

**ANALISIS ARUS BOCOR PADA ISOLATOR TEGANGAN
MENENGAH TERPOLUSI**

Skripsi

Oleh

DITHIAR PRASTYA

NPM 1715031052



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTASTEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

ANALISIS ARUS BOCOR PADA ISOLATOR TEGANGAN MENENGAH TERPOLUSI

Oleh

DITHIAR PRASTYA

Dalam sistem kelistrikan, isolator memiliki peranan penting dalam penyaluran suplai energi listrik pada saluran transmisi dan distribusi. Akan tetapi akibat adanya ketaksempurnaan pada pembuatan isolator, cacat pada bagian isolator, dan polusi pada penggunaan isolator dalam jangka waktu lama dapat mempengaruhi ketahanan isolasi. Polusi dapat menyebabkan terbentuknya endapan pada permukaan isolator yang mengakibatkan arus bocor. Arus bocor menurunkan fungsi isolator dan mengurangi keandalan sistem kelistrikan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh polusi menggunakan larutan garam untuk mensimulasikan kondisi lingkungan yang berpolusi, mengingat wilayah geografis Lampung yang dikelilingi oleh laut. Pengukuran arus bocor dilakukan menggunakan Current Transformer (CT). Analisis arus bocor dilakukan dengan menghitung nilai Total Harmonic Distortion (THD). Ada 3 tingkat ESDD (Equivalent Salt Deposit Density) yang diujikan pada penelitian ini yaitu : rendah ($0,06 \text{ mg/cm}^2$), sedang ($0,1 \text{ mg/cm}^2$), dan tinggi ($0,6 \text{ mg/cm}^2$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat polusi yang meningkat menyebabkan peningkatan amplitudo arus bocor dan nilai THD pada isolator. Amplitudo arus bocor dan nilai THD tertinggi terjadi pada tingkat polusi tinggi ($0,6 \text{ mg/cm}^2$) dengan tegangan input 8 kV.

Kata Kunci: Isolator, Polusi, Arus bocor, Larutan garam, Trafo Arus (CT), Total distorsi Harmonik (THD), Equivalent Salt Deposit Density (ESDD).

ABSTRAK

BY

ANALYSIS OF LEAKAGE CURRENT IN POLLUTED MEDIUM VOLTAGE INSULATORS

In electrical systems, insulators play a crucial role in the distribution of electrical energy on transmission and distribution lines. However, imperfections in the manufacturing process, defects in insulator parts, and prolonged use of insulators can lead to deterioration of insulation resistance. Pollution result in the formation of deposits on the surface of the insulator, which it can cause leakage currents. These leakage currents reduce the performance of the insulator and affect the reliability electrical system.

The objective of this research is to analyze the impact of pollution on insulator performance using a salt solution. Hence, its to simulate polluted environmental conditions, with particular attention to the geographical area of Lampung, which is surrounded by the sea. Leakage current measurements has been conducted using a current transformer (CT). Leakage current analysis was conducted by calculating the total harmonic distortion (THD) value. Three levels of ESDD (equivalent salt deposit density) were tested in this study: low (0,06 mg/cm²), medium (0,1 mg/cm²), and high (0,6 mg/cm²).

The results demonstrated that increasing pollution levels led to an increase in leakage current and THD in the insulator. The highest amplitude of the leakage current and the THD of the valve was observed at the highest contamination level (0,6 mg/cm²) with an

input voltage of 8 kV.

Keywords : *insulator, Pollution, Leakage current, Current Transformer (CT), Total Harmonic Distortion (THD), Equivalent Salt Deposit Density (ESDD).*

**ANALISIS ARUS BOCOR PADA ISOLATOR TEGANGAN
MENENGAH TERPOLUSI**

**Oleh
DITHIAR PRASTYA**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Program Studi Teknik elektro
Jurusan Teknik elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

Judul Skripsi : **ANALISIS ARUS BOCOR PADA ISOLATOR
TEGANGAN MENENGAH TERPOLUSI**

Nama Mahasiswa : **Dithiar Prastya**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1715031052**

Jurusan : **Teknik Elektro**

Fakultas : **Teknik**



1. Komisi Pembimbing

Rah P.

Dr. Eng. Diah Permata, S.T., M.T.

NIP 19700528 199803 2 003

Herman H Sinaga

Dr. Herman H Sinaga, S.T., M.T.

NIP 19711130 199903 1 003

2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Herlinawati

Herlinawati, S.T., M.T.

NIP 19710314 199903 2 001

Ketua Program Studi
Teknik Elektro

Sumadi

Sumadi, S.T., M.T.

NIP 19731104 200003 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Eng. Diah Permata, S.T., M.T.**

Diah P.

Sekretaris

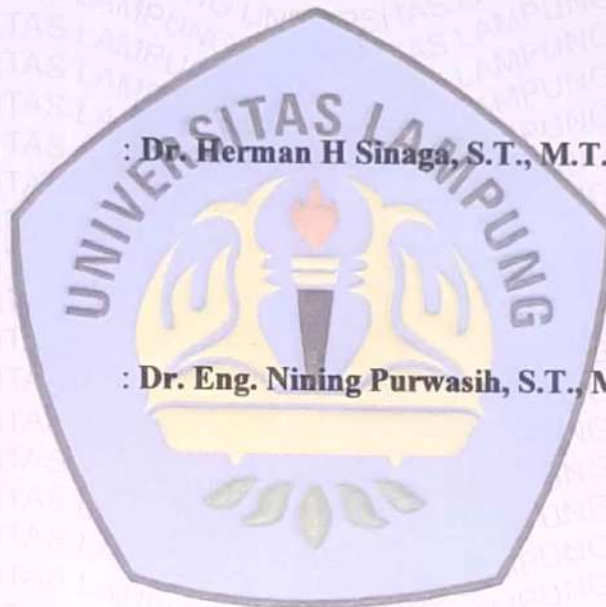
: **Dr. Herman H Sinaga, S.T., M.T.**

Herman H Sinaga

Penguji

: **Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.**

Nining Purwasih



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M. Sc.

NIP 19750928 200112 1 002

Helmy Fitriawan

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **31 Mei 2024**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“ANALISIS ARUS BOCOR PADA ISOLATOR TEGANGAN MENENGAH TERPOLUSI”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari skripsi ini terbukti merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain. Maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 31 Mei 2024



Dithiar Prastya

NPM. 1715031052

RIWAYAT HIDUP



Dithiar Prastya lahir di Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung pada tanggal 11 September 1999, Merupakan anak sulung dari tiga bersaudara. Ketika tahun 2005 penulis masuk Sekolah Dasar Negeri 1 Podomoro kemudian lulus pada tahun 2011. Selanjutnya, menempuh pendidikan di SMP N 1 Pringsewu dan lulus pada tahun 2014. Kemudian masuk ke SMA N 1 Pringsewu.

Kemudian lulus pada tahun 2016. Di tahun 2017 penulis berhasil menjadi mahasiswa di Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Melalui Jalur masuk tes SBMPTN. Selama kuliah, penulis juga aktif mengikuti organisasi. Organisasi ini merupakan organisasi yang ada di dalam kampus. Yakni, Himpunan Mahasiswa Elektro dan Forum Silaturahmi dan Studi Islam Fakultas Teknik

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT, penulis ucapkan atas rahmat dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir yang berjudul **“Analisis Arus Bocor Pada Isolator Tegangan Menengah Terpolusi ”** dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Universitas Lampung.

Dalam proses penulisan skripsi ini terjadi banyak hambatan baik yang datang dari luar dan dari dalam diri penulis. Penulisan skripsi ini pun tidak lepas dari bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Eng. Diah Permata, S.T., M.T. selaku pembimbing I dalam penulisan skripsi iniyang telah memberikan pengarahan dan bimbingan kepada penulis selama melakukan penelitian.
2. Bapak Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T. selaku pembimbing pendamping tugas akhir yang telah memberikan masukan selama melakukan penelitian tugas akhir.
3. Ibu Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T. Selaku penguji tugas akhir yang telah memberikan kritik dan saran selama melakukan penelitian tugas akhir.
4. Kedua orang tua dan saudara saya yang selalu memberi do'a dan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir.
5. Bapak Fadil Hamdani, S.T., M.T. sebagai pembimbing akademik yang telah memberikan masukan dan motivasi selama menjadi mahasiswa.
6. Bapak Sumadi, S.T., M.T. sebagai ketua Program Studi S1 Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
7. Ibu Herlinawati, S.T. M.T. sebagai ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Unila yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan keteladanan selama penulis menjalani studi
9. Bapak dan Ibu civitas akademik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
10. Teman-teman angkatan 2017 teknik elektro dan teknik informatika yang sudah saya anggap seperti keluarga sendiri.
11. Semua pihak yang telah membantu serta mendukung penulis hingga menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi banyak pihak yang membacanya.

Bandar Lampung, 31 Mei 2024

Penulis,



Dithiar Prastya

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Rumusan Masalah.....	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Jenis – Jenis Isolator	5
2.2 Karakteristik Isolator	7
2.3 Breakdown Pada Isolator	9
2.4 Polusi Pada Isolator	11
2.5 Arus Bocor.....	12
2.6 <i>Current Trasnformer (CT)</i>	15
2.7 <i>Transformasi Fourier</i>	16
2.8 Harmonisa.....	18
BAB III. METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	20
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
3.4 Diagram Alir Penelitian	21
3.5 Prosedur Penelitian	22

3.6	Rangkaian Pengujian.....	27
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Hasil Pengukuran.....	28
4.2	Analisis Hasil Pengukuran.....	40
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA.....		55
LAMPIRAN.....		56

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai Konstanta Dilektrikum Beberapa Bahan.....	8
Tabel 2.2 Tingkat Polusi Isolator Berdasarkan ESDD	14
Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian	20

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Isolator Jenis Pin	5
Gambar 2.2 Isolator Jenis Pos	6
Gambar 2.3 Isolator Jenis Gantung.....	7
Gambar 2.4 Isolator Jenis Cincin	7
Gambar 2.5 Hubungan Antara ESDD/NSDD dan Tingkat Polusi.....	14
Gambar 2.6 Prinsip Kerja CT.....	15
Gambar 2.7 Mengaktifkan Menu Analisis Fourier Pada Excel Options.....	16
Gambar 2.8 Menu Analisis Fourier.....	17
Gambar 2.9 Program Input Data dan Plot Gelombang	18
Gambar 2.10 Program FFT dan Plot Spektrum FFT.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2 Nilai Faktor Koreksi Temperatur	23
Gambar 3.3 Sketsa Isolator Elkom 20 NF/150 A	25
Gambar 3.4 Rangkaian Pengujian Distribusi Tegangan Isolator Rantai.....	27
Gambar 4.1 Gelombang Pada Tegangan 2 kV Polusi Rendah.....	28
Gambar 4.2 Gelombang Pada Tegangan 3 kV Polusi Rendah.....	29
Gambar 4.3 Gelombang Pada Tegangan 4 kV Polusi Rendah.....	29
Gambar 4.4 Gelombang Pada Tegangan 5 kV Polusi Rendah.....	30
Gambar 4.5 Gelombang Pada Tegangan 6 kV Polusi Rendah.....	30

Gambar 4.6 Gelombang Pada Tegangan 7 kV Polusi Rendah.....	31
Gambar 4.7 Gelombang Pada Tegangan 8 kV Polusi Rendah.....	31
Gambar 4.8 Gelombang Pada Tegangan 2 kV Polusi Sedang	32
Gambar 4.9 Gelombang Pada Tegangan 3 kV Polusi Sedang	33
Gambar 4.10 Gelombang Pada Tegangan 4 kV Polusi Sedang	33
Gambar 4.11 Gelombang Pada Tegangan 5 kV Polusi Sedang	34
Gambar 4.12 Gelombang Pada Tegangan 6 kV Polusi Sedang	34
Gambar 4.13 Gelombang Pada Tegangan 7 kV Polusi Sedang	35
Gambar 4.14 Gelombang Pada Tegangan 8 kV Polusi Sedang	35
Gambar 4.15 Gelombang Pada Tegangan 2 kV Polusi Tinggi	36
Gambar 4.16 Gelombang Pada Tegangan 3 kV Polusi Tinggi	36
Gambar 4.17 Gelombang Pada Tegangan 4 kV Polusi Tinggi	37
Gambar 4.18 Gelombang Pada Tegangan 5 kV Polusi Tinggi	37
Gambar 4.19 Gelombang Pada Tegangan 6 kV Polusi Tinggi	38
Gambar 4.20 Gelombang Pada Tegangan 7 kV Polusi Tinggi	38
Gambar 4.21 Gelombang Pada Tegangan 8 kV Polusi Tinggi	39
Gambar 4.22 Spektrum Tegangan FFT 2 kV Polusi Rendah.....	40
Gambar 4.23 Spektrum Tegangan FFT 3 kV Polusi Rendah.....	40
Gambar 4.24 Spektrum Tegangan FFT 4 kV Polusi Rendah.....	41
Gambar 4.25 Spektrum Tegangan FFT 5 kV Polusi Rendah.....	41
Gambar 4.26 Spektrum Tegangan FFT 6 kV Polusi Rendah.....	42
Gambar 4.27 Spektrum Tegangan FFT 7 kV Polusi Rendah.....	42
Gambar 4.28 Spektrum Tegangan FFT 8 kV Polusi Rendah.....	43
Gambar 4.29 THD Isolator Pada Polusi Rendah	43

Gambar 4.30 Spektrum Tegangan FFT 2 kV Polusi Sedang	44
Gambar 4.31 Spektrum Tegangan FFT 3 kV Polusi Sedang	44
Gambar 4.32 Spektrum Tegangan FFT 4 kV Polusi Sedang	45
Gambar 4.33 Spektrum Tegangan FFT 5 kV Polusi Sedang	45
Gambar 4.34 Spektrum Tegangan FFT 6 kV Polusi Sedang	46
Gambar 4.35 Spektrum Tegangan FFT 7 kV Polusi Sedang	46
Gambar 4.36 Spektrum Tegangan FFT 8 kV Polusi Sedang	47
Gambar 4.37 THD Isolator Pada Polusi Sedang.....	47
Gambar 4.38 Spektrum Tegangan FFT 2 kV Polusi Tinggi	48
Gambar 4.39 Spektrum Tegangan FFT 3 kV Polusi Tinggi	48
Gambar 4.40 Spektrum Tegangan FFT 4 kV Polusi Tinggi	49
Gambar 4.41 Spektrum Tegangan FFT 5 kV Polusi Tinggi	49
Gambar 4.42 Spektrum Tegangan FFT 6 kV Polusi Tinggi	50
Gambar 4.43 Spektrum Tegangan FFT 7 kV Polusi Tinggi	50
Gambar 4.44 Spektrum Tegangan FFT 8 kV Polusi Tinggi	51
Gambar 4.45 THD Isolator Pada Polusi Tinggi	51

I . PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Isolator saluran distribusi dirancang untuk mampu memikul tekanan tegangan dalam level nominalnya dalam jangka waktu yang lama. Namun terkadang, akibat adanya ketidaksempurnaan pada pembuatan isolasi, cacat pada bagian isolator, polusi pada isolator penggunaan isolator dalam jangka waktu lama dapat mempengaruhi ketahanan isolasi.

Pada beberapa area pemasangan isolator, terdapat polusi tergantung pada kondisi lingkungan isolator tersebut dipasang. Pada beberapa tempat polusi tersebut sangat rendah sehingga tidak berpengaruh secara signifikan. Namun pada area seperti pantai, geothermal dan area industri. Polusi merupakan isu yang penting. Polusi yang dapat terjadi pada isolator seperti: terbentuknya endapan garam, debu, noda air dan hujan asam.

Tingkat polusi perlu dipertimbangkan dalam analisis arus bocor isolator karena akan berpengaruh pada flashover isolator tersebut [1]. Arus bocor isolator merupakan alat monitoring yang cukup akurat karena merepresentasikan aktifitas permukaan yang berkaitan dengan kondisi elektrik nya akibat tekanan lingkungan [2]. Semakin tinggi kelembaban

di lingkungan sekitar isolator, maka semakin tinggi arus bocor yang dapat terjadi [3],

Kuat arus bocor yang mengalir sangat kecil sehingga metode pengukuran menggunakan induksi dari arus yang mengalir pada kawat. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan alat ukur arus yaitu *Current Trasnformer (CT)*. Karena kondisi geografis provinsi lampung sendiri yang dikelilingi oleh laut sehingga isolator pada jaringan listrik cukup rentan terhadap polusi dari garam. Oleh karena itu penelitian ini menggunakan larutan garam sebagai sumber polusi.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengukur arus bocor isolator pada kondisi terpolusi oleh larutan garam.
2. Menghitung nilai THD pada setiap tingkat polusi dan tegangan yang diberikan.
3. Menganalisis pengaruh polusi terhadap nilai THD.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh polusi pada isolator terhadap kinerja isolator.
2. Mengetahui pengaruh tingkat polutan dan arus bocor terhadap *Total Harmonic Distorsion (THD)* yang terjadi.

1.5. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses membuat polutan larutan garam dan debu pada

isolator.

2. Bagaimana proses mengukur arus bocor pada isolator.
3. Bagaimana menganalisis pengaruh polusi terhadap nilai THD.

1.6. Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan dalam masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Hal ini bertujuan agar penulisan yang dilakukan dapat berjalan lancar.

Beberapa batasan yang telah ditetapkan yaitu sebagai berikut :

1. Polusi yang diambil hanya dari pengaruh kadar garam dan debu
2. Suplai tegangan 2 - 8 KV
3. Tidak menganalisis derau dari sekitar

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini memuat latar belakang, tujuan, manfaat, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini berisi Jenis-jenis Isolator, Karakteristik Isolator, Polusi pada Isolator, dan Arus bocor.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagian ini berisi jadwal, tempat, diagram alur Penelitian, Rangkaian Pengujian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisi data hasil pengukuran dan analisis berdasarkan teori

dasar yang sudah ada.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian ini berisi kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan serta saran untuk penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

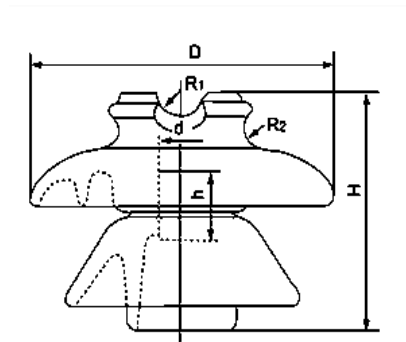
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jenis-Jenis Isolator

Isolator yang digunakan untuk saluran distribusi tenaga listrik berdasarkan fungsi dan konstruksinya dapat dibedakan dalam 4 macam, yaitu :

1. Isolator Jenis Pasak (*pin type insulator*).

Isolator jenis pasak (*pin type insulator*), digunakan pada tiang-tiang lurus (*tangent pole*) dan tiang sudur (*angle pole*) untuk sudut 5° sampai 30° . Kawat penghantar jaringan diletakkan di bagian atas untuk posisi jaringan lurus, sedangkan untuk jaringan dengan sudut di bawah 10° kawat penghantarnya diikatkan pada bagian samping agar dapat memikultarikan kawat.

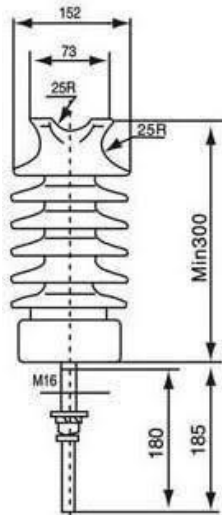


Gambar 2.1. Isolator Jenis Pin.

Kekuatan tarik isolator jenis pasak ini lebih rendah bila dibandingkan dengan isolator jenis gantung, karena kekuatan isolator jenis pasak ini ditentukan oleh kekuatan pasaknya terhadap gaya tarikan kawat penghantar.

2. Isolator Jenis Pos (*post type insulator*).

Isolator jenis pos ini bagian atasnya diberi tutup (*cap*) dan bagian bawah diberi pasak yang terbuat dari bahan besi atau baja tempaan. Bahan yang digunakan untuk isolator jenis pos ini terbuat dari bahan porselin basah yang murah harganya.

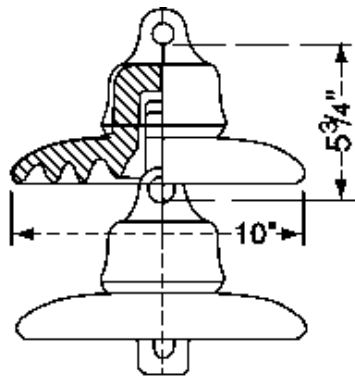


Gambar 2.2. Isolator Jenis Pos.

Kekuatan mekanis isolator jenis pos ini lebih tinggi dibandingkan isolator jenis pasak dan penggunaannya hanya pada jaringan distribusi primer untuk tiang lurus (*tangent pole*) pada sudut 5° sampai 15° . Isolator jenis pos yang digunakan untuk jaringan distribusi 20 kV, memiliki tegangan tembus sebesar 35 kV dengan kekuatan tarik (*tensile strenght*) sebesar 5000 pon.

3. Isolator Jenis Gantung (*suspension type insulator*).

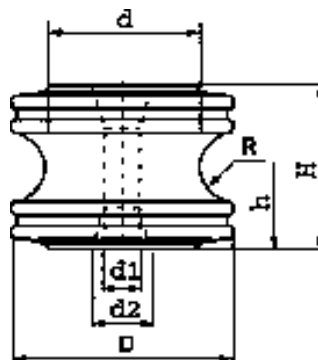
Umumnya isolator gantung dengan bahan gelas ini digunakan untuk jaringan distribusi primer, sedangkan isolator gantung dari bahan porselin banyak digunakan untuk gandingan-gandingan pada jaringan transmisi tegangan tinggi.[4]



Gambar 2.3. Isolator Jenis Gantung.

4. Isolator Jenis Cincin (*spool type insulator*).

Isolator cincin bentuknya bulat berlubang ditengahnya seperti cincin yang hanya terdapat satu atau dua lekukan saja yang seluruhnya terbuat dari bahan porselin.



Gambar 2.4. Isolator Jenis Cincin.

2.2 Karakteristik Isolator

1. Karakteristik Elektris

Apabila tegangan diterapkan pada isolator yang ideal di kedua elektroda tersebut, maka dalam waktu singkat arusnya yang mengalir terhenti dan didalam bahan isolasi terjadi suatu muatan (Q). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan tegangan (V) diantara kedua elektroda. Besarnya muatan itu adalah :

$$Q = C \times V \quad (2.1)$$

Untuk bahan isolasi porselin dan gelas nilai konstante dielektriknya lebih tinggi dibandingkan dengan bahan-bahan isolasi yang lain. Bandingkan konstante dielektrik bahan-bahan di bawah ini.

Tabel 2.1. Nilai Konstanta Dilektrikum Beberapa Bahan

Macam Bahan	ε	Macam Bahan	E
Ebinit	2,8	Parafin	2,1 - 2,5
Fiber	2,5 – 5	Kertas	2,0 - 2,6
Gelas	5,4 - 9,9	Porselin	5,7 - 6,8
Mika	2,5 - 6,6	Air	2,0 - 3,5
Minyak	2,2 - 6,6	Kayu	2,5 - 7,7

Selain nilai konstante dielektrik yang mempengaruhi nilai kapasitansi, luas dan tebalnya suatu bahan mempengaruhi juga nilai kapitasi tersebut. Makin besar volume suatu bahan makin bertambah tinggi muatannya, dan makin besar nilai kapasitansinya yang ditentukan dengan persamaan.

$$C = \varepsilon \frac{A}{d} \quad (2.2)$$

Dimana :

C = kapasitansi suatu bahan (Farad)

ε = konstanta dilektrikum

A = luas permukaan bahan (m²)

d = diameter atau tebal bahan (m)

Oleh karena itu pendistribusian tegangan pada bahan isolasi tidak seragam, dan

lebih besar pada bagian yang terkena tegangan. Hal ini disebabkan terjadinya arus kebocoran (leakage current) yang melalui permukaan bahan tersebut. Arus kebocoran ini kecil kalau dibandingkan dengan arus yang mengalir pada bahan isolasi tersebut, yang besarnya adalah :

$$I = \frac{V}{R_i} \quad (2.3)$$

Dimana :

I = arus kebocoran dalam Ampere

V = tegangan yang melaluinya dalam Volt

R_i = tahanan isolasi dalam Ω

2. Karakteristik Mekanis

Kekuatan mekanis dari isolator gantung dan isolator batang panjang harus diuji untuk mengetahui kemampuan mekanis dan keseragamannya. Kekuatan jenis ini dan line post ditentukan oleh kekuatan pasaknya (pin) terhadap moment tekukan (bending momen) oleh penghantar. Pengkajian kekuatannya karena itu dilakukan dengan memberikan beban kawat secara lateral terhadap pasak.

2.3 Breakdown pada isolator

Breakdown pada isolator terjadi ketika isolator tersebut gagal dalam mempertahankan tegangan listrik yang diharapkan, sehingga arus listrik melintasi isolator tersebut dan terjadi hubungan konduktif yang tidak diinginkan antara dua titik yang seharusnya terisolasi. Breakdown pada isolator dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk :

1. Tegangan berlebih isolator

Isolator memiliki batasan tegangan yang dapat mereka tangani, jika tegangan yang diberikan melebihi batas ini, isolator dapat mengalami breakdown dan mengalirkan arus listrik. Tegangan berlebih dapat disebabkan oleh lonjakan tegangan, arus bocor atau gangguan pada sistem kelistrikan.

2. Kelembaban

Kelembaban atau tinggi tinggi dapat menyebabkan breakdown pada isolator. Air atau kelembaban dapat mengurangi kemampuan isolator untuk mempertahankan tegangan isolasi yang diperlukan, sehingga menyebabkan breakdown..

3. Polutan

Kotoran, debu, minyak atau zat lain yang menempel pada permukaan isolator dapat mengganggu kinerja isolator. Lapisan kotoran ini dapat menyebabkan titik-titik lemah dalam isolator, dimana breakdown dapat terjadi.

4. Kerusakan fisik

Kerusakan fisik pada isolator, seperti retak atau pecah dapat menyebabkan breakdown. Kerusakan tersebut dapat terjadi akibat tekanan mekanis, getaran atau kejadian lain yang merusak integritas fisik isolator.

5. Usia Pemakaian

Isolator yang telah digunakan dalam jangka waktu yang lama dapat mengalami penurunan kinerja seiring berjalannya waktu. Isolator yang sudah tua atau aus lebih rentan terhadap breakdown.

2.4 Polusi pada Isolator

Polusi garam dan debu pada isolator adalah masalah umum yang dapat mempengaruhi kinerja sistem isolasi. Kedua jenis polutan ini dapat menyebabkan berbagai masalah termasuk penurunan daya tahan isolator dan kemungkinan kegagalan isolasi.

Polusi garam pada isolator terutama terjadi di daerah pantai atau lingkungan yang terpapar udara yang mengandung konsentrasi garam yang tinggi. Garam dapat menumpuk pada permukaan isolator dan menyebabkan pembentukan lapisan korosif. Lapisan ini dapat mengurangi kemampuan isolator untuk mencegah kebocoran arus listrik, yang pada gilirannya dapat menyebabkan lonjakan atau gangguan listrik.

Polusi debu pada isolator juga dapat menyebabkan masalah serupa. Debu dapat menumpuk pada permukaan isolator dan membentuk lapisan yang mengurangi kemampuan isolator untuk mengisolasi tegangan listrik. Debu juga dapat menyerap kelembaban dan juga membentuk lapisan konduktif yang memungkinkan arus bocor melalui isolator. [3]

Polusi garam dan debu pada isolator dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Berikut adalah beberapa penyebab umum polusi garam dan debu pada isolator.

1. Lingkungan Pesisir

Daerah yang berdekatan dari pantai atau daerah yang terpapar oleh angin laut cenderung memiliki konsentrasi garam yang tinggi. Angin membawa partikel garam dari laut dan menempatkannya pada permukaan isolator di daerah

tersebut.

2. Industri

Lingkungan industri, terutama yang terkait dengan industri kimia atau pabrik yang menghasilkan debu, dapat menghasilkan polusi debu yang dapat menempel pada isolator.

3. Lingkungan Perkotaan

Di daerah perkotaan, aktivitas lalu lintas kendaraan dan aktivitas manusia dapat menghasilkan polusi debu. Partikel ini dapat terbawa oleh angin dan menempel pada isolator.

4. Lingkungan berangin

Daerah yang sering terkena angin kencang dapat mengalami peningkatan polusi debu. Angin dapat mengangkat dan menghembuskan partikel debu dari tanah atau permukaan lainnya ke area isolator.

5. Kegiatan alami

Polusi garam dan debu juga dapat berasal dari kegiatan alami seperti erosi tanah, angin, pasir serta letusan gunung berapi. Partikel-partikel ini dapat tersebar ke area isolator dan menempel pada permukaannya.

2.5 Arus Bocor

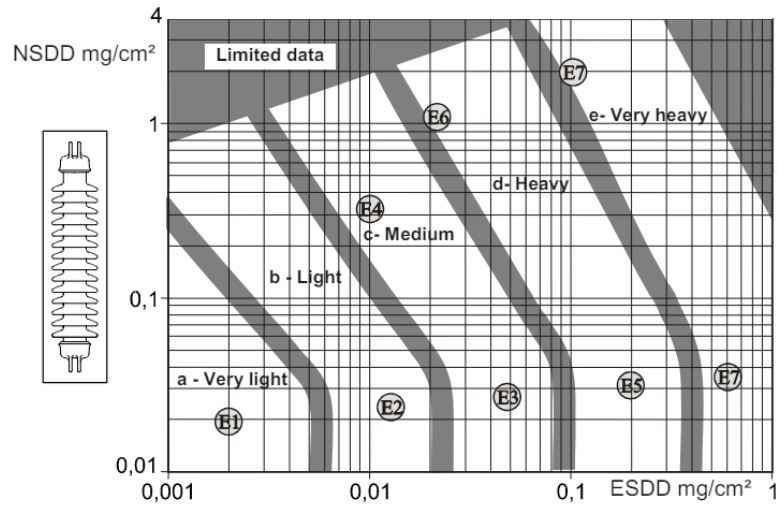
“Arus bocor merupakan arus yang mengalir menembus atau melalui permukaan isolasi. Arus bocor juga disebabkan oleh rongga-rongga pada bahan isolasi, yang disebabkan kesalahan pada pembuatan bahan isolasi tersebut”. [5]

Arus bocor pada isolator tegangan menengah mengacu pada situs dimana ada aliran listrik yang tidak diinginkan melalui isolator, yang seharusnya tidak mengalirkan listrik. Arus bocor dapat terjadi karena beberapa alasan, termasuk kerusakan isolator, pencemaran isolator, kelembaban berlebih atau kondisi lingkungan yang tidak sesuai.

Kerusakan fisik pada isolator, seperti retak atau pecah, dapat memungkinkan aliran listrik melalui isolator. Pencemaran isolator oleh kotoran, debu atau kontaminan lainnya juga dapat mengakibatkan arus bocor. Kelembaban berlebih atau keadaan cuaca yang buruk, seperti hujan lebat atau salju, juga dapat menyebabkan arus bocor karena air dapat menghantarkan arus listrik.[6]

Polusi garam adalah salah satu penyebab umum arus bocor pada isolator tegangan menengah. Terutama di daerah yang terpapar lingkungan yang mengandung garam seperti pantai atau daerah industri, partikel garam dapat menempel pada permukaan isolator. Garam yang terdapat di lingkungan sekitar isolator dapat menyebabkan peningkatan konduktivitas dan memungkinkan arus listrik mengalir melalui permukaan isolator. Hal ini dapat menyebabkan arus bocor yang tidak diinginkan

Salah satu penyebab lain arus bocor pada isolator tegangan menengah adalah polusi debu. Debu yang menumpuk pada permukaan isolator dapat mengakibatkan arus bocor karena debu memiliki sifat konduktif yang memungkinkan aliran listrik melalui permukaan isolator. Kombinasi polusi garam dan debu dapat menjadi penyebab yang cukup umum untuk arus bocor pada isolator tegangan menengah. Kedua elemen tersebut dapat saling memperburuk efeknya dan meningkatkan kemungkinan terjadinya arus bocor.



Gambar 2.5 Hubungan Antara ESDD/NSDD dan Tingkat Polusi.

Berikut adalah tabel yang mewakili tingkat Equivalent Salt Deposit Density (ESDD) untuk isolator batang panjang:

Tabel 2.2 Tingkat Polusi Isolator Berdasarkan ESDD

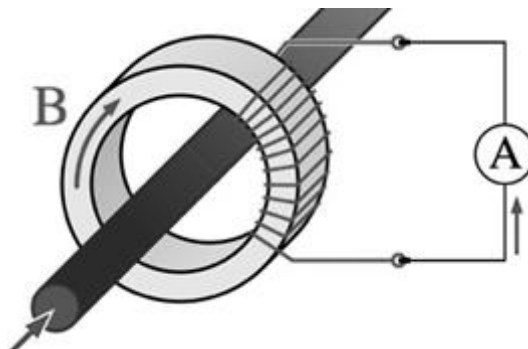
Tingkat Polusi	Rentang ESDD (mg/cm ²)
Sangat Ringan	< 0,03
Ringan	0,03 - 0,06
Sedang	0,06 - 0,12
Berat	0,12 - 0,6
Sangat Berat	> 0,6

Tabel ini merangkum klasifikasi tingkat keparahan polusi berdasarkan nilai ESDD untuk isolator batang panjang [7]. Penelitian ini menggunakan 3 tingkat keparahan polusi yaitu : tingkat polusi rendah (0,06 mg/cm²), sedang (0,1 mg/cm²), dan berat (0,6 mg/cm²).

2.6 Current Transformer (CT)

Transformator arus (current transformer, disingkat CT) adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur arus listrik yang mengalir pada konduktor tanpa terhubung secara langsung dengan rangkaian. Prinsip kerja current transformer didasarkan pada induksi elektromagnetik.

Prinsip kerja current transformer dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.6 Prinsip Kerja CT.

1. Seperti yang terlihat pada gambar 2.5 CT memiliki inti besi feromagnetik yang umumnya berbentuk toroid. Pada saat kabel penghantar yang membawa arus yang akan diukur dililitkan melalui lubang di inti toroid. Ketika arus mengalir melalui kabel penghantar, ia menciptakan medan magnet di sekitar kabel tersebut.
2. Pada inti besi terdapat kumparan kawat yang dikenal sebagai kumparan sekunder. Medan magnet yang terbentuk oleh arus primer (arus yang mengalir melalui kabel penghantar) akan memotong kumparan sekunder dan menginduksi arus pada kumparan sekunder.
3. Rasio antara arus primer dan arus sekunder disebut rasio perbandingan CT. Nilai rasio ini telah ditentukan saat pembuatan CT tergantung pada aplikasi

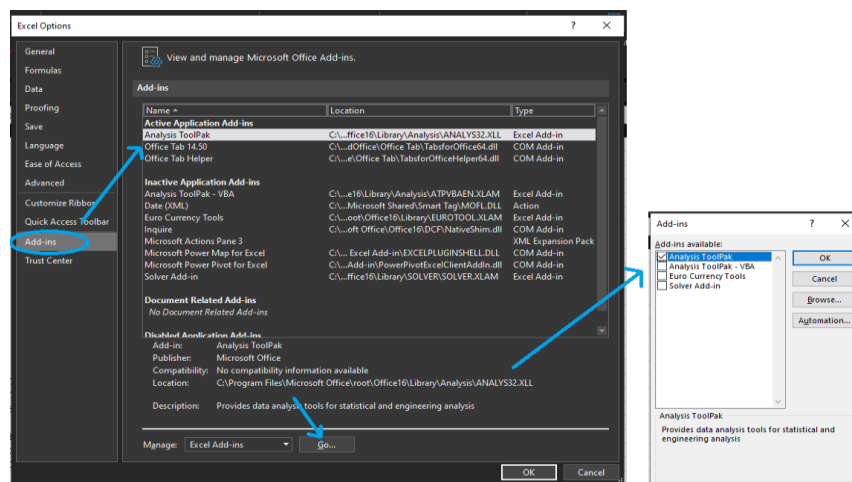
dan spesifikasi yang diinginkan.

Salah satu fungsi utama CT adalah untuk memisahkan arus besar yang mengalir di kabel penghantar menjadi arus kecil yang dapat diukur dengan aman oleh perangkat pengukuran atau alat proteksi.

2.7 Transformasi Fourier

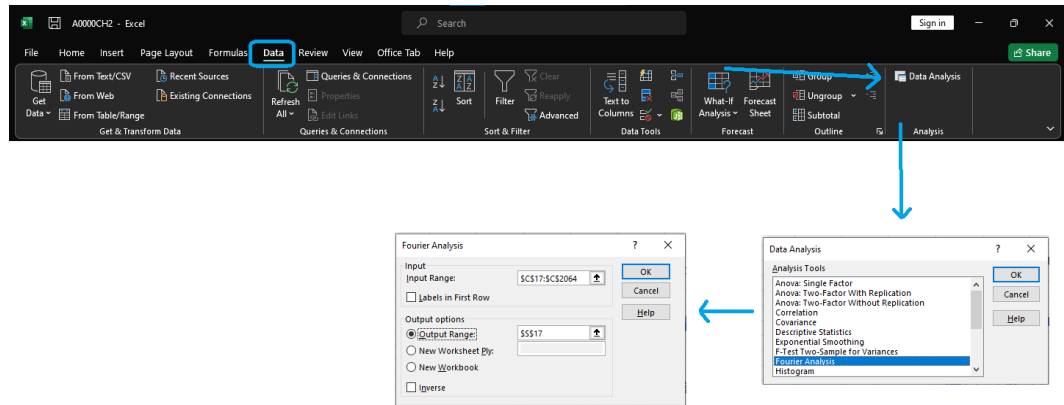
Transformasi Fourier adalah suatu operasi integral yang mengubah fungsi waktu menjadi fungsi frekuensi. Transformasi ini memiliki beberapa fungsi penting untuk Analisis Frekuensi, pemrosesan sinyal dan yang lainnya. Untuk melakukan transformasi fourier terdapat 2 software yang dapat digunakan untuk memudahkan transformasi dari data sampel uji yaitu menggunakan *Microsoft Excel* dan *Matlab*. Berikut ini adalah langkah langkah transformasi fourier menggunakan Excel :

1. Buka file hasil pengukuran menggunakan Excel.
2. Kemudian untuk memunculkan menu Analisis Fourier pada penggunaan pertama kalinya perlu diaktifkan dengan pilih File > Options. Lalu akan muncul jendela seperti yang terlihat pada Gambar 4.22. Pilih Add-ins > Analisis ToolPak > Go, kemudian centang pada bagian Analisis Toolpak



Gambar 2.7 Mengaktifkan Menu Analisis Fourier Pada Excel Options.

3. Pilih Data > Data Analysis lalu pilih Fourier Analysis pada window yang muncul seperti yang terlihat pada Gambar 4.23.



Gambar 2.8 Menu Analisis Fourier.

4. Setelah itu masukan data yang akan di transformasikan pada bagian input, jumlah data yang dimasukan harus 2^n (contoh : 2, 4, 8, 16) dan pada bagian output pilih output range dan pilih daerah kolom yang kosong untuk menampilkan data hasil transformasi.
5. Lalu menghitung nilai magnitudo hasil dari transformasi fourier dengan rumus 'imabs(inumber)' untuk semua hasil dan menampilkannya dalam bentuk grafik pada menu insert.

Berbeda dengan Excel, FFT pada matlab menggunakan kode program. Pada umumnya untuk melakukan FFT dibagi menjadi beberapa program yaitu : input gelombang sinyal data, masukan parameter gelombang (seperti frekuensi/time sample), plot gelombang data, transformasi fourier itu sendiri dan plot untuk menampilkan spektrum data FFT.

Berikut ini adalah contoh program yang digunakan pada penelitian ini :

```

- clear all, close all, clc
- TT=load('C:\Matlabdata\DD.TXT');
- % TT = readtimetable(filename)
- dt=.00002;
- t=0:dt:(0.08-0.00002);
- x=transpose(TT);

- L=length(x);
- Fs=mean(diff(t));
- f=(0:L-1)*Fs/L;

- % Gelombang Data
- figure(1)
- plot(t,x)
- grid on, xlabel('Time (us)'), ylabel ('magnitude')
- title("Gelombang hasil pengukuran ")
- xlabel("t (us)")
- ylabel("Magnitude")

```

Gambar 2.9 Program Input Data dan Plot Gelombang.

```

- X=fft(x);
- X_norm=1/L*X;

- freq=1/(dt*(L-1))*(0:(L-1));
- LL=1:floor(L/2);

- % Singe side spektrum
- % figure (2)
- X_s=abs(X_norm);
- figure(2)
- stem(freq(LL), X_s(LL), 'k')
- title("spektrum sisi-tunggal X(t)")
- xlabel("frekuensi | Hz")
- ylabel("magnitude, V")

```

Gambar 2.10 Program FFT dan Plot Spektrum FFT.

2.8 Harmonisa

Harmonisa adalah fenomena di mana gelombang atau sinyal periodik tidak hanya terdiri dari satu frekuensi dasar (fundamental), tetapi juga berisi komponen frekuensi kelipatan dari frekuensi dasar tersebut. Harmonisa ini dapat terjadi

dalam sistem tenaga listrik karena berbagai alasan, seperti beban non-linear, gangguan elektromagnetik, atau peralatan listrik yang tidak linier dalam sifatnya.

Dalam sistem tenaga listrik, Keberadaan harmonisa dapat menyebabkan berbagai masalah, termasuk peningkatan kerugian daya, overheating pada peralatan listrik, gangguan pada peralatan sensitif, dan degradasi kualitas daya listrik. Oleh karena itu, pengukuran, pemantauan, dan pengendalian harmonisa menjadi penting dalam menjaga stabilitas dan kinerja optimal dalam sistem tenaga listrik.

Ketika arus bocor terjadi, tegangan pada isolator akan berosilasi, dan jika arus bocor ini tidak murni sinusoidal, maka akan ada komponen harmonik dalam arus tersebut.

Ukuran dari jumlah distorsi harmonik yang dihasilkan oleh suatu sinyal disebut dengan THD (Total Harmonic Distortion). THD diukur sebagai persentase dari total daya harmonik terhadap total daya sinyal pada suatu frekuensi tertentu. Cara menghitung THD adalah sebagai berikut :

$$THD = \frac{\sqrt{H_2^2 + H_3^2 + H_4^2 + \dots}}{H_1} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} H_n^2}}{H_1} \quad (2.4)$$

Di sini, H_1 adalah amplitudo sinyal asli atau frekuensi dasar dan H_2, H_3, H_4 , dst. adalah amplitudo harmonisa kedua, ketiga, keempat, dan seterusnya. Hasilnya adalah persentase THD, yang menggambarkan seberapa besar distorsi harmonik yang dihasilkan. Pengukuran THD yang lebih rendah menunjukkan distorsi yang lebih rendah, yang biasanya diinginkan dalam aplikasi seperti *audio high-fidelity*, sistem pengukuran, dan peralatan listrik yang sensitif terhadap distorsi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Adapun waktu dan tempat penelitian ini dilaksanakan pada:

Waktu : Juli 2023 – Mei 2024

Tempat : Laboratorium Teknik Elektro Universitas Lampung

3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian

Adapun jadwal kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

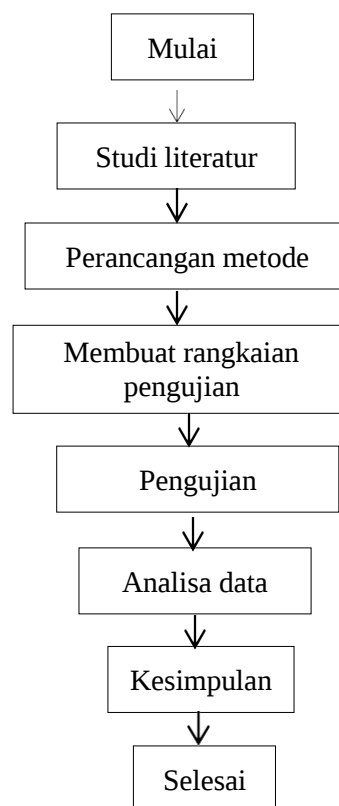
No	Kegiatan	Juli				Agustus				Oktober				Januari				mei			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																				
2	Perancangan Metode																				
3	Seminar Usul																				
4	Pengujian dan Pengambilan Data																				
5	Analisis dan Pembahasan																				
6	Seminar Hasil																				

3.3 Alat dan Bahan

- Trafo Tegangan (2 - 8 kv)
- Kabel penghubung
- Isolator Tegangan Menengah (1 unit)
- Osiloskop
- Trafo Step Down
- Current Transformer (CT)
- Multimeter (2 unit)

3.4 Diagram Alur Penelitian

Adapun diagram alir pada penelitian ini terdapat pada gambar 3.1 yang menunjukkan langkah kerja penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Dimulai dengan studi literatur, kemudian perancangan metode yang akan digunakan. Tahap selanjutnya adalah persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Dalam hal ini pembuatan rangkaian pengujian dan polutan yang akan digunakan yaitu larutan garam dan debu. Kemudian pengujian arus bocor isolator yang telah diberi polutan, arus yang bocor dari isolator tersebut akan diukur dengan menggunakan rogowski coil dan CT lalu kemudian ditampilkan pada osiloskop. Setelah itu dilakukan analisis dari data yang didapat pada pengujian hingga mendapatkan kesimpulan.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dari pembuatan polutan hingga pengujian arus bocor isolator, dibagi menjadi beberapa bagian. Tahap pertama yaitu pembuatan polutan dalam hal ini larutan garam dan debu, lalu polutan tersebut didiberikan pada permukaan isolator secara merata sesuai dengan tingkat konsentrasi yang diinginkan. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian pada isolator yang telah diberi polutan. Untuk mengetahui tingkat konsentrasi polutan garam pada isolator (ESDD), harus mengetahui konduktifitas polutan kemudian dari konduktifitas polutan itulah dapat diketahui tingkat konsentrasi dari polutan yang menempel pada isolator.

3.5.1 Pengukuran Konduktivitas Polutan

Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui nilai konduktifitas dari polutan yang ada pada isolator, yang akan mempengaruhi nilai konduktifitas permukaan isolator. Langkah – langkah untuk mengukur konduktifitas sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan
2. Rendam isolator dalam air steril ($\sigma < 0,001 \text{ S/m}$)
3. Bersihkan permukaan isolator dari polutan hingga isolator benar – benar bersih.
4. Air bekas tersebut diambil dan diukur konduktifitasnya.

Selanjutnya menghitung koreksi konduktifitas larutan dengan menggunakan persamaan 3.1.

$$\sigma_{20} = \sigma_{\theta}[1 - b(\theta - 20)] \quad (3.1)$$

Keterangan:

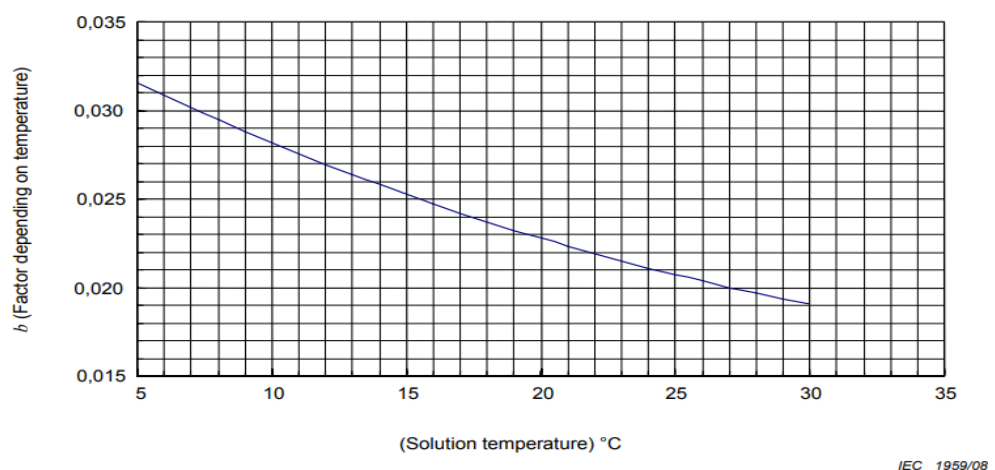
σ_{20} : Konduktivitas pada Temperatur 20 °C

θ : Suhu larutan (°C)

σ_{θ} : Konduktivitas pada Temperatur θ °C

b : faktor koreksi pada temperatur θ

Nilai faktor koreksi pada temperatur dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Nilai Faktor Koreksi Temperatur.

Tingkat konsentrasi dari polutan (ESDD) pada permukaan isolator dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.2.

$$Sa = (5,7\sigma_{20})^{1,03}$$

$$ESDD = Sa \bullet V/A \quad (3.2)$$

Keterangan:

Sa : Salinitas Larutan Garam (mg/ cm³)
 ESDD : konsentrasi polutan (mg/ cm²)
 V : Volume Air Pencuci (cm³)
 A : Luas Permukaan isolator (cm²)

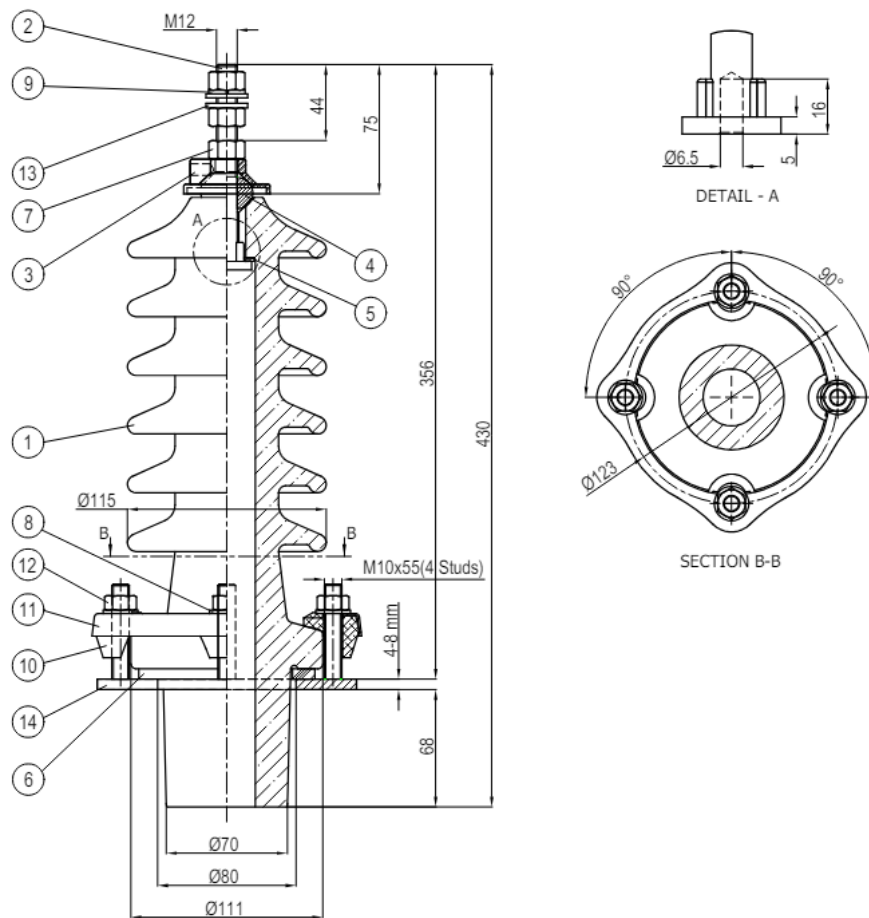
3.5.2 Perhitungan Luas Permukaan Isolator

Luas permukaan isolator dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.3.

$$A = 2\pi h \left(r + \frac{D}{2} \right) \quad (3.3)$$

Keterangan:

A = Luas permukaan isolator (cm²)
 h = Tinggi (cm)
 r = Jari jari lingkaran dalam (cm)
 D = Diameter (cm)



Gambar 3.3 Sketsa Isolator Elkom 20 NF/150 A.

Isolator yang digunakan pada penelitian ini memiliki Spesifikasi fisik sebagai berikut Tinggi (h) = 21 cm, jari – jari lingkaran dalam (r) = 5,5 cm, diameter keseluruhan (D) = 11,5 cm Sehingga luas permukaan isolator dapat dihitung :

$$A = 2\pi h \left(r + \frac{D}{2} \right)$$

$$A = 2\pi 21 \left(4 + \frac{11,5}{2} \right)$$

$$A = 1286,5$$

3.5.2 Perhitungan Konsentrasi Larutan Garam.

Dengan mengubah persamaan 3.1 didapatkan persamaan 3.4 untuk menghitung konsentrasi larutan garam..

$$Sa = \frac{ESDD \cdot A}{V} \quad (3.4)$$

$$V = 10 \text{ ml}$$

$$A = 1286,5 \text{ cm}^2$$

Tingkat polusi yang pada percobaan ini menggunakan 3 tingkatan berdasarkan Tabel 2.2 yaitu polusi rendah (0,06 mg/cm²), sedang (0,1 mg/cm²), dan berat (0,6 mg/cm²).

Untuk larutan konsentrasi ringan (0,06 mg/cm²)

$$Sa = \frac{0,06 \times 1286}{10} = 7,7 \text{ mg/cm}^3$$

Untuk larutan konsentrasi sedang (0,1 mg/cm²)

$$Sa = \frac{0,06 \times 1286}{10} = 12,86 \text{ mg/cm}^3$$

Untuk larutan konsentrasi tinggi (0,6 mg/cm²)

$$Sa = \frac{0,6 \times 1286}{10} = 77 \text{ mg/cm}^3$$

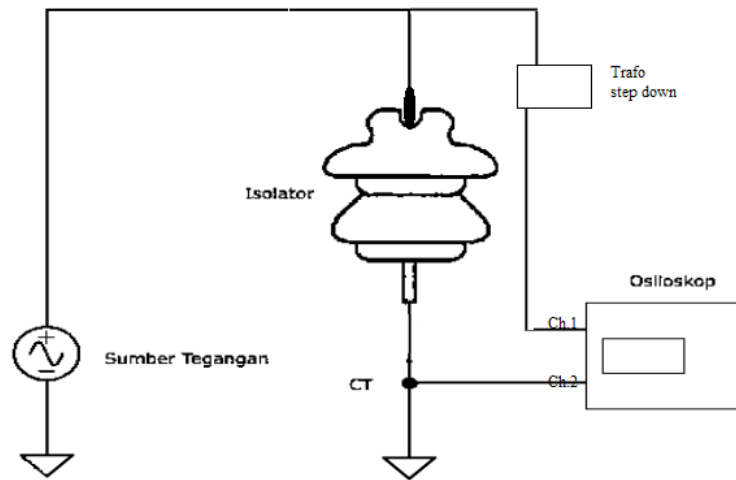
3.5.3 Pembuatan Larutan Garam

1. Mengiapkan garam, air bersih, dan wadah/mangkuk pencampur.
2. Melarutkan garam dengan air bersih dengan komposisi 10 ml air dengan 77 mg garam untuk konsentrasi rendah.
3. Kemudian simpan larutan garam kedalam botol.

4. Ulangi langkah tersebut dengan 128 mg garam untuk mendapatkan konsentrasi sedang, dan 770 mg garam untuk konsentrasi tinggi.

3.6 Rangkaian Pengujian

Rangkaian pengujian arus bocor pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar :



Gambar 3.4 Rangkaian Pengujian Distribusi Tegangan Isolator Rantai.

Isolator yang telah diberi larutan garam dihubungkan dengan trafo TM 2 - 8 kV. Tegangan output trafo tersebut diukur dan disuplai ke terminal input isolator tiap interval 1 Kv. Kemudian arus yang bocor dari terminal output isolator tersebut akan ditangkap oleh CT lalu ditampilkan pada osiloskop.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Isolator dengan kondisi polusi garam yang lebih tinggi memiliki arus bocor yang lebih tinggi dari pada isolator dengan polusi rendah. Hal ini dikarenakan adanya arus menjadi lebih mudah mengalir pada permukaan isolator.
2. Saat isolator diberi tegangan akan terjadi harmonik yang menjadi tanda adanya arus bocor yang mengalir pada isolator, dimana semakin besar tegangan dan tingkat polusi pada isolator membuat total distorsi harmoniknya meningkat.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Membersihkan isolator sebelum melakukan pengukuran pada tingkat tegangan yang berbeda.
2. Lebih variasikan polusi yang diberikan pada isolator dengan polusi tak larut seperti debu, serbuk tepung ataupun semen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad, A., Salman, dan Ali. 2009. "Monitoring of Leakage Current for Composite".
- [2] Dianisios, P., Kiriakos, S., Eleftheria, P. 2011. "Measuring and Analyzing Leakage Current for Outdoor Insulators and Specimens", Advanced Study Center Co. L.
- [3] Obet. P., dan Syahrawardi. 2016. "Pengaruh Kelembaban Terhadap Arus Bocor Isolator Piring Jenis Porselen Terpolusi Abu Vulkanik". Jurnal Singuda Ensikom 14, No. 38.
- [4] Dyoko Setyadi, Tumiran, Hamzah Berahim. 2001. "Pengaruh Kontaminan Terhadap Isolator Gantung".
- [5] A. Sofwandan dan S. A. Kusuma, "Pendeteksian Dini Terhadap Arus BocorKabel Tanah Tegangan Menengah Pada Transformator 150 / 20 kv". Sinusoida, vol. XX, no. 2, p. 69, 2018.
- [6] Sirait, KT, Zoro, R, Darwanto. 1986. "Teknik Tegangan Tinggi". Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [7] IEC 815 "*Selection and Dimensioning of High Voltage Insulators for Polluted Conditions*", Std. 1986.
- [8] Latief, Melda dan Suwarno, "*Unjuk Kerja Permukaan Isolator Pasangan Luar Polimer Epoxy Resin 20 kV pada Berbagai Kondisi Lingkungan*", Seminar Nasional Teknik Ketenagalistrikan, 2005.
- [9] Waluyo, N. I., "*Leakage Current and Pollutant properties of Porcelain Insulators from the Geothermal Area. Electronics, And Communications*", ECTI, 2010.
- [10] Mohamed E. Ibrahim, dan Amr M. Abd-Elhady, "*Rogowski Coil Transducer Based Condition Monitoring of High Voltage Insulators*" Faculty of Engineering, Menoufia University, 2020.