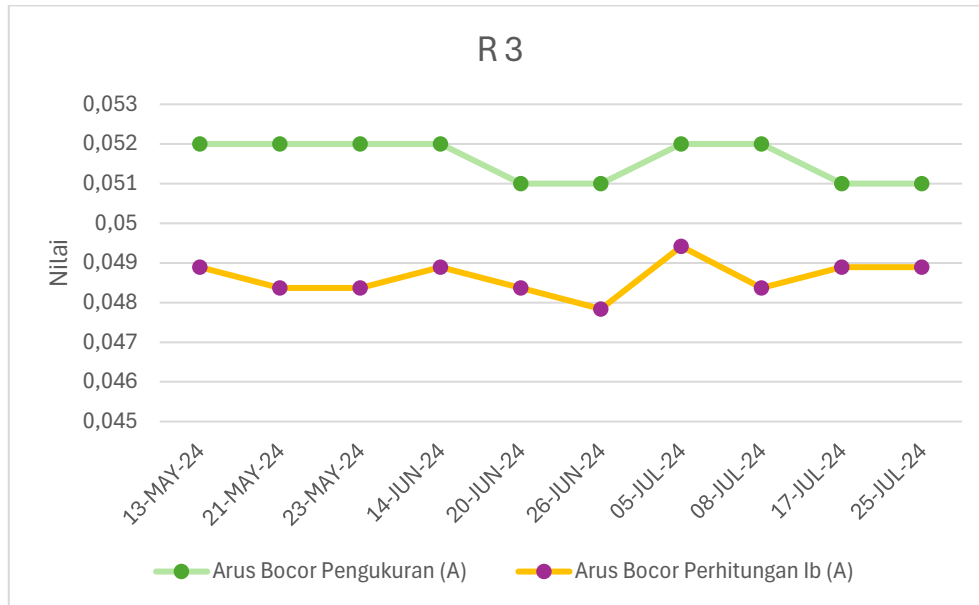
$$I_b = \frac{0,0039153}{0,080082}$$

$$I_b = 0,048890 \text{ A}$$

Diperoleh nilai besar arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 3 sebesar 0,048890 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 3 Transformator 1 GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage* Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,052	48,9	27	0,0039153	0,048890882	5,9791
2	<u>21-MAY-24</u>	0,052	40	28	0,0038732	0,048365173	6,9901
3	<u>23-MAY-24</u>	0,052	43,7	28	0,0038732	0,048365173	6,9901
4	<u>14-JUN-24</u>	0,052	40	27	0,0039153	0,048890882	5,9791
5	<u>20-JUN-24</u>	0,051	43,7	28	0,0038732	0,048365173	5,1663
6	<u>26-JUN-24</u>	0,051	51,4	29	0,0038311	0,047839465	6,1971
7	<u>05-JUL-24</u>	0,052	41,2	26	0,0039574	0,04941659	4,9681
8	<u>08-JUL-24</u>	0,052	46,8	28	0,0038732	0,048365173	6,9901
9	<u>17-JUL-24</u>	0,051	43,6	27	0,0039153	0,048890882	4,1355
10	<u>25-JUL-24</u>	0,051	46,8	27	0,0039153	0,048890882	4,1355



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformer* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3

4.1.4 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa R4

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa R 4 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.7 seperti berikut:

Tabel 4.7 Hasil Uji *Cable Medium Voltage Transformer* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,053 A
3	Panjang Kabel	22 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	48,9 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	27 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 4 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 22 m dengan *cooper tape screen* $145,6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium $2,65 \times 10^{-8}$, maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 22}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,080082 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar $0,080082 \, \Omega$.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (V_m). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa R 4 sebesar $27 \, ^\circ\text{C}$, suhu kritis kabel $120 \, ^\circ\text{C}$, konduktivitas thermal sebesar $200 \text{ J/ms}^\circ\text{C}$ dan konduktivitas listrik sebesar $3,8 \times 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{27} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{27} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 27) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0039153 \text{ V}$$

Diperoleh nilai tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel $27 \, ^\circ\text{C}$ sebesar $V_m = 0,0039153 \text{ V}$. Setelah nilai tegangan gagal thermal kabel tanah diperoleh, arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$I_b = \frac{Vm}{R} \quad (2)$$

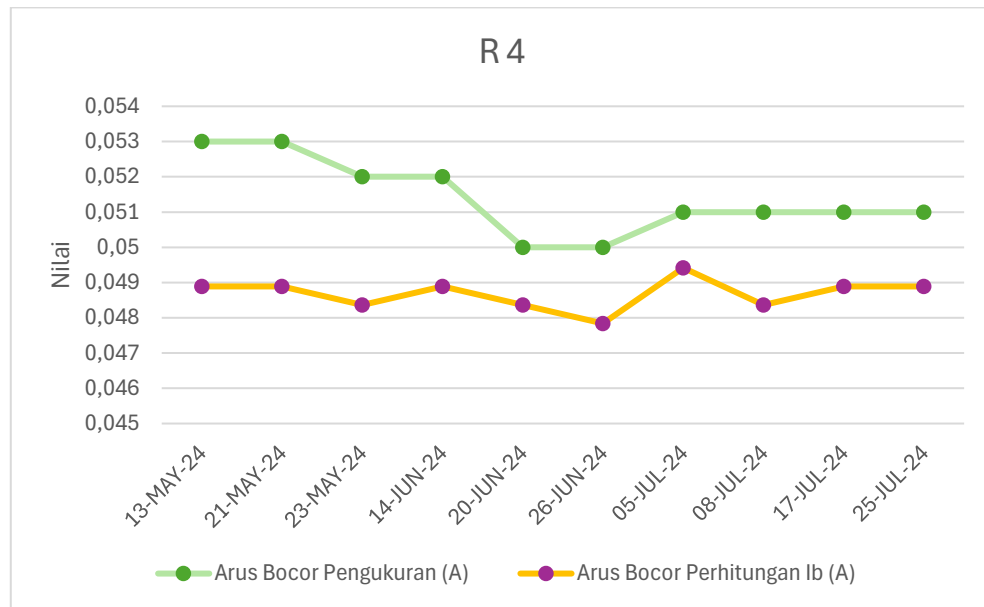
$$I_b = \frac{0,0039153}{0,080082}$$

$$I_b = 0,048890 \text{ A}$$

Diperoleh nilai besar arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 4 sebesar 0,048890 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa R nomor 4 *Transformator* 1 GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformator* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,053	48,9	27	0,0039153	0,048890882	7,7531
2	<u>21-MAY-24</u>	0,053	40	27	0,0039153	0,048890882	7,7531
3	<u>23-MAY-24</u>	0,052	43,7	28	0,0038732	0,048365173	6,9901
4	<u>14-JUN-24</u>	0,052	40	27	0,0039153	0,048890882	5,9791
5	<u>20-JUN-24</u>	0,05	43,7	28	0,0038732	0,048365173	3,2697
6	<u>26-JUN-24</u>	0,05	51,4	29	0,0038311	0,047839465	4,3211
7	<u>05-JUL-24</u>	0,051	41,2	26	0,0039574	0,04941659	3,1047
8	<u>08-JUL-24</u>	0,051	46,8	28	0,0038732	0,048365173	5,1663
9	<u>17-JUL-24</u>	0,051	43,6	27	0,0039153	0,048890882	4,1355
10	<u>25-JUL-24</u>	0,051	46,8	27	0,0039153	0,048890882	4,1355



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformer* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4

4.1.5 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa S1

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa S 1 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.9 seperti berikut:

Tabel 4.9 Hasil Uji *Cable Medium Voltage Transformer* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,045 A
3	Panjang Kabel	21 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	46,4 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	28 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 1 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 21 m dengan *cooper tape screen* $145,6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium $2,65 \times 10^{-8}$, maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 21}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,076442 \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar $0,076442 \Omega$.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (V_m). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa S 1 sebesar 28°C , suhu kritis kabel 120°C , konduktivitas thermal sebesar $200 \text{ J/ms}^\circ\text{C}$ dan konduktivitas listrik sebesar $3,8 \times 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{28} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{28} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 28) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0038732 \text{ V}$$

Diperoleh nilai tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel 28°C sebesar $V_m = 0,0038732 \text{ V}$. Setelah nilai tegangan gagal thermal kabel tanah diperoleh, arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$I_b = \frac{V_m}{R} \quad (2)$$

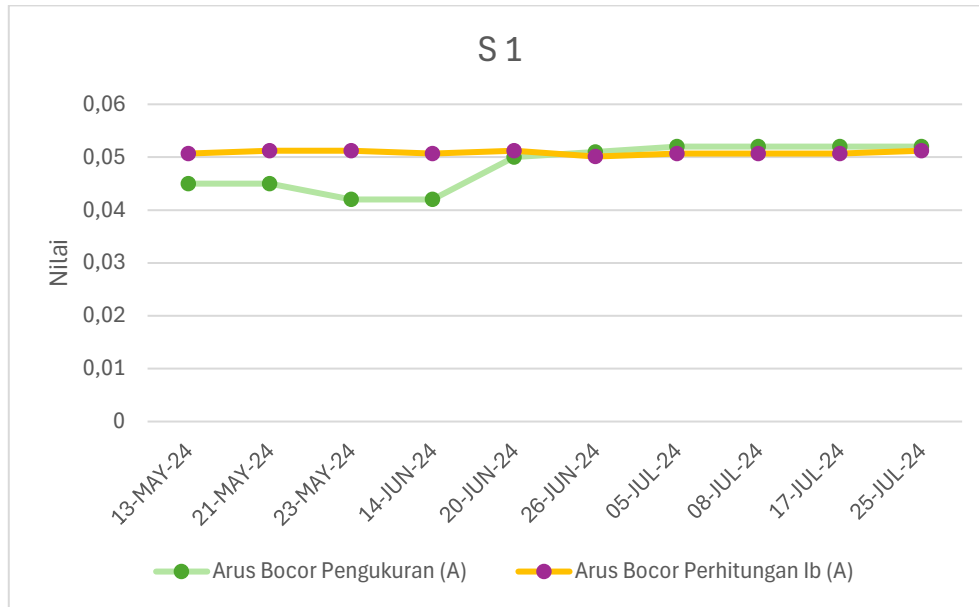
$$I_b = \frac{0,0038732}{0,076442}$$

$$I_b = 0,050668277 \text{ A}$$

Diperoleh nilai besar arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 1 sebesar 0,050668277 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 1 *Transformator 1* GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,045	46,4	28	0,0038732	0,050668277	12,5962
2	<u>21-MAY-24</u>	0,045	42,5	27	0,0039153	0,051219019	13,8200
3	<u>23-MAY-24</u>	0,042	41,7	27	0,0039153	0,051219019	21,9500
4	<u>14-JUN-24</u>	0,042	41	28	0,0038732	0,050668277	20,6388
5	<u>20-JUN-24</u>	0,05	43,7	27	0,0039153	0,051219019	2,4380
6	<u>26-JUN-24</u>	0,051	49,3	29	0,0038311	0,050117535	1,7303
7	<u>05-JUL-24</u>	0,052	42,8	28	0,0038732	0,050668277	2,5610
8	<u>08-JUL-24</u>	0,052	44,8	28	0,0038732	0,050668277	2,5610
9	<u>17-JUL-24</u>	0,052	40	28	0,0038732	0,050668277	2,5610
10	<u>25-JUL-24</u>	0,052	41,3	27	0,0039153	0,051219019	1,5019



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformer* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1

4.1.6 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa S2

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa S 2 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.11 seperti berikut:

Tabel 4.11 Hasil Uji *Cable Medium Voltage Transformer* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,051 A
3	Panjang Kabel	21 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	46,4 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	28 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 2 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 21 m dengan *cooper tape screen* $145,6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium $2,65 \times 10^{-8}$, maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 21}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,076442 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar $0,076442 \, \Omega$.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (V_m). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa S 1 sebesar $28 \, ^\circ\text{C}$, suhu kritis kabel $120 \, ^\circ\text{C}$, konduktivitas thermal sebesar $200 \text{ J/ms}^\circ\text{C}$ dan konduktivitas listrik sebesar $3,8 \times 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{28} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{28} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 28) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0038732 \text{ V}$$

Diperoleh nilai tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel $28 \, ^\circ\text{C}$ sebesar $V_m = 0,0038732 \text{ V}$. Setelah nilai tegangan gagal thermal kabel tanah diperoleh, arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$I_b = \frac{V_m}{R} \quad (2)$$

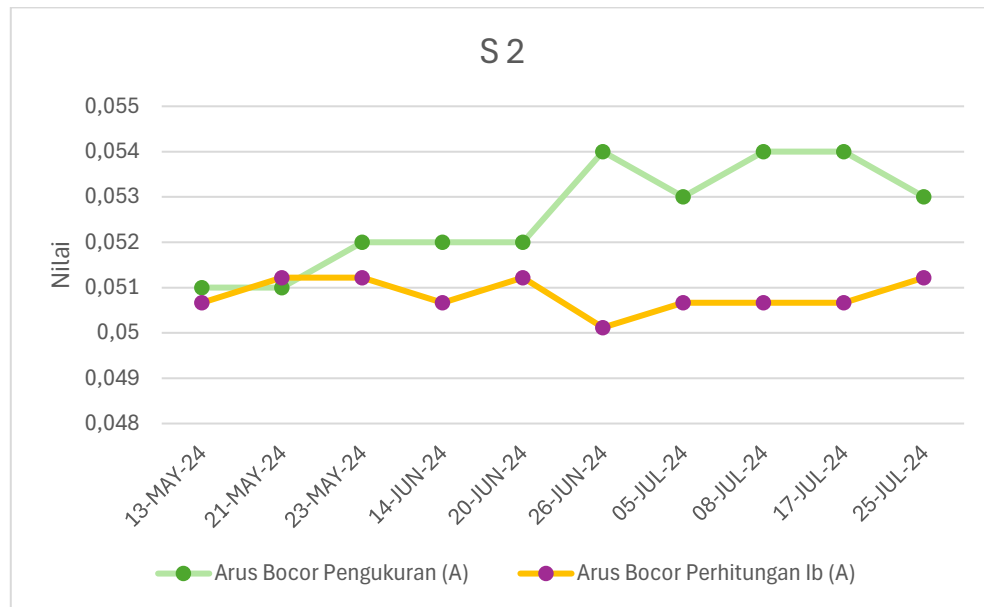
$$I_b = \frac{0,0038732}{0,076442}$$

$$I_b = 0,050668277 \text{ A}$$

Maka diperoleh besar arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 2 sebesar 0,050668277 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 2 *Transformator 1* GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,051	46,4	28	0,0038732	0,050668277	0,6504
2	<u>21-MAY-24</u>	0,051	42,5	27	0,0039153	0,051219019	0,4294
3	<u>23-MAY-24</u>	0,052	41,7	27	0,0039153	0,051219019	1,5019
4	<u>14-JUN-24</u>	0,052	41	28	0,0038732	0,050668277	2,5610
5	<u>20-JUN-24</u>	0,052	43,7	27	0,0039153	0,051219019	1,5019
6	<u>26-JUN-24</u>	0,054	49,3	29	0,0038311	0,050117535	7,1898
7	<u>05-JUL-24</u>	0,053	42,8	28	0,0038732	0,050668277	4,3995
8	<u>08-JUL-24</u>	0,054	44,8	28	0,0038732	0,050668277	6,1699
9	<u>17-JUL-24</u>	0,054	40	28	0,0038732	0,050668277	6,1699
10	<u>25-JUL-24</u>	0,053	41,3	27	0,0039153	0,051219019	3,3603



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2*

4.1.7 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa S3

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa S 3 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.13 seperti berikut:

Tabel 4.13 Hasil Uji *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3*

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,052 A
3	Panjang Kabel	21 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	46,4 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	28 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 3 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 21 m dengan *cooper tape screen* $145,6 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium $2,65 \times 10^{-8}$, maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 21}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,076442 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar $0,076442 \, \Omega$.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (V_m). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa S 3 sebesar $28 \, ^\circ\text{C}$, suhu kritis kabel $120 \, ^\circ\text{C}$, konduktivitas thermal sebesar $200 \text{ J/ms}^\circ\text{C}$ dan konduktivitas listrik sebesar $3,8 \times 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{28} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{28} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 28) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0038732 \text{ V}$$

Diperoleh nilai tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel $28 \, ^\circ\text{C}$ sebesar $V_m = 0,0038732 \text{ V}$. Setelah mendapatkan nilai tegangan gagal thermal kabel tanah, maka untuk arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan 2 sebagai berikut

$$I_b = \frac{Vm}{R} \quad (2)$$

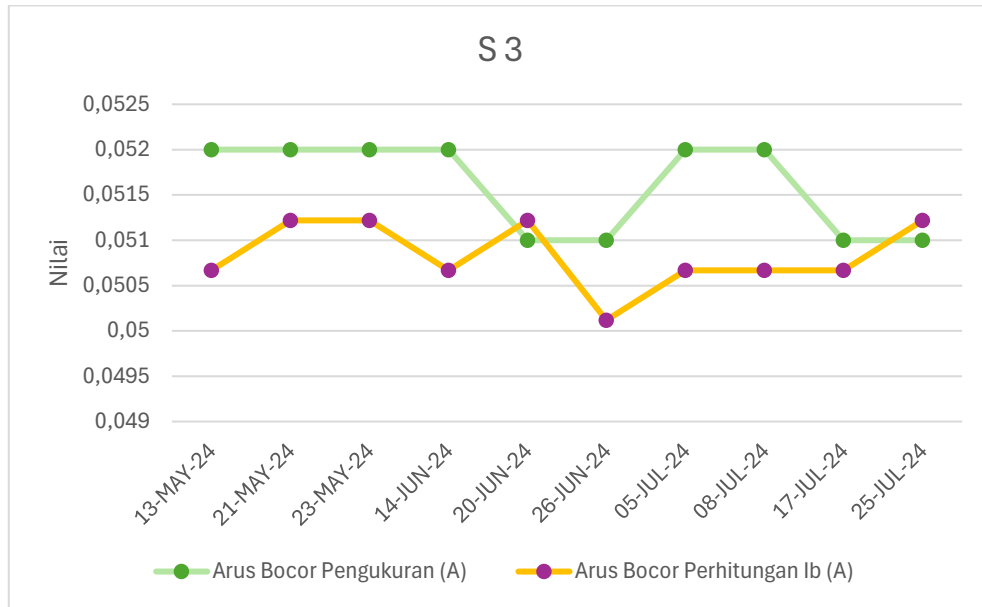
$$I_b = \frac{0,0038732}{0,076442}$$

$$I_b = 0,050668277 \text{ A}$$

Diperoleh nilai arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 3 sebesar 0,050668277 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 3 *Transformator* 1 GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.14 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformator* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,052	46,4	28	0,0038732	0,050668277	2,5610
2	<u>21-MAY-24</u>	0,052	42,5	27	0,0039153	0,051219019	1,5019
3	<u>23-MAY-24</u>	0,052	41,7	27	0,0039153	0,051219019	1,5019
4	<u>14-JUN-24</u>	0,052	41	28	0,0038732	0,050668277	2,5610
5	<u>20-JUN-24</u>	0,051	43,7	27	0,0039153	0,051219019	0,4294
6	<u>26-JUN-24</u>	0,051	49,3	29	0,0038311	0,050117535	1,7303
7	<u>05-JUL-24</u>	0,052	42,8	28	0,0038732	0,050668277	2,5610
8	<u>08-JUL-24</u>	0,052	44,8	28	0,0038732	0,050668277	2,5610
9	<u>17-JUL-24</u>	0,051	40	28	0,0038732	0,050668277	0,6504
10	<u>25-JUL-24</u>	0,051	41,3	27	0,0039153	0,051219019	0,4294



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformer* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3

4.1.8 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa S4

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa S 4 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.15 seperti berikut:

Tabel 4.15 Hasil Uji Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,053 A
3	Panjang Kabel	21 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	46,4 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	28 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 4 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 21 m dengan *cooper tape screen* 145,6 x 10⁻⁶ m². Jika

diketahui besar hambatan jenis aluminium $2,65 \times 10^{-8}$, maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 21}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,076442 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar $0,076442 \, \Omega$.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (V_m). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa S 4 sebesar $28 \, ^\circ\text{C}$, suhu kritis kabel $120 \, ^\circ\text{C}$, konduktivitas thermal sebesar $200 \, \text{J/ms}^\circ\text{C}$ dan konduktivitas listrik sebesar $3,8 \times 10^7 \, (\Omega\text{m})^{-1}$ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{28} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{28} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 28) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0038732 \, \text{V}$$

Diperoleh nilai tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel $28 \, ^\circ\text{C}$ sebesar $V_m = 0,0038732 \, \text{V}$. Setelah nilai tegangan gagal thermal kabel tanah diperoleh, arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$I_b = \frac{V_m}{R} \quad (2)$$

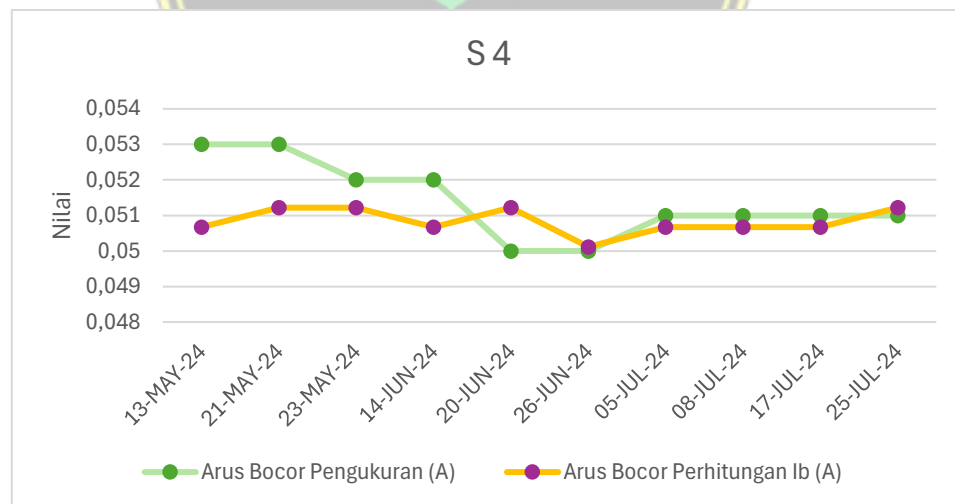
$$I_b = \frac{0,0038732}{0,076442}$$

$$I_b = 0,050668277 \text{ A}$$

Diperoleh nilai arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 4 sebesar 0,050668277 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa S nomor 4 *Transformator 1* GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.16 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
1	13-MAY-24	0,053	46,4	28	0,0038732	0,050668277	4,3995
2	21-MAY-24	0,053	42,5	27	0,0039153	0,051219019	3,3603
3	23-MAY-24	0,052	41,7	27	0,0039153	0,051219019	1,5019
4	14-JUN-24	0,052	41	28	0,0038732	0,050668277	2,5610
5	20-JUN-24	0,05	43,7	27	0,0039153	0,051219019	2,4380
6	26-JUN-24	0,05	49,3	29	0,0038311	0,050117535	0,2351
7	05-JUL-24	0,051	42,8	28	0,0038732	0,050668277	0,6504
8	08-JUL-24	0,051	44,8	28	0,0038732	0,050668277	0,6504
9	17-JUL-24	0,051	40	28	0,0038732	0,050668277	0,6504
10	25-JUL-24	0,051	41,3	27	0,0039153	0,051219019	0,4294



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4

4.1.9 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa T1

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa T 1 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.17 seperti berikut:

Tabel 4.17 Hasil Uji Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,053 A
3	Panjang Kabel	20 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	47,1 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	28 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 1 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 20 m dengan *cooper tape screen* 145,6 x 10⁻⁶ m². Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium 2,65 x 10⁻⁸, maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 20}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,072802 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar 0,072802 Ω.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (Vm). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa T 1 sebesar 28 °C, suhu kritis kabel 120 °C, konduktivitas thermal

sebesar 200 J/ms°C dan konduktivitas listrik sebesar $3,8 \times 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{28} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{28} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 28) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0038732 \text{ V}$$

Diperoleh nilai tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel 28 °C sebesar $V_m = 0,0038732 \text{ V}$. Setelah nilai tegangan gagal thermal kabel tanah diperoleh, arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$I_b = \frac{V_m}{R} \quad (2)$$

$$I_b = \frac{0,0038732}{0,072802}$$

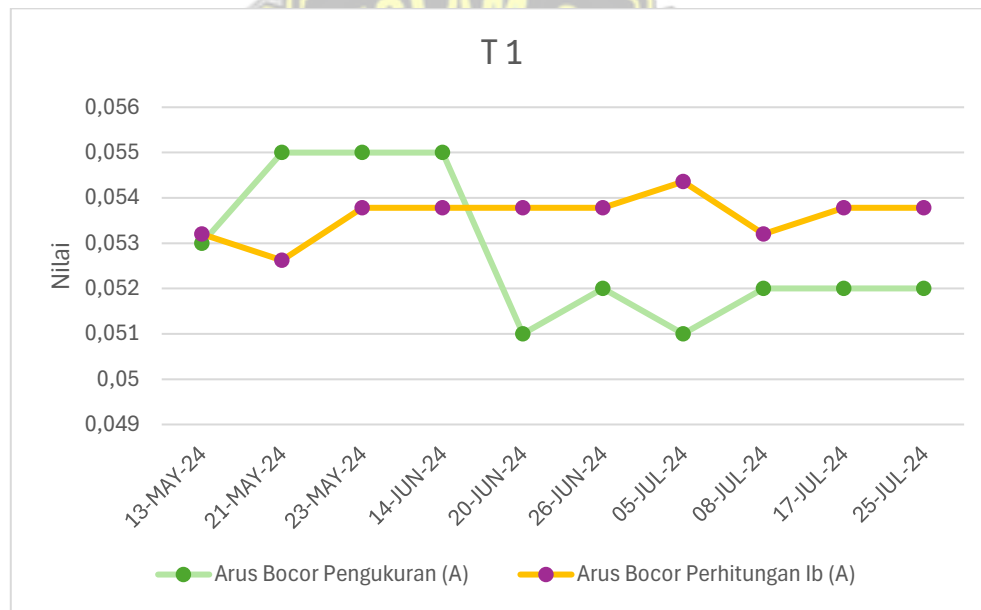
$$I_b = 0,053201691 \text{ A}$$

Diperoleh nilai arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 1 sebesar 0,053201691 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 1 *Transformator* 1 GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.18 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal V_m (Volt)	Arus Bocor Perhitungann I_b (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,053	47,1	28	0,0038732	0,053201691	0,3805
2	<u>21-MAY-24</u>	0,055	47,8	29	0,0038311	0,052623411	4,3211

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
3	<u>23-MAY-24</u>	0,055	44,3	27	0,0039153	0,05377997	2,2182
4	<u>14-JUN-24</u>	0,055	42,5	27	0,0039153	0,05377997	2,2182
5	<u>20-JUN-24</u>	0,051	41,7	27	0,0039153	0,05377997	5,4509
6	<u>26-JUN-24</u>	0,052	41,9	27	0,0039153	0,05377997	3,4230
7	<u>05-JUL-24</u>	0,051	40,9	26	0,0039574	0,054358249	6,5848
8	<u>08-JUL-24</u>	0,052	42,8	28	0,0038732	0,053201691	2,3109
9	<u>17-JUL-24</u>	0,052	42,3	27	0,0039153	0,05377997	3,4230
10	<u>25-JUL-24</u>	0,052	44,1	27	0,0039153	0,05377997	3,4230



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformer* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1

4.1.10 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa T2

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa T 2 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.19 seperti berikut:

Tabel 4.19 Hasil Uji Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,051 A
3	Panjang Kabel	20 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	47,1 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	28 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 2 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 20 m dengan *cooper tape screen* 145,6 x 10⁻⁶ m². Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium 2,65 x 10⁻⁸, maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 20}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,072802 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar 0,072802 Ω.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (Vm). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa T 2 sebesar 28 °C, suhu kritis kabel 120 °C, konduktivitas thermal sebesar 200 J/ms°C dan konduktivitas listrik sebesar 3,8 x 10⁷ (Ωm)⁻¹ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{28} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{28} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 28) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0038732 \text{ V}$$

Diperoleh nilai tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel 28 °C sebesar $V_m = 0,0038732 \text{ V}$. Setelah nilai tegangan gagal thermal kabel tanah diperoleh, arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$I_b = \frac{V_m}{R} \quad (2)$$

$$I_b = \frac{0,0038732}{0,072802}$$

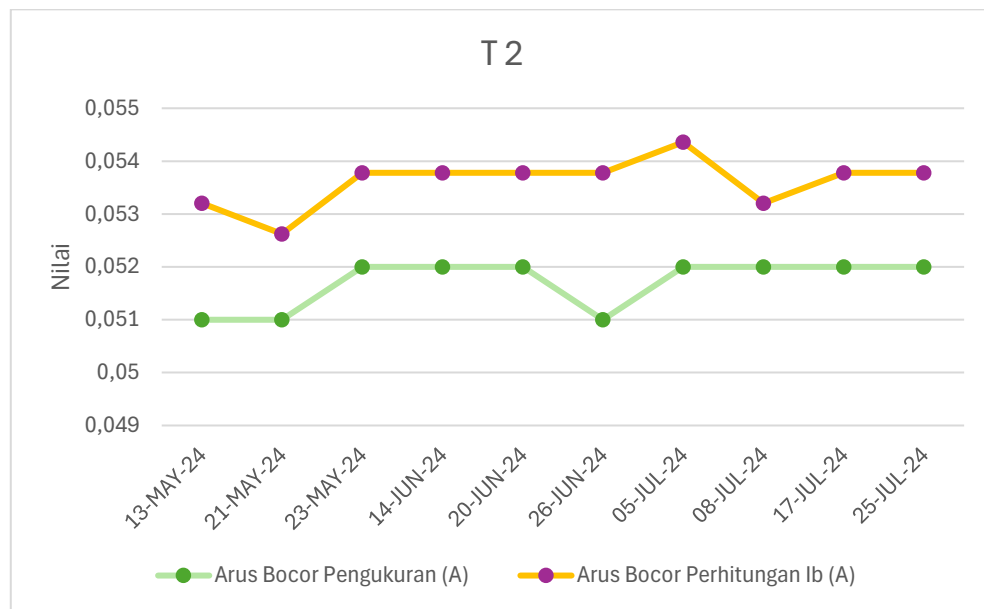
$$I_b = 0,053201691 \text{ A}$$

Diperoleh nilai arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 2 sebesar 0,053201691 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 2 *Transformator 1* GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.20 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal V_m (Volt)	Arus Bocor Perhitungann I_b (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,051	47,1	28	0,0038732	0,053201691	4,3170
2	<u>21-MAY-24</u>	0,051	47,8	29	0,0038311	0,052623411	3,1832
3	<u>23-MAY-24</u>	0,052	44,3	27	0,0039153	0,05377997	3,4230
4	<u>14-JUN-24</u>	0,052	42,5	27	0,0039153	0,05377997	3,4230
5	<u>20-JUN-24</u>	0,052	41,7	27	0,0039153	0,05377997	3,4230
6	<u>26-JUN-24</u>	0,051	41,9	27	0,0039153	0,05377997	5,4509
7	<u>05-JUL-24</u>	0,052	40,9	26	0,0039574	0,054358249	4,5351
8	<u>08-JUL-24</u>	0,052	42,8	28	0,0038732	0,053201691	2,3109

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
9	17-JUL-24	0,052	42,3	27	0,0039153	0,05377997	3,4230
10	25-JUL-24	0,052	44,1	27	0,0039153	0,05377997	3,4230



Gambar 4.10 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2



4.1.11 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa T3

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa T 3 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.21 seperti berikut:

Tabel 4.21 Hasil Uji Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,052 A
3	Panjang Kabel	20 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	47,1 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	28 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 3 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 20 m dengan *cooper tape screen* 145,6 x 10⁻⁶ m². Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium 2,65 x 10⁻⁸, maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 20}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,072802 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar 0,072802 Ω.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (Vm). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa T 3 sebesar 28 °C, suhu kritis kabel 120 °C, konduktivitas thermal

sebesar 200 J/ms°C dan konduktivitas listrik sebesar $3,8 \times 10^7 (\Omega\text{m})^{-1}$ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{28} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{28} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 28) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0038732 \text{ V}$$

Diperoleh nilai tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel 28 °C sebesar $V_m = 0,0038732 \text{ V}$.

$$I_b = \frac{V_m}{R} \quad (2)$$

$$I_b = \frac{0,0038732}{0,072802}$$

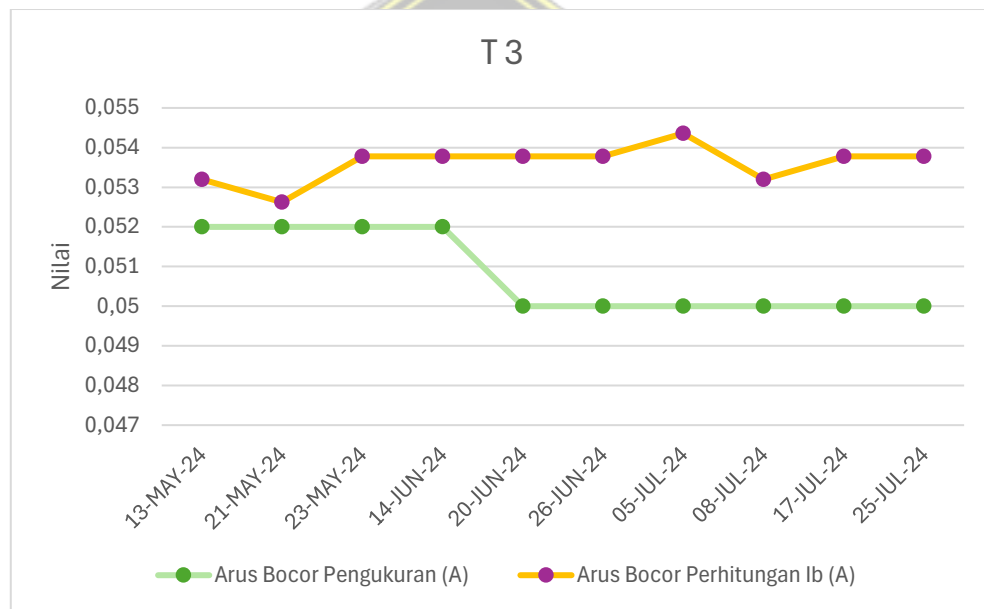
$$I_b = 0,053201691 \text{ A}$$

Diperoleh nilai arus bocor tegangan 20 kV fasa T nomor 3 sebesar 0,053201691 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 3 *Transformator 1 GI Jatibarang* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.22 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal V_m (Volt)	Arus Bocor Perhitungann I_b (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,052	47,1	28	0,0038732	0,053201691	2,3109
2	<u>21-MAY-24</u>	0,052	47,8	29	0,0038311	0,052623411	1,1989
3	<u>23-MAY-24</u>	0,052	44,3	27	0,0039153	0,05377997	3,4230
4	<u>14-JUN-24</u>	0,052	42,5	27	0,0039153	0,05377997	3,4230

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
5	<u>20-JUN-24</u>	0,05	41,7	27	0,0039153	0,05377997	7,5599
6	<u>26-JUN-24</u>	0,05	41,9	27	0,0039153	0,05377997	7,5599
7	<u>05-JUL-24</u>	0,05	40,9	26	0,0039574	0,054358249	8,7165
8	<u>08-JUL-24</u>	0,05	42,8	28	0,0038732	0,053201691	6,4034
9	<u>17-JUL-24</u>	0,05	42,3	27	0,0039153	0,05377997	7,5599
10	<u>25-JUL-24</u>	0,05	44,1	27	0,0039153	0,05377997	7,5599



Gambar 4.11 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3

4.1.12 Pengujian dan perhitungann arus bocor fasa T4

Setelah dilakukan pengukuran arus bocor pada kabel power Fasa T 4 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.23 seperti berikut:

Tabel 4.23 Hasil Uji Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4

NO.	METADATA	
1	Merk	Jembo Cable
2	Hasil Pengukuran Arus Bocor	0,052 A
3	Panjang Kabel	20 m
4	Luas Penampang Kabel	630 mm ²
5	Luas Penampang <i>Cooper Tape Screen</i>	145,6 mm ²
6	Suhu Thermovisi <i>Clamp Dutch</i> Kabel	47,1 °C
7	Suhu Thermovisi PVC Outher	28 °C

Spesifikasi teknik untuk kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 4 Transformator 1 GI Jatibarang yaitu panjang 20 m dengan *cooper tape screen* 145,6 x 10⁻⁶ m². Jika diketahui besar hambatan jenis aluminium 2,65 x 10⁻⁸, maka untuk tahanan penghantar dapat dihitung menggunakan rumus (3) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho L}{A} \quad (3)$$

$$R = \frac{2,65 \times 10^{-8} \times 20}{145,6 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0,072802 \, \Omega$$

Diperoleh nilai tahanan penghantar kabel tersebut sebesar 0,072802 Ω.

Untuk mendapatkan nilai arus bocor kabel tanah terlebih dahulu harus mencari tegangan gagal thermal (Vm). Jika diambil sampel saat suhu PVC Outher kabel tegangan 20 kV fasa T 4 sebesar 28 °C, suhu kritis kabel 120 °C, konduktivitas thermal sebesar 200 J/ms°C dan konduktivitas listrik sebesar 3,8 x 10⁷ (Ωm)⁻¹ dapat dihitung nilai tegangan gagal thermal dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$V_m = \int_{T_m}^{T_o} \left| \frac{(8k)}{a} \right| dt \quad (1)$$

$$V_m = \int_{120}^{28} \left| \frac{(8 \times 200)}{3,8 \times 10^7} \right| dt$$

$$V_m = \int_{120}^{28} |0,0000421| dt$$

$$V_m = |(0,0000421 \times 28) - (0,0000421 \times 120)|$$

$$V_m = 0,0038732 \text{ V}$$

Diperoleh nilai tegangan gagal thermal kabel tegangan saat suhu kabel 28 °C sebesar $V_m = 0,0038732 \text{ V}$. Setelah nilai tegangan gagal thermal kabel tanah diperoleh, arus bocor kabel tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (2) berikut:

$$I_b = \frac{V_m}{R} \quad (2)$$

$$I_b = \frac{0,0038732}{0,072802}$$

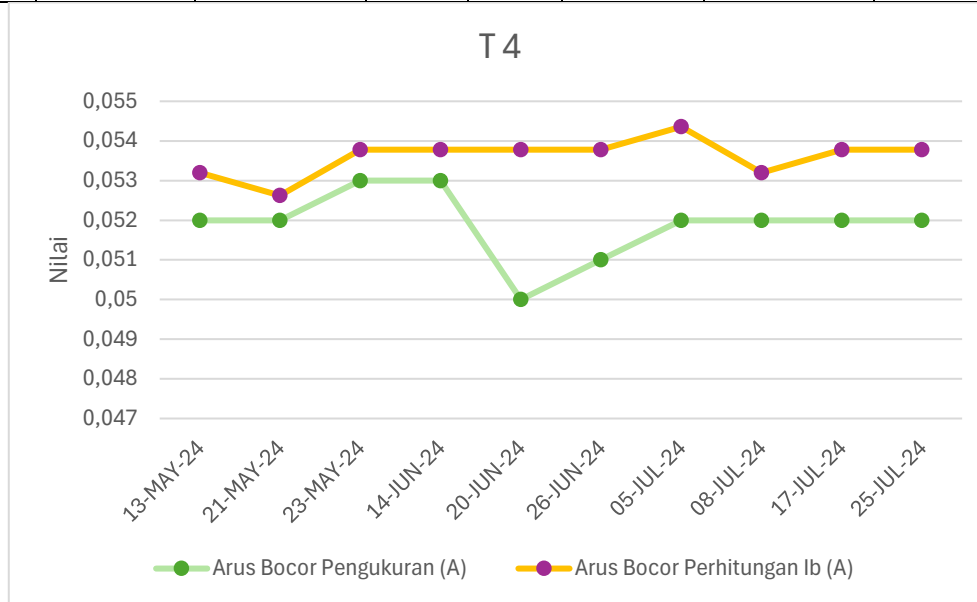
$$I_b = 0,053201691 \text{ A}$$

Diperoleh nilai arus bocor kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 4 sebesar 0,053201691 A. Hasil pengukuran dan pemantauan arus bocor pada kabel tegangan 20 kV fasa T nomor 4 *Transformator 1* GI Jatibarang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.24 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal V_m (Volt)	Arus Bocor Perhitungann I_b (A)	Persentase Error (%)
1	<u>13-MAY-24</u>	0,052	47,1	28	0,0038732	0,053201691	2,3109
2	<u>21-MAY-24</u>	0,052	47,8	29	0,0038311	0,052623411	1,1989
3	<u>23-MAY-24</u>	0,053	44,3	27	0,0039153	0,05377997	1,4716
4	<u>14-JUN-24</u>	0,053	42,5	27	0,0039153	0,05377997	1,4716
5	<u>20-JUN-24</u>	0,05	41,7	27	0,0039153	0,05377997	7,5599
6	<u>26-JUN-24</u>	0,051	41,9	27	0,0039153	0,05377997	5,4509
7	<u>05-JUL-24</u>	0,052	40,9	26	0,0039574	0,054358249	4,5351
8	<u>08-JUL-24</u>	0,052	42,8	28	0,0038732	0,053201691	2,3109

No.	Tanggal	Arus Bocor Pengukuran (A)	Suhu Clamp Dutch Kabel (°C)	Suhu Kabel (°C)	Tegangan Thermal Vm (Volt)	Arus Bocor Perhitungann Ib (A)	Persentase Error (%)
9	17-JUL-24	0,052	42,3	27	0,0039153	0,05377997	3,4230
10	25-JUL-24	0,052	44,1	27	0,0039153	0,05377997	3,4230



Gambar 4.12 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungann Arus Bocor *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4*

4.2. Data Hasil Pengujian dan Perhitungann *Partial Discharge Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV*

Perhitungann manual penguatan tegangan dengan hasil pengujian *Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV* didapatkan data sebagai berikut:

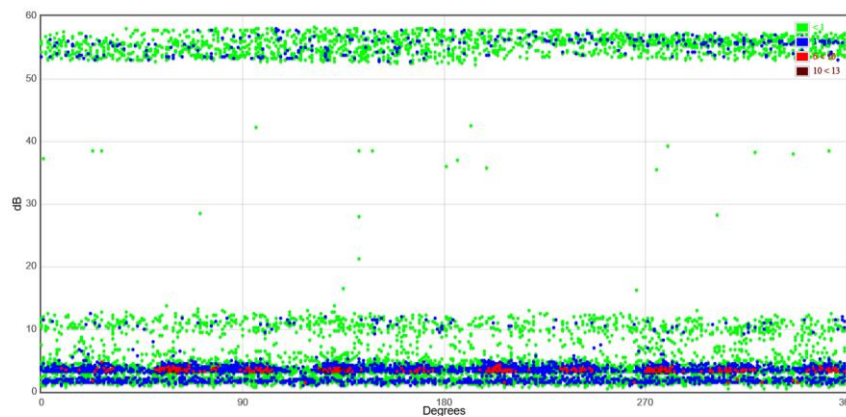
4.2.1 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa R1

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1* diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.25 di bawah.

Tabel 4.25 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	R 1
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	58 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,44
6.	V in = Vphase-ground	$20/\sqrt{3} = 11,54$ kV

Dari hasil tabel 4.25, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 58 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,44.



Gambar 4.13 Pattern Partial Discharge *Cable Medium Voltage Transformator 1*
GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1 pada komponen box

kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada di > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 4.1 diatas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 1* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$58 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{58 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^{2,9} = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{794,328}$$

$$V_{out} = 0,0145 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 14,5 \text{ V}$$

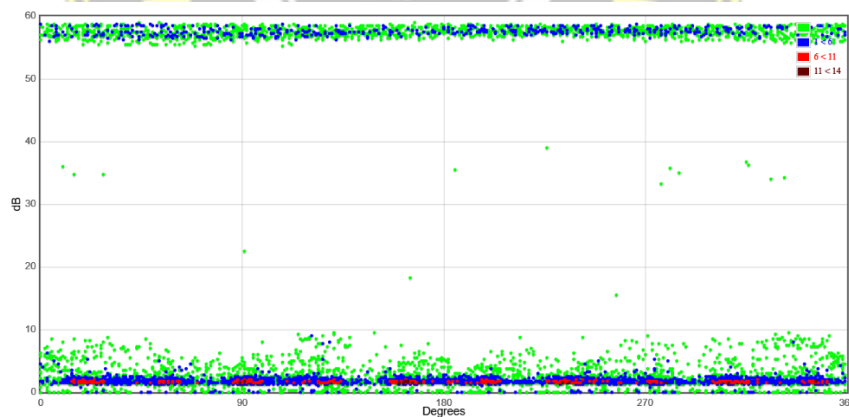
4.2.2 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa R2

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 2* diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.26 di bawah.

Tabel 4.26 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 2

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	R 2
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	59 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,33
6.	V in = Vphase-ground	$20/\sqrt{3} = 11,54$ kV

Dari hasil tabel 4.26, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 59 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,33.



Gambar 4.14 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 2

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa R 2 pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada pada > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 4.2 di atas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 2* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

$$\begin{aligned}
 PP_{dB} &= 20 \log_{10} \frac{V_{in}}{V_{out}} \\
 59 \text{ dB} &= 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}} \\
 \frac{59 \text{ dB}}{20} &= \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}} \\
 10^{2,95} &= \frac{11,54}{V_{out}} \\
 V_{out} &= \frac{11,54}{891,25} \\
 V_{out} &= 0,01295 \text{ kV} \\
 V_{out} &= 12,95 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 12,95 V.

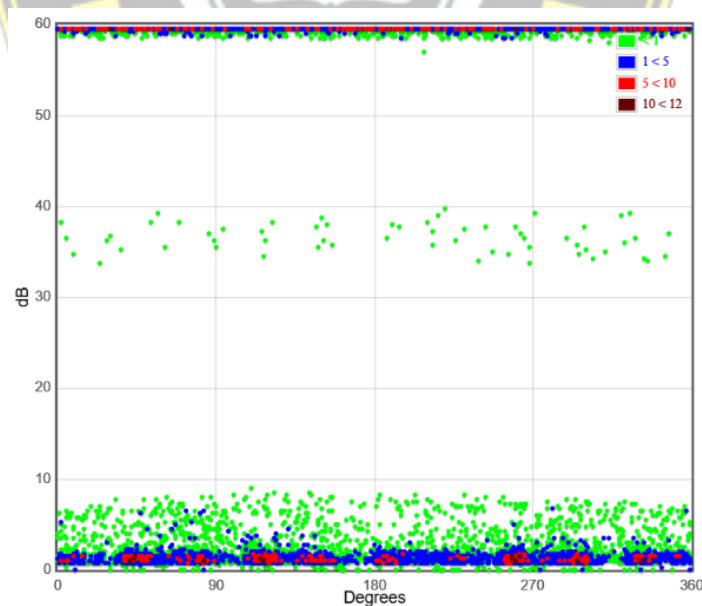
4.2.3 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa R3

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3* diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.27 di bawah.

Tabel 4. 27 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformer 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	R 3
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	60 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,5
6.	V in = Vphase-ground	$20/\sqrt{3} = 11,54 \text{ kV}$

Dari hasil tabel 4.27, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 60 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,5.



Gambar 4. 15 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformer 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3* pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 4.3 di atas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 3* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$60 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{60 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^3 = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{1000}$$

$$V_{out} = 0,01154 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 11,54 \text{ V}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 11,54 V.

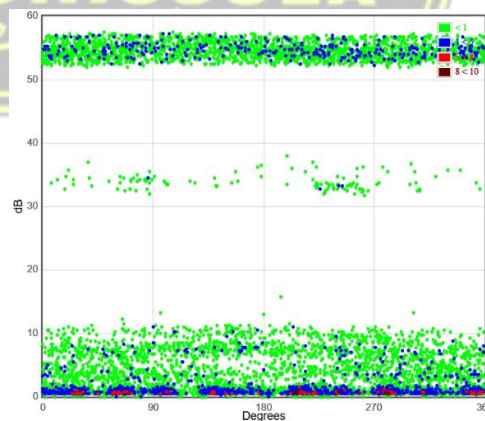
4.2.4 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa R4

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.28 di bawah.

Tabel 4.28 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	R 4
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	57 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,49
6.	V in = Vphase-ground	$20/\sqrt{3} = 11,54$ kV

Dari hasil tabel 4.28, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 57 dB dengan nilai *pulse percycle* yaitu 4,49.



Gambar 4.16 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4* pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada di > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 4.4 di atas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa R 4* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$57 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{57 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^{2,85} = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{707,95}$$

$$V_{out} = 0,0163 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 16,3 \text{ V}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 16,3 V.

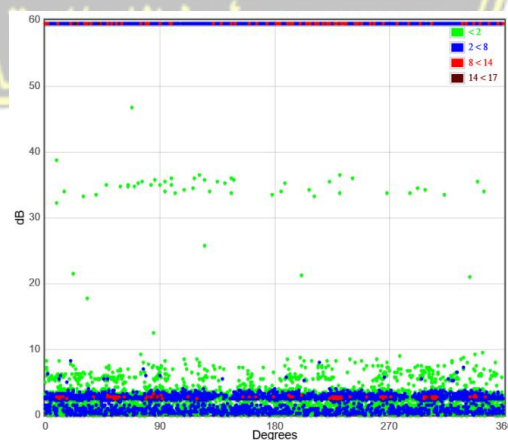
4.2.5 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* Fasa S1

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.29 di bawah.

Tabel 4.29 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	S 1
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	60 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,53
6.	$V_{in} = V_{phase-ground}$	$20/\sqrt{3} = 11,54 \text{ kV}$

Dari hasil tabel 4.29, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 60 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,53.



Gambar 4.17 Pattern Partial Discharge *Cable Medium Voltage Transformator 1*
GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1* pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada di > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

Pada pengujian *partial discharge* dengan metode *tranient earth voltage* tidak hanya diperoleh hasil dalam bentuk angka saja, namun terdapat *pattern* TEV (Internal PD). Berdasarkan standar pabrikan, hasil seperti gambar 4.5 di atas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 1* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$60 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{60 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^3 = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{1000}$$

$$V_{out} = 0,01154 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 11,54 \text{ V}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 11,54 V.

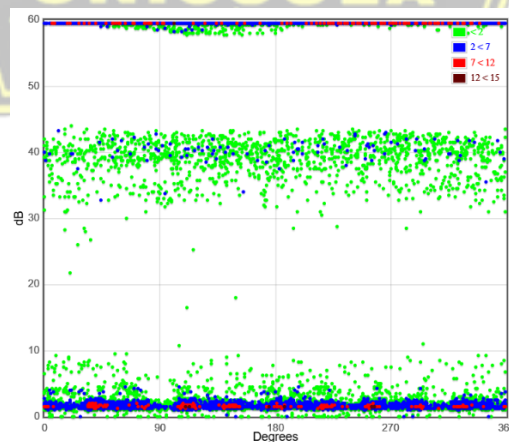
4.2.6 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa S2

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.30 di bawah.

Tabel 4.30 Hasil Uji Partial Discharge *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	S 2
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	60 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,42
6.	V in = Vphase-ground	$20/\sqrt{3} = 11,54$ kV

Dari hasil tabel 4.30, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 60 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,42.



Gambar 4.18 Pattern Partial Discharge *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2* pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada di > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 4.6 di atas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 2* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$60 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{60 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^3 = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{1000}$$

$$V_{out} = 0,01154 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 11,54 \text{ V}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 11,54 V.

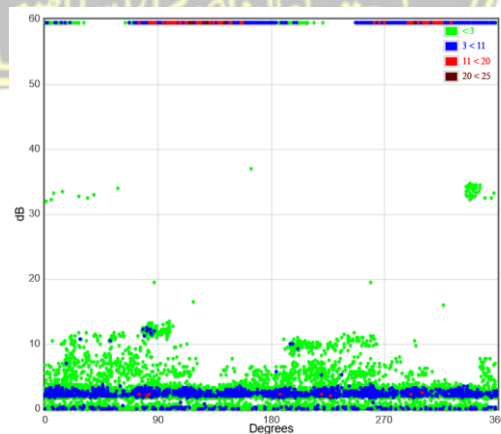
4.2.7 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa S3

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformer 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.31 di bawah.

Tabel 4.31 Hasil Uji Partial Discharge *Cable Medium Voltage Transformer 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	S 3
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	60 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,47
6.	$V_{in} = V_{phase-ground}$	$20/\sqrt{3} = 11,54 \text{ kV}$

Dari hasil tabel 4.31, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 60 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,47.



Gambar 4.19 Pattern Partial Discharge *Cable Medium Voltage Transformer 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3* pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada di > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 4.7 di atas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 3* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$60 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{60 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^3 = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{1000}$$

$$V_{out} = 0,01154 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 11,54 \text{ V}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 11,54 V.

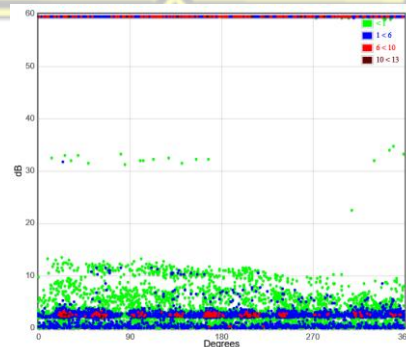
4.2.8 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa S4

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformator* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.32 di bawah.

Tabel 4.32 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	S 4
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	60 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,37
6.	V in = Vphase-ground	$20/\sqrt{3} = 11,54$ kV

Dari hasil tabel 4.32, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 60 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,37.



Gambar 4.20 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4* pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada di > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 4.8 di atas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa S 4* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$60 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{60 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^3 = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{1000}$$

$$V_{out} = 0,01154 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 11,54 \text{ V}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 11,54 V.

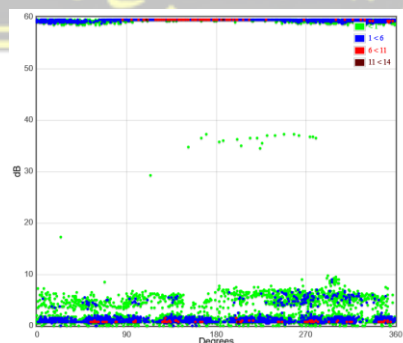
4.2.9 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa T1

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformator* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.33 di bawah.

Tabel 4.33 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	T 1
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	60 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,37
6.	V in = Vphase-ground	$20/\sqrt{3} = 11,54$ kV

Dari hasil tabel 4.33, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 60 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,37.



Gambar 4.21 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1* pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada di > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 4.9 di atas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 1* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$60 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{60 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^3 = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{1000}$$

$$V_{out} = 0,01154 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 11,54 \text{ V}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 11,54 V.

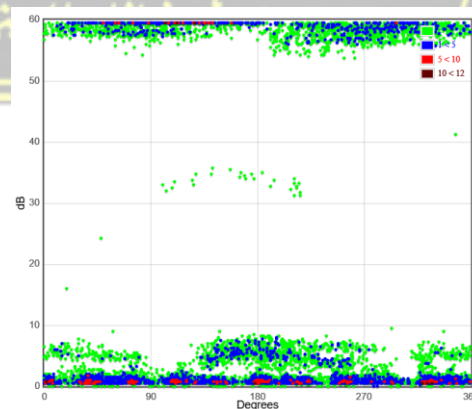
4.2.10 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa T2

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.34 di bawah.

Tabel 4.34 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	T 2
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	60 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,47
6.	$V_{in} = V_{phase-ground}$	$20/\sqrt{3} = 11,54 \text{ kV}$

Dari hasil tabel 4.34, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 60 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,47.



Gambar 4.22 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2* pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada di > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 4.10 di atas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 2* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$60 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{60 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^3 = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{1000}$$

$$V_{out} = 0,01154 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 11,54 \text{ V}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 11,54 V.

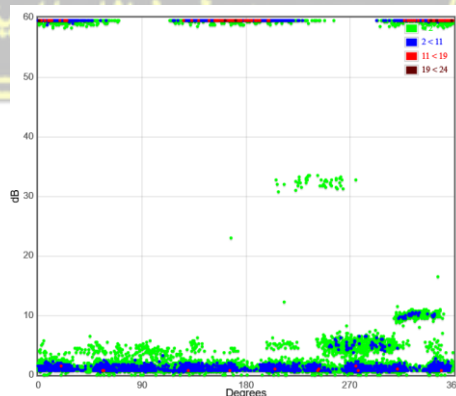
4.2.11 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa T3

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformator 1* GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.35 di bawah.

Tabel 4.35 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	T 3
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	60 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,5
6.	$V_{in} = V_{phase-ground}$	$20/\sqrt{3} = 11,54 \text{ kV}$

Dari hasil tabel 4.35, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 60 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,5.



Gambar 4.23 Pattern Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3* pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada di > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 4.11 di atas termasuk kategori *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 3* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$60 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{60 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^3 = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{1000}$$

$$V_{out} = 0,01154 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 11,54 \text{ V}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 11,54 V.

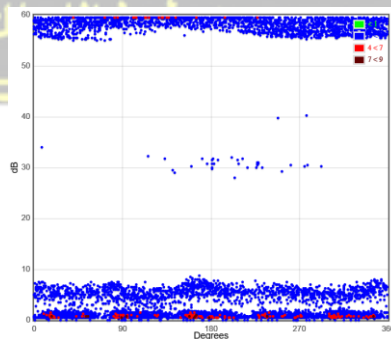
4.2.12 Pengujian dan perhitungann *partial discharge* fasa T4

Setelah dilakukan pengukuran *partial discharge* dengan metode *Transient Earth Voltage* pada komponen *Cable Medium Voltage Transformer* 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4 diperoleh hasil data seperti pada tabel 4.36 di bawah.

Tabel 4.36 Hasil Uji Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4

NO.	METADATA	
1.	Nomor <i>Core Cable</i>	T 4
2.	Nama Aset	Kabel Power
3.	Merk	Jembo Cable
4.	Hasil <i>trending</i> pengukuran dengan metode TEV (18/03/2024)	60 dB
5.	PPC (Pulse per cycle)	4,67
6.	$V_{in} = V_{phase-ground}$	$20/\sqrt{3} = 11,54 \text{ kV}$

Dari hasil tabel 4.36, terlihat bahwa hasil pengukuran pada komponen box kabel dengan metode *transient earth voltage* adalah 60 dB dengan nilai *pulse per cycle* yaitu 4,67.



Gambar 4.24 Pattern Partial Discharge *Cable Medium Voltage Transformer* 1
GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4* pada komponen box kabel terdapat *likely high level internal partial discharge* karena berada di > 30 dB dan nilai PPC diantara 0,5 – 6.

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 *likely high level internal* dan dapat diinterpretasikan bahwa *Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV Fasa T 4* memerlukan perhatian segera namun tetap dilakukan pengecekan secara berkala dengan tinjauan visual temuan anomali *Hot Spot Thermovision* pada *Cable Duct Incoming Support*.

Berikut merupakan persamaan (4) dengan menggunakan rumus penguatan tegangan.

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

$$60 \text{ dB} = 20 \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$\frac{60 \text{ dB}}{20} = \log_{10} \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$10^3 = \frac{11,54}{V_{out}}$$

$$V_{out} = \frac{11,54}{1000}$$

$$V_{out} = 0,01154 \text{ kV}$$

$$V_{out} = 11,54 \text{ V}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka tegangan pada permukaan *clamp support cable* terdapat tegangan sebesar 11,54 V.

4.3. Formulasi *Healthy Index Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV*

Pada proses perhitungann *score Healthy Index* menerjemahkan nilai pengujian yang telah terukur ke dalam skor tertentu, yang memungkinkan *healthy index* dihitung. Bagian terpenting kevalidan mengasumsikan kondisi normal diberi skor "1" sedangkan indikator kondisi abnormal diberi skor "2" atau "3" tergantung pada kondisinya, lalu skor total dihitung dengan menjumlahkan setiap skor. Kemudian skor yang menunjukkan abnormalitas dapat ditutupi oleh sejumlah besar skor normal "1".[14]

4.3.1 Pembobotan hasil parameter pengujian

Proses pemberian bobot dalam *Healthy Index Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV* menetapkan nilai relatif untuk setiap parameter yang dievaluasi dengan mempertimbangkan urgensi dan signifikansinya. Parameter kritis, seperti kondisi visual *Thermovision Cable Dutch* dan kondisi dielektrik diberikan bobot yang lebih tinggi untuk menekankan pentingnya parameter tersebut dalam menentukan kondisi keseluruhan. Bobot-bobot ini diintegrasikan ke dalam perhitungann *Healthy Index* untuk memberikan evaluasi yang komprehensif terhadap *Cable Medium Voltage*, tingkat keparahan masalah yang teridentifikasi.

Tabel 4.37 Perhitungann Score Partial Discharge Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV

Kriteria	Keterangan	Kabel	Analisis Kondisi Teknis				
			Very Good	Good	Fair	Poor	Critical
			1	3	10	30	100
Standar			<250 pC		250-500 pC		>500 pC
PD Kabel Power (IL-2)	Hasil Uji Sebelum Perbaikan	R1	-	-	-	-	634
		R2	-	-	-	-	522
		R3	-	-	-	-	527
		R4	-	-	-	-	567

Kriteria	Keterangan	Kabel	Analisis Kondisi Teknis				
			Very Good	Good	Fair	Poor	Critical
			1	3	10	30	100
Standar			<250 pC		250-500 pC		>500 pC
		S1	-	-	-	-	2151
		S2	-	-	-	-	2334
		S3	-	-	-	-	1529
		S4	-	-	-	-	1873
		T1	-	-	-	-	604
		T2	-	-	-	-	872
		T3	-	-	-	-	554
		T4	-	-	-	-	649
PD Kabel Power (IL-2)	Hasil Uji Sesudah Perbaikan	R1	-	-	298	-	-
		R2	-	-	401	-	-
		R3	-	-	317	-	-
		R4	192	-	-	-	-
		S1	-	-	384	-	-
		S2	-	-	428	-	-
		S3	-	-	444	-	-
		S4	111	-	-	-	-
		T1	206	-	-	-	-
		T2	217	-	-	-	-
		T3	-	-	297	-	-
		T4	220	-	-	-	-

Kriteria	Keterangan	Kabel	Analisis Kondisi Teknis				
			Very Good	Good	Fair	Poor	Critical
			1	3	10	30	100
Standar			<250 pC		250-500 pC		>500 pC
PD Kabel Power (IL-2)	Total Poin Sebelum Perbaikan	R1	-	-	-	-	100
		R2	-	-	-	-	100
		R3	-	-	-	-	100
		R4	-	-	-	-	100
		S1	-	-	-	-	100
		S2	-	-	-	-	100
		S3	-	-	-	-	100
		S4	-	-	-	-	100
		T1	-	-	-	-	100
		T2	-	-	-	-	100
		T3	-	-	-	-	100
		T4	-	-	-	-	100
PD Kabel Power (IL-2)	Total Poin Sesudah Perbaikan	R1	-	-	10	-	-
		R2	-	-	10	-	-
		R3	-	-	10	-	-
		R4	1	-	-	-	-
		S1	-	-	10	-	-
		S2	-	-	10	-	-
		S3	-	-	10	-	-
		S4	1	-	-	-	-
		T1	1	-	-	-	-
		T2	1	-	-	-	-
		T3	-	-	10	-	-
		T4	1	-	-	-	-

Tabel 4.37 menunjukkan bahwa parameter pengujian *partial discharge* yang termasuk salah satu perhitungann metode *healthy index* sebelum perbaikan atau saat ditemukan anomali poinnya sebesar 100 yang mana berada dalam kondisi kritis terdapat tanda – tanda degradasi sangat signifikan. Hasil disarankan untuk mengkomparasikan dengan hasil uji lain yang diduga kuat pasti saling berhubungan

sampai ditemukan sumber masalah yang terjadi. Oleh sebab itu, dilakukanlah perbaikan dengan mengganti material dan struktur *incoming support cable* dengan berbahan *ferro magnetic* dan non konduktif. Dari perbaikan tersebut mendapatkan hasil yang semakin baik menjadi kategori cukup (10).

Tabel 4.38 Perhitungann *Score Healthy Index Tahanan Isolasi Cable Medium Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV*

Kriteria	Keterangan	Kabel	Analisis Kondisi Teknis				
			Very Good	Good	Fair	Poor	Critical
			1	3	10	30	100
Standar			> 5 G Ohm			2 G Ohm – 5 G Ohm	< 2 G Ohm
Tahanan Isolasi (IL-3)	Hasil Uji Sebelum Perbaikan	R1	153	-	-	-	-
		R2	153	-	-	-	-
		R3	153	-	-	-	-
		R4	153	-	-	-	-
		S1	132	-	-	-	-
		S2	132	-	-	-	-
		S3	132	-	-	-	-
		S4	132	-	-	-	-
		T1	165	-	-	-	-
		T2	165	-	-	-	-
		T3	165	-	-	-	-
		T4	165	-	-	-	-
Tahanan Isolasi (IL-3)	Hasil Uji Sesudah Perbaikan	R1	38,1	-	-	-	-
		R2	38,1	-	-	-	-
		R3	38,1	-	-	-	-
		R4	38,1	-	-	-	-
		S1	28,1	-	-	-	-
		S2	28,1	-	-	-	-
		S3	28,1	-	-	-	-
		S4	28,1	-	-	-	-
		T1	28,1	-	-	-	-
		T2	28,1	-	-	-	-
		T3	28,1	-	-	-	-
		T4	28,1	-	-	-	-

Kriteria	Keterangan	Kabel	Analisis Kondisi Teknis				
			Very Good	Good	Fair	Poor	Critical
			1	3	10	30	100
Standar			> 5 G Ohm			2 G Ohm – 5 G Ohm	< 2 G Ohm
Tahanan Isolasi (IL-3)	Total Poin Sebelum Perbaikan	R1	1	-	-	-	-
		R2	1	-	-	-	-
		R3	1	-	-	-	-
		R4	1	-	-	-	-
		S1	1	-	-	-	-
		S2	1	-	-	-	-
		S3	1	-	-	-	-
		S4	1	-	-	-	-
		T1	1	-	-	-	-
		T2	1	-	-	-	-
		T3	1	-	-	-	-
		T4	1	-	-	-	-
Tahanan Isolasi (IL-3)	Total Poin Sesudah Perbaikan	R1	1	-	-	-	-
		R2	1	-	-	-	-
		R3	1	-	-	-	-
		R4	1	-	-	-	-
		S1	1	-	-	-	-
		S2	1	-	-	-	-
		S3	1	-	-	-	-
		S4	1	-	-	-	-
		T1	1	-	-	-	-
		T2	1	-	-	-	-
		T3	1	-	-	-	-
		T4	1	-	-	-	-

Tabel 4.38 menunjukan bahwa parameter pengujian tahanan isolasi yang termasuk salah satu perhitungann metode *healthy index* saat periode sebelum perbaikan atau saat ditemukan anomali poinnya 1 yang mana berada dalam kondisi *very good*. Sedangkan, saat periode setelah perbaikan poinnya juga 1 dalam kondisi *very good*. Hal ini disebabkan hasil uji yang dipakai dalam periode sebelum perbaikan yaitu hasil

uji tahun lalu yang mana memang pengujian tahanan isolasi termasuk *inspection level* 3 yang bisa diambil datanya saat dalam keadaan peralatan padam. Sehingga, jika dilihat dari sisi sebelum dan sesudah perbaikan tidak menggambarkan keadaan seutuhnya jika dikomparasikan dengan hasil uji yang lain. Namun, dari data ini dapat diketahui ada penurunan kualitas isolasi secara keseluruhan namun kondisi peralatan masih dalam keadaan aman atau diatas standar ($> 5 \text{ G Ohm}$).

Tabel 4.39 Perhitungann Score Healthy Index Arus Bocor Cable Medium
Voltage Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV

Kriteria	Keterangan	Kabel	Analisis Kondisi Teknis				
			Very Good	Good	Fair	Poor	Critical
			1	3	10	30	100
Standar			<1 Ampere			>1 Ampere	> 2 Ampere
Arus Bocor (IL-2)	Hasil Uji Sebelum Perbaikan	R1	0,052	-	-	-	-
		R2	0,056	-	-	-	-
		R3	0,052	-	-	-	-
		R4	0,053	-	-	-	-
		S1	0,052	-	-	-	-
		S2	0,054	-	-	-	-
		S3	0,052	-	-	-	-
		S4	0,053	-	-	-	-
		T1	0,055	-	-	-	-
		T2	0,052	-	-	-	-
		T3	0,052	-	-	-	-
		T4	0,053	-	-	-	-
Arus Bocor (IL-2)	Hasil Uji Sesudah Perbaikan	R1	0,046	-	-	-	-
		R2	0,05	-	-	-	-
		R3	0,051	-	-	-	-
		R4	0,05	-	-	-	-
		S1	0,042	-	-	-	-
		S2	0,051	-	-	-	-
		S3	0,051	-	-	-	-
		S4	0,05	-	-	-	-
		T1	0,051	-	-	-	-
		T2	0,051	-	-	-	-

Kriteria	Keterangan	Kabel	Analisis Kondisi Teknis				
			Very Good	Good	Fair	Poor	Critical
			1	3	10	30	100
Standar			<1 Ampere			>1 Ampere	> 2 Ampere
		T3	0,05	-	-	-	-
		T4	0,05	-	-	-	-
Arus Bocor IL-2)	Total Poin Sebelum Perbaikan	R1	1	-	-	-	-
		R2	1	-	-	-	-
		R3	1	-	-	-	-
		R4	1	-	-	-	-
		S1	1	-	-	-	-
		S2	1	-	-	-	-
		S3	1	-	-	-	-
		S4	1	-	-	-	-
		T1	1	-	-	-	-
		T2	1	-	-	-	-
		T3	1	-	-	-	-
		T4	1	-	-	-	-
Arus Bocor (IL-2)	Total Poin Sesudah Perbaikan	R1	1	-	-	-	-
		R2	1	-	-	-	-
		R3	1	-	-	-	-
		R4	1	-	-	-	-
		S1	1	-	-	-	-
		S2	1	-	-	-	-
		S3	1	-	-	-	-
		S4	1	-	-	-	-
		T1	1	-	-	-	-
		T2	1	-	-	-	-
		T3	1	-	-	-	-
		T4	1	-	-	-	-

Tabel 4.39 menunjukkan bahwa parameter pengujian arus bocor yang termasuk salah satu perhitungann metode *healthy index* saat periode sebelum perbaikan atau saat ditemukan anomali poinnya 1 yang mana berada dalam kondisi *very good*. Selanjutnya, saat periode setelah perbaikan poinnya juga 1 dalam kondisi *very good*. Hal ini dapat

diketahui bahwa temuan hasil uji *partial discharge* dalam kategori kritis dimungkinkan belum mempengaruhi kualitas isolasi (XLPE) yang sangat signifikan atau dimungkin ada faktor eksternal instalasi yang lain yang hasilnya masih < 1 A. Sehingga, dari data ini dapat menjadi pijakan dari sisi uregensi untuk tindak lanjut dalam taraf segera namun tidak termasuk *emergency* yang dalam sisi perencanaan pemadaman masih bisa dikoordinasikan dengan pihak distribusi maupun pengatur beban.

Tabel 4.40 Perhitungann Score Healthy Index Thermovisi Cable Medium Voltage
Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV

Kriteria	Keterangan	Kabel	Analisis Kondisi Teknis				
			Very Good	Good	Fair	Poor	Critical
			1	3	10	30	100
Standar			Suhu Ruang		> 50 °C	> 90 °C	> 120 °C
IL-2 Thermovisi	Hasil Uji Sebelum Perbaikan	R1	-	-	51,4	-	-
		R2	-	-	51,4	-	-
		R3	-	-	51,4	-	-
		R4	-	-	51,4	-	-
		S1	-	-	49,3	-	-
		S2	-	49,3	-	-	-
		S3	-	49,3	-	-	-
		S4	-	49,3	-	-	-
		T1	-	47,8	-	-	-
		T2	-	47,8	-	-	-
		T3	-	47,8	-	-	-
		T4	-	47,8	-	-	-
IL-2 Thermovisi	Hasil Uji Sesudah Perbaikan	R1	-	40,3	-	-	-
		R2	-	40,3	-	-	-
		R3	-	40,3	-	-	-
		R4	-	40,3	-	-	-
		S1	-	38,7	-	-	-
		S2	-	38,7	-	-	-
		S3	-	38,7	-	-	-
		S4	-	38,7	-	-	-
		T1	-	40,4	-	-	-
		T2	-	40,4	-	-	-

Kriteria	Keterangan	Kabel	Analisis Kondisi Teknis				
			Very Good	Good	Fair	Poor	Critical
			1	3	10	30	100
Standar			Suhu Ruang		> 50 °C	> 90 °C	> 120 °C
		T3	-	40,4	-	-	-
		T4	-	40,4	-	-	-
IL-2 Thermovisi	Total Poin Sebelum Perbaikan	R1	-	-	10	-	-
		R2	-	-	10	-	-
		R3	-	-	10	-	-
		R4	-	-	10	-	-
		S1	-	3	-	-	-
		S2	-	3	-	-	-
		S3	-	3	-	-	-
		S4	-	3	-	-	-
		T1	-	3	-	-	-
		T2	-	3	-	-	-
		T3	-	3	-	-	-
		T4	-	3	-	-	-
IL-2 Thermovisi	Total Poin Sesudah Perbaikan	R1	-	3	-	-	-
		R2	-	3	-	-	-
		R3	-	3	-	-	-
		R4	-	3	-	-	-
		S1	-	3	-	-	-
		S2	-	3	-	-	-
		S3	-	3	-	-	-
		S4	-	3	-	-	-
		T1	-	3	-	-	-
		T2	-	3	-	-	-
		T3	-	3	-	-	-
		T4	-	3	-	-	-

Tabel 4.40 menunjukan bahwa parameter hasil pengamatan *Thermovision* yang termasuk salah satu perhitungann metode *healthy index* sebelum perbaikan atau saat ditemukan anomali poinnya 3 yang mana berada dalam kondisi baik. Namun, dari hasil secara penginderaan panas tersebut terdapat degradasi yang sangat jelas yaitu deviasi

suhu sebesar 23 °C antara selubung luar kabel *PVC* berkisar 27 °C dengan bagian *clamp dutch cable* berbahan *ferro magnetic* dan konduktif berkisar 50 °C. Dan dari sinilah muncul komparasi dengan hasil uji *partial discharge* yang saling berhubungan sampai diketemukan sumber masalah yang terjadi. Oleh sebab itu, dilakukanlah perbaikan dengan mengganti material dan struktur *incoming support cable* dengan berbahan *non ferro magnetic* dan non konduktif. Dari perbaikan tersebut mendapatkan hasil deviasi suhunya kecil atau hamper merata diseluruhnya. Peristiwa teknis tersebut muncul dikarenakan adanya *looping current* dimana ada arus bolak balik mengalir pada suatu penghantar dan disekelilingnya ada yang menyelubungi berbahan *ferro magnetic* dan konduktif akan ada peristiwa induksi medan listrik serta adanya arus yang terus berputar dalam selubung tersebut.

Tabel 4.41 Perhitungann Total Score Healthy Index Cable Medium Voltage
Transformator 1 GI Jatibarang 150 kV

Healthy Index	Hasil Perhitungann Scoring											
	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4	T1	T2	T3	T4
<i>HI Cable</i> Sebelum Perbaikan	112	112	112	112	105	105	105	105	105	105	105	105
<i>HI Cable</i> Setelah Perbaikan	15	15	15	6	15	15	15	6	6	6	15	6

Tabel 4.41 menunjukan bahwa pada temuan awal status keseluruhan parameter *healthy index* sebelum perbaikan atau saat ditemukan anomali poinnya sebesar > 100 yang mana berada dalam kondisi buruk. Komparasi hasil uji *partial discharge* dengan hasil *thermovision* yang saling berhubungan menjadi titik diketemukannya sumber masalah yang terjadi. Penggantian material dan struktur *incoming support cable* dengan berbahan *non ferro magnetic* dan non konduktif berkontribusi sangat signifikan

secara keseluruhan meningkatkan *healthy index Cable Medium Voltage Transformator* 1 GI Jatibarang 150 kV dari kategori buruk menjadi baik bahkan sangat baik. Sehingga, penurunan kualitas isolasi yang telah terjadi bisa diselesaikan penyebabnya dan tidak sampai merusak kualitas isolasinya.



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis serta perhitungann manual dari data *assesmen* dan dilanjutkan *scoring healthy index Cable Medium Voltage Transformator 1 GI* Jatibarang 150 kV, maka dapat disimpulkan hal - hal sebagai berikut:

1. Hasil perhitungann manual arus bocor pada *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI* Jatibarang 150 kV dibandingkan dengan data pengukuran *Inspection Level 2* menunjukan adanya deviasi paling besar 21,95 % yaitu Fasa S Core 1 periode pengukuran 14 Juni 2024. Namun, sebagian besar deviasi antara pengukuran dengan perhitungann masih dibawah 5 % dan ditindaklanjuti dari hasil *assesmen* yang lain menunjukan kondisi kabel termasuk dalam kondisi baik yaitu Fasa S Core 1 sebesar 0,042 A (pengukuran) 0,05121 A (perhitungann) dengan standar yang berlaku > 1 A (Buruk) dan > 2 A (Kritis).
2. Hasil perhitungann *partial discharge* pada *Cable Medium Voltage Transformator 1 GI* Jatibarang 150 kV menunjukan disemua fasa dan core kabel tergolong dalam kategori kemungkinan *partial discharge* tingkat tinggi serta butuh tindaklanjut dengan segera yang mengarah kelogam mengambang / koneksi jelek.
3. Hasil temuan pengukuran *partial discharge* tergolong tingkat tinggi berkorelasi dengan hasil *thermovision* yang menunjukan adanya *hotspot* pada *clamp cable duct incoming support*.
4. Penggantian material dan struktur *incoming support cable* dengan berbahan *non ferro magnetic* dan non konduktif berkontribusi sangat signifikan secara keseluruhan dalam meningkatkan *healthy index cable medium voltage* dari kategori buruk menjadi baik bahkan sangat baik.

5. Pemilihan material dan struktur *incoming support cable* dengan berbahan *non ferro magnetic* dan non konduktif untuk mencegah terjadinya *eddy current/looping current* dimana ada arus bolak balik mengalir pada suatu penghantar dan disekelilingnya yang secara terus menerus dan tidak terkontrol dapat menimbulkan panas dan bersifat merusak material isolasi kabel PVC maupun XLPE.
6. Pemasangan dan pemilihan material *clamp cable duct incoming support* sangatlah berpengaruh terhadap *healthy index Cable Medium Voltage Transformer 1 GI Jatibarang 150 kV* yang mana statusnya atau *score* dalam kategori baik berubah menjadi kategori buruk bahkan beberapa saat dalam keadaan kritis.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan penelitian yang diperoleh dari data lapangan, secara umum penelitian ini telah berjalan dan selesai dengan lancar. Namun, peneliti merasa perlu menyampaikan beberapa saran yang diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan dunia Pendidikan dan instalasi listrik secara keseluruhan. Saran-saran yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Material *Clamp Support Cable* di sistem *High Voltage & Medium Voltage* wajib menggunakan bahan non logam, non ferro magnetic, dan non konduktif.
2. Data pengukuran dan perhitungann harus divalidasi secara rutin untuk mengurangi deviasi dan memastikan akurasi data.
3. Penanganan *partial discharge* tingkat tinggi memerlukan tindakan segera, seperti inspeksi dan penggantian komponen yang rusak untuk mencegah kerusakan lebih lanjut.
4. Deteksi dan perbaikan hotspot harus dilakukan segera, dengan penerapan material dan instalasi pemasangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. ve T. A.S, *Medium-Voltage Switchgear Type 8BT2 Extendable Truck-Type Circuit-Breaker Switchgear up to 36kV Metal-Enclosed, Indoor Installation, LSC 2B PM, Single Busbar, Air-Insulated INSTALLATION AND OPERATING INSTRUCTIONS About these Instructions*. 2019.
- [2] Thirumurthy, P. V. Satheesh Kumar, K. P. Meena, G. K. Raja, and R. Arunjothi, "Failure Analysis of Medium Voltage Single Bonded Cable System," *Proc. 2021 5th Int. Conf. Cond. Assess. Tech. Electr. Syst. CATCON 2021*, pp. 28–31, 2021.
- [3] Fluke, "TiS55+/TiS75+ Thermal Imager Users Manual," Everett, U.S.A., 2020.
- [4] B. Kusumo and A. R. Hakim, "Analisis Pendeteksian Dini Arus Bocor Kabel Power 20 KV pada Transformator 1 150/20 di GIS Gandaria," *J. Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 53–62, 2022.
- [5] A. Azimuddin and S. S. Refaat, "Analysis of Mechanical Stress Degradation of Medium Voltage Cable Insulation," *2022 23rd Int. Middle East Power Syst. Conf. MEPCON 2022*, no. December, pp. 1–6, 2022.
- [6] X. Wan, H. Song, L. Luo, Z. Li, G. Sheng, and X. Jiang, "Pattern Recognition of Partial Discharge Image Based on One-dimensional Convolutional Neural Network," *2018 Cond. Monit. Diagnosis, C. 2018 - Proc.*, 2018.
- [7] N. Rosle, N. A. Muhamad, M. N. K. H. Rohani, and M. K. M. Jamil, "Partial Discharges Classification Methods in XLPE Cable: A Review," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 133258–133273, 2021.
- [8] P. S. Puspadewi, "Analisis Pengujian Isolasi Kabel Pada Penyulang GH SS 2 Arah Nusa Dua Beach," pp. 1–23, 2023.
- [9] I. Novemsa, "Analisis Keandalan Konduktor Kabin Output Feeder Menggunakan Partial Discharge Meter di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Lengat," 2022.
- [10] C. D. Yusri, "Karakteristik Pelepasan Sebagian pada Permukaan PCB (Epoxy Resin) Menggunakan Media Elektroda Plat-Bar," *J. GEEJ*, vol. 7, no. 2, pp. 68–69, 2023.
- [11] R. S. SIPAHUTAR and JURUSAN, "PENDETEKSIAN DAN IDENTIFIKASI JENIS PARTIAL DISCHARGE DENGAN METODE

ANALISA POLA PHASE RESOLVED PARTIAL DISCHARGE (PRPD),” *Pharmacogn. Mag.*, vol. 75, no. 17, pp. 399–405, 2021.

- [12] G. Mörée and M. Leijon, “Iron loss models: A review of simplified models of magnetization losses in electrical machines,” *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 609, no. February 2023, p. 172163, 2024.
- [13] P. Zamani, A. Foomezhi, and S. G. Nohooji, “A Review of Medium Voltage Single-Core Cable Armouring, Induced Currents and Losses,” *Energy Power Eng.*, vol. 13, no. 07, pp. 272–292, 2021.
- [14] S. Rhoads, J. White, and T. Mcgrail, “Developing and Using Justifiable Asset Health Indices for Tactical and Strategic Risk Management,” 201AD.
- [15] A. N. Jahromi, P. K. Pattabi, and S. Lo, “Advanced Diagnostic Testing of Medium Voltage Utility Cable Systems,” *CIGRE Canada Conf. Expo*, pp. 1–8, 2021.
- [16] S. Intimandiri, *Product Catalogue Sutrado Cable*. Bogor: www.sutrakabel.com, 2021.
- [17] C. International, E. Commission, V. Deshpande, C. Power, and O. No, “IEC 62271-200,” *Order A J. Theory Ordered Sets Its Appl.*, vol. 1997, pp. 1–25, 2004.
- [18] A. Sofwan, A. Multi, R. Soleman, S. Sugianto, and A. K. Septian, “Leak Current Monitoring System on the Ground Cables Medium Voltage Transformer 150/20 kV,” *MATEC Web Conf.*, vol. 218, pp. 1–9, 2018.
- [19] A. Ghaderi Baayeh and M. Kleemann, “Estimating grounding resistance of medium voltage cables using measured sheaths current,” *2023 4th Int. Conf. Smart Grid Metrol. SMAGRIMET 2023*, pp. 1–5, 2023.
- [20] K. W. G. H. HIGINBOTHAM;, “Medium Voltage Asset Failure Investigations,” pp. 1–11, 2019.
- [21] J. S. B. E. W. Platts, *UltraTEV® Plus² Operating Manual*. 2022.
- [22] L. P. W. D. M. G. A. S. A. H. A. F. D. S. P. W. S. M. S. H. A. Z. A. F. Azzam, “K/DIR/2014, Revisi KEPDIR No. 0520 Pedoman Pemeliharaan Proteksi & Kontrol Penghantar,” no. 0520, 2024.