

Analisis Perbandingan Arus Bocor Isolator Tipe Disc Porcelain dan Tipe Disc Glass

ANDRE JUWANTO¹, WALUYO¹

¹Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: andrejuwanto99@mhs.itenas.ac.id

Received 03 09 2023 | Revised 10 09 2023 | Accepted 08 09 2023

ABSTRAK

Pada sistem kelistrikan di Indonesia, banyak menggunakan bahan isolasi berjenis keramik dan gelas. Isolator dengan bahan gelas akan mudah pecah jika dioperasikan pada suhu yang berubah ubah secara tajam, sehingga membuat isolator gelas dibatasi pemakaiannya hanya untuk instalasi pasangan dalam, tidak untuk instalasi yang mengalami perubahan suhu yang tajam. Isolator biasanya dipasang diruang terbuka, maka perlu di lakukan pengetesan terhadap isolator dengan berbagai macam kondisi pemasangan dan waktu yang berbeda – beda, Selain itu waktu juga merupakan alasan yang penting, dikarenakan seiring waktu berjalan dan berubah-ubahnya setiap harinya, tingkat kelembaban dan suhu yang terjadi karena kabut, hujan, dan pergantian siang dan malam juga berubahubah yang membuat tingkat konduktivitas di permukaan isolator, yang menurunkan properti dielektrik dan dapat menyebabkan kegagalan kerja dari isolator itu sendiri. Adapun tujuan penulis yang ingin dicapai yaitu untuk mengetahui nilai arus bocor yang dihasilkan pada isolator tipe disc bahan porcelain dan tipe disc bahan glasses. Serta memperoleh faktor lingkungan yang dominan terhadap kinerja isolator. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran selama 35 Hari dengan mengukur nilai arus bocor dengan paramater lingkungan kelembaban dan suhu yang nantinya dijadikan dalam bentuk grafik untuk dianalisa. Hasil penelitian yang didapat yaitu rata-rata nilai arus bocor terbesar pada isolator porcelain terjadi saat pagi hari yaitu 188,672 μ A, dan Rata-rata nilai arus bocor terbesar pada isolator glass terjadi saat malam hari yaitu 194,831 μ A. Kesimpulan yang didapat dari beberapa metoda analisis yang dipakai pada penelitian kali ini didapatkan bahwa parameter yang paling berpengaruh dan dominan dalam pembentukan arus bocor kedua isolator adalah suhu-kelembaban dengan nilai korelasi tertinggi pada angka 0,485 pada suhu di isolator saat pagi hari, lalu pada kelembaban nilai korelasi tertinggi ada pada angka 0,833 pada isolator kaca saat malam hari.

Kata Kunci : Arus bocor, Kelembaban, Suhu, Isolator porselen, Isolator kaca

ABSTRACT

In the electrical system in Indonesia, many types of ceramic and glass insulation materials are used. Insulators made of glass will break easily if operated at temperatures that change sharply, thus limiting their use to indoor installations, not to installations subjected to sharp changes in temperature. The isolator is usually installed in an open space, so it is necessary to test the insulator under various conditions of installation and at different times. In addition, time is also an important reason, because over time and changes every day, humidity and temperature levels change. This occurs because of fog, rain, and the change of day and night also changes which makes the level of conductivity on the surface of the insulator, which decreases the dielectric property and can cause work failure of the insulator itself. The author's goal to be achieved is to determine the value of the leakage current generated on disc type insulators made of porcelain and disc types made of glasses. As well as obtaining the dominant environmental factors on the performance of the insulator. In this study, measurements were carried out for 35 days by measuring the value of the leakage current with the environmental

parameters of humidity and temperature which were later made into graphical form for analysis. The research results obtained were that the largest average leakage current value for porcelain insulators occurred in the morning, namely 188.672 μA , and the largest average leakage current value for glass insulators occurred at night, namely 194.831 μA . The conclusion drawn from several analytical methods used in this study is that the most influential and dominant parameter in the formation of leakage currents for the two insulators is temperature-humidity with the highest correlation value at 0.485 at the temperature in the insulator in the morning, then at humidity the value the highest correlation is at 0.833 on the glass insulator at night.

Keywords : Leakage current, humidity, temperature, porcelain insulator, glass insulator

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perubahan era globalisasi di dunia kita semakin kewalahan menghadapi dunia yang semakin canggih ini. Mulai dari perkembangan di dunia teknologi yang semakin mutakhir. Dalam saluran udara jaringan transmisi terdapat salah satu komponen utama dari sistem transmisi adalah isolator, yang digunakan untuk memisahkan satu konduktor ke konduktor lain atau konduktor ke tower yang dibumikan, tentunya isolator harus dibuat dari bahan isolasi yang baik untuk mencegah kegagalan isolasi pada isolator. Isolator adalah peralatan yang terdiri dari bahan dielektrik yang berguna untuk mengisolir suatu konduktor bertegangan dengan konduktor lain yang memiliki beda potensial atau konduktor bertegangan dengan kawat penyangga yang diketanahkan agar tidak terjadi kebocoran arus (*leakage current*) dan loncatan bunga api (*flash over*) yang mengakibatkan terjadinya gangguan pada sistem yang dapat mengurangi keandalan sistem serta dapat membahayakan manusia (**Kusumaningrum, 2014**). Pada sistem kelistrikan di Indonesia, banyak menggunakan bahan isolasi berjenis keramik dan gelas (**Aryanto & Dhofir, 2015**). Isolator dengan bahan gelas akan mudah pecah jika dioperasikan pada suhu yang berubah ubah secara tajam, sehingga membuat isolator gelas dibatasi pemakaiannya hanya untuk instalasi pasangan dalam, tidak untuk instalasi yang mengalami perubahan suhu yang tajam (**Armansyah, 2021**). Isolator biasanya dipasang diruang terbuka, maka perlu di lakukan pengetesan terhadap isolator dengan berbagai macam kondisi pemasangan dan waktu yang berbeda – beda, Selain itu waktu juga merupakan alasan yang penting, dikarenakan seiring waktu berjalan dan berubah-ubahnya setiap harinya, tingkat kelembaban dan suhu yang terjadi karena kabut, hujan, dan pergantian siang dan malam juga berubah-ubah yang membuat tingkat konduktivitas di permukaan isolator, yang menurunkan properti dielektrik dan dapat menyebabkan kegagalan kerja dari isolator itu sendiri (**Tobing, 2012**). Adapun tujuan penulis yang ingin dicapai yaitu untuk mengetahui nilai arus bocor yang dihasilkan pada isolator tipe disc bahan *porcelain* dan tipe *disc* bahan *glasses*. Serta memperoleh faktor lingkungan yang dominan terhadap kinerja isolator. Beberapa masalah yang terjadi yaitu Penyebab perubahan arus bocor di isolator tipe *disc porcelain* dan *disc glass* dalam berbagai konfigurasi isolator dan Bagaimana hubungan antara parameter lingkungan hidup terhadap arus bocor isolator.

Isolator mempunyai sifat atau kemampuan untuk dapat memisahkan secara elektris dua buah penghantar atau lebih yang berdekatan, sehingga tidak terjadi tegangan lewat denyar (*Flashover*) (**Mokhamad, 2016**). Penggunaan isolator banyak dijumpai pada transmisi hantaran udara, juga dijumpai pada jaringan distribusi hantaran udara, gardu induk, dan panel pembagi daya. Pada jaringan distribusi hantaran udara digunakan sebagai penopang/ penggantung konduktor. Pada gardu induk digunakan sebagai pendukung sakelar pemisah, pendukung konduktor penghubung dan penggantung rel daya. Pada panel pembagi daya, rel dengan rel dipisahkan oleh udara, sedangkan rel dengan kerangka pendukung dipisahkan oleh isolator. Bila isolator dibuat pada hantaran udara maka isolator akan terkena polutan yang

bawa oleh angin dan sewaktu-waktu akan terjadi arus bocor, dan tegangan lewat denyar (**Arismuandar, 2004**).

Bila suatu bahan isolasi dikenai medan elektrik, arus akan mengalir pada permukaan bahan isolasi tersebut. Arus ini sering disebut arus bocor atau arus rambat. Besarnya arus bocor ini ditentukan oleh resistansi permukaan bahan isolasi. Mudah dipahami bahwa besarnya arus bocor dipengaruhi oleh kondisi udara di sekitar isolator, yaitu temperature, tekanan, kelembaban, dan kandungan polusi di sekitar isolator tersebut. Secara teknis, sistem isolasi harus mampu memikul arus bocor tanpa menimbulkan pemburukan pada isolator atau setidaknya pemburukan pada arus bocor tersebut dapat dibatasi. Arus bocor menimbulkan panas pada permukaan isolator, dan efek samping yang ditimbulkannya adalah penguraian bahan kimia yang melapisi permukaan isolator. Efek yang sangat nyata dari penguraian kimia ini adalah timbulnya jejak arus pada permukaan isolator. Jejak arus inilah yang disebut kerak dielektrik. Kerak dielektrik pada bahan isolasi dapat membentuk suatu jalur konduktif. Keberadaan jalur konduktif ini menimbulkan peninggian tekanan medan elektrik pada bahan isolasi. Panas yang ditimbulkan arus rambat dapat juga menimbulkan erosi dielektrik tanpa didahului adanya kerak konduktif. Jika pengukuran dilakukan dengan menggunakan amperemeter praktis akan menghasilkan pembacaan yang tidak akurat karena arus bocor yang akan diukur berada dalam kisaran *mikroampere* (μA).

Adapun tujuan penulis yang ingin dicapai yaitu untuk mengetahui nilai arus bocor yang dihasilkan pada isolator tipe disc bahan porcelain dan tipe disc bahan *glasses*. Serta memperoleh faktor lingkungan yang dominan terhadap kinerja isolator.

Dari pembahasan diatas, maka dari itu penulis membuat judul "Analisis Perbandingan Arus Bocor Isolator Tipe *Disc Porcelain* dan Tipe *Disc Glass*."

2. METODE PENELITIAN

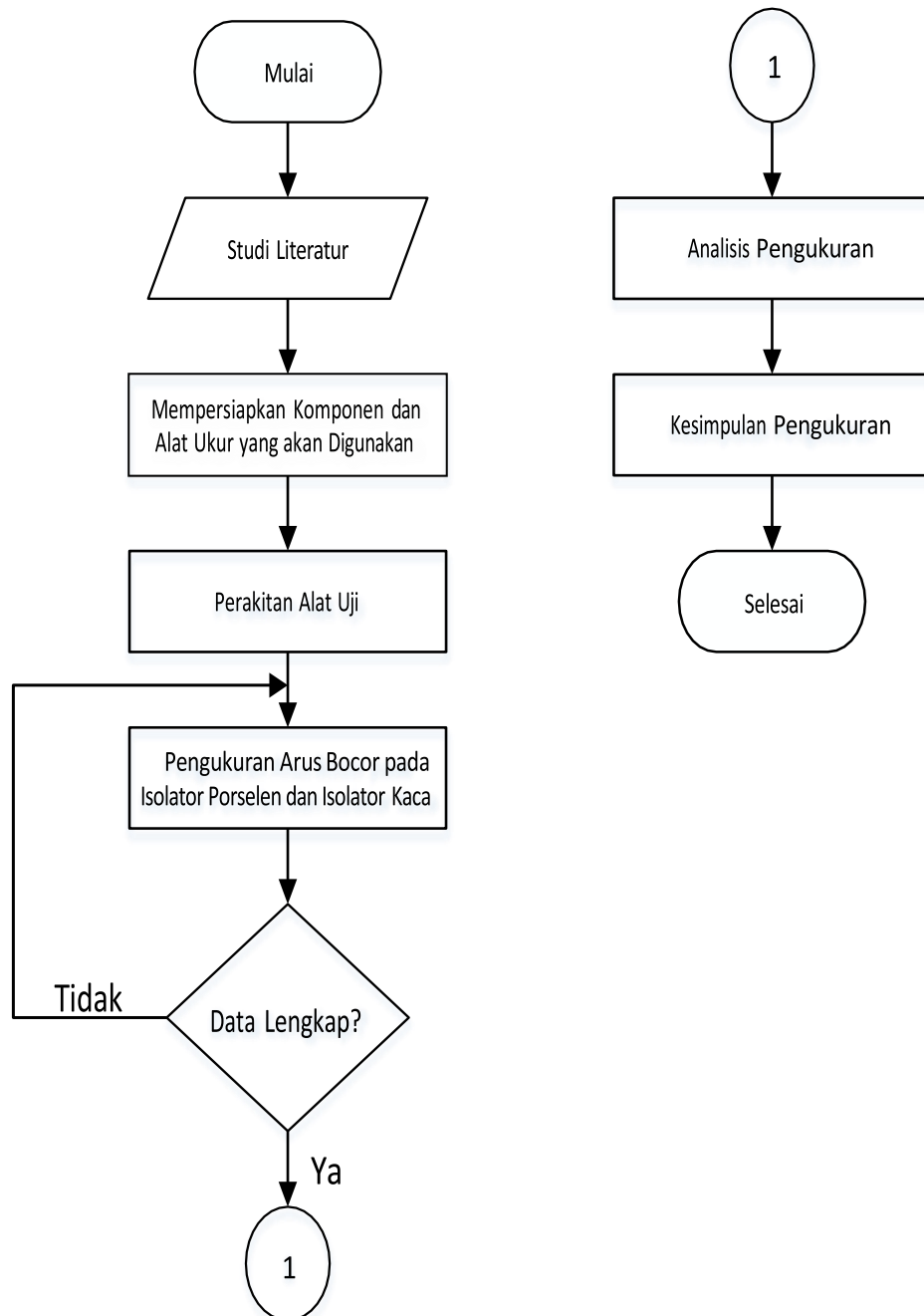
Karakteristik utama dari porselen dan kaca listrik khusus sesuai IEC 60672 diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Utama Porselen dan Kaca

Karakteristik	Silika Porselen C110-C112	Alumina Porselen C120-C130	Kaca silika kapur alkali yang dikeraskan
Massa spesifik [g/cm^3]	2,4	2,6	2,5

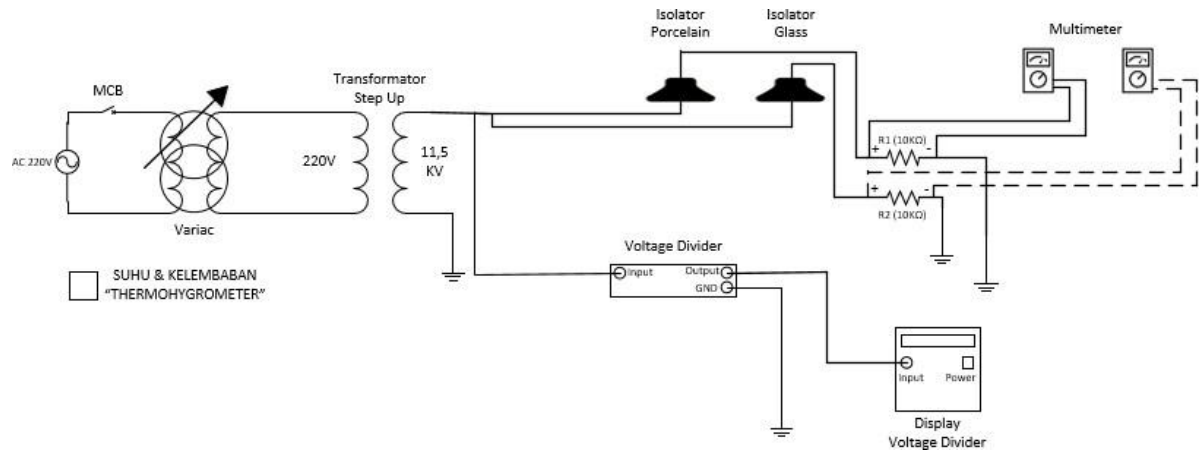
Kekuatan Tarik [MPa]			
Porselen tanpa lapisan*	30	50-70	-
Porselen berlapisan*	40	60-80	-
Kaca anil*	-	-	50-60
Kaca dikeraskan*	-	-	100-120
kekuatan lentur [MPa]			
Porselen tanpa lapisan*	42-90	100-140	-
Porselen berlapisan*	56-120	120-170	-
Kaca dikeraskan*	-	-	200-250
Kekuatan tekan [MPa]			
Porselen tanpa lapisan*	280-450	400-600	-
Porselen berlapisan*	380-690	500-700	-
Kaca dikeraskan*	-		700
Energi dampak fraktur [J]	2-3	2.5-4	5-6
Modulus elastisitas [GPa]	77	107	72
Koefisien. ekspansi linier (20 - 100°C) [$10^{-6}/K$]	3-6	4-7	8-9,5
Konduktivitas termal [W/m K]	1-2,5	2-4	1
Permitivitas relative (25°C, 48 - 62 Hz)	6-7	6-7,5	7,3
Tan δ (25°C, 48-62 Hz) [10^{-3}]	10-25	15-30	15-60
Kekuatan dielektrik* [kV/cm]	150-200	150-200	>250
Resistivitas volume (25°C) [$\Omega \cdot cm$]	10^{13}	10^{12}	10^{12}

Diagram alir atau *flowchart* adalah sebuah jenis diagram yang mewakili algoritme, alir kerja atau proses, yang menampilkan langkah – langkah dalam bentuk simbol – simbol grafis, dan urutannya dihubungkan dengan panah. Diagram ini mewakili penggambaran dalam penyelesaian masalah penelitian tugas akhir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir

Pengambilan data arus bocor isolator dilakukan dengan memberikan tegangan nominal 11,5 kV. Penelitian bertujuan untuk mengetahui arus bocor pada isolator gelas dan isolator porselen selama 35 hari. Oleh karena itu pengukuran dilakukan setiap pagi, siang dan malam. Pada setiap pengukuran arus bocor, dilakukan juga pengukuran parameter lingkungan yaitu kelembaban dan suhu untuk melihat pengaruhnya terhadap arus bocor. Rangkaian tersebut terdapat pada Gambar 2.



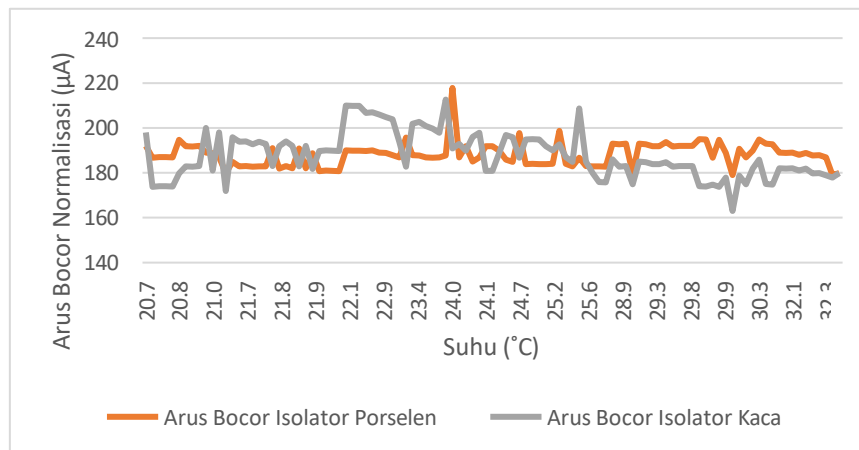
Gambar 2. Rangkaian Pengukuran

Boxplot adalah salah satu cara dalam statistik deskriptif untuk menggambarkan secara grafik dari data numeris. Boxplot juga dapat menyampaikan informasi variasi dan penempatan atau lokasi pada data yang telah ditetapkan, terutama untuk mendeteksi dan menggambarkan perubahan variasi dan lokasi antar kelompok data yang berbeda. Boxplot mempunyai komponen-komponen diantaranya adalah:

1. Nilai observasi terkecil,
2. Kuartil terendah atau kuartil pertama (Q1), yang memotong 25 % dari data terendah
3. Median (Q2) atau nilai pertengahan
4. Kuartil tertinggi atau kuartil ketiga (Q3), yang memotong 25 % dari data tertinggi
5. Nilai observasi terbesar **(Darsyah, 2014)**.

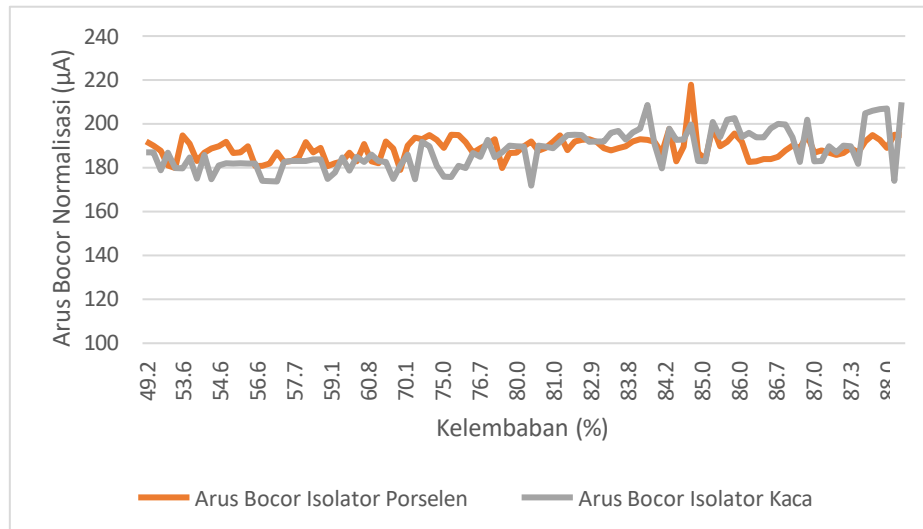
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan keterkaitan antara arus bocor isolator porselen dan kaca terhadap parameter lingkungan dapat dilihat pada Gambar 3 s/d 4.



Gambar 3. Grafik Arus Bocor Normalisasi terhadap Suhu

Dapat dilihat dari Gambar 3 bahwa arus bocor dengan nilai yang tinggi adalah isolator porselen, dan yang rendah adalah isolator kaca, dari grafik ini pun dapat dilihat bahwa kedua isolator mengalami kenaikan arus bocor paling besar pada suhu diantara 23,4-24,0°C, ketika suhu lingkungan semakin besar maka arus bocor yang terjadi pada isolator semakin kecil.

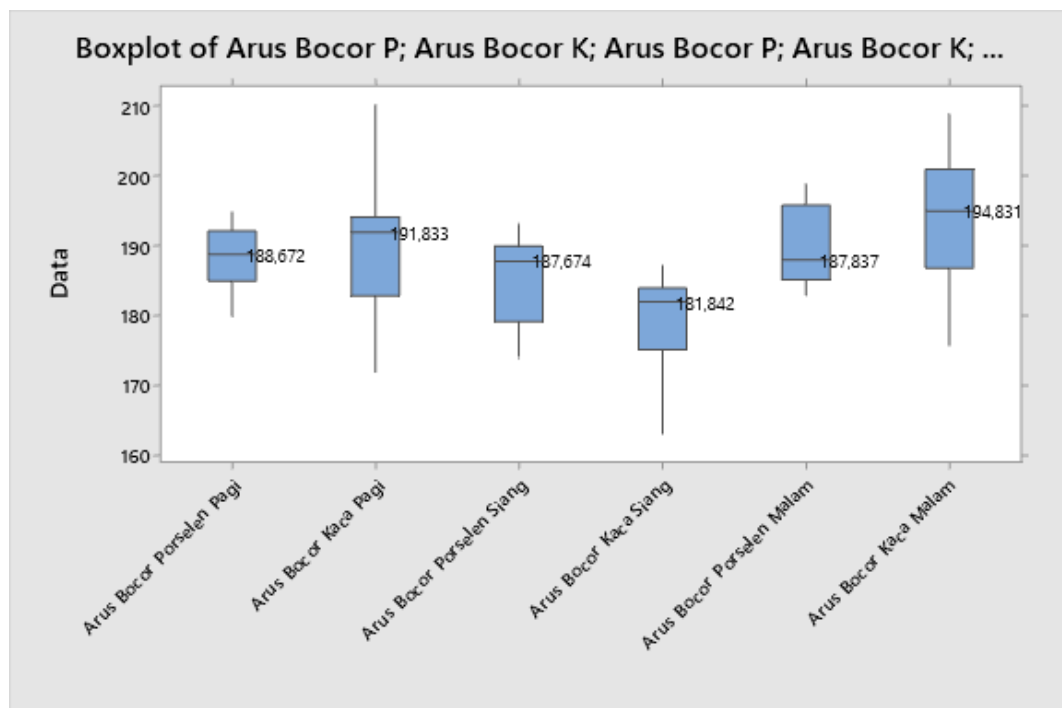


Gambar 4. Grafik Arus Bocor Normalisasi terhadap Kelembaban

Dapat dilihat dari Gambar 4 bahwa arus bocor dengan nilai yang tinggi adalah isolator porselen, dan yang rendah adalah isolator kaca, dari grafik ini pun dapat dilihat bahwa kedua isolator mengalami kenaikan arus bocor paling besar pada kelembaban diantara 84,2%-88,0%, ketika kelembapan lingkungan semakin besar maka arus bocor yang terjadi pada isolator semakin besar.

4. ANALISIS

Gambar 5 menyajikan data pengujian isolator tipe porselen dan tipe kaca, pada pagi, siang dan malam hari.



Gambar 5. Box Plot Arus Bocor selama 35 Hari

Berdasarkan Gambar 5 dan juga rata-rata nilai diperlihatkan rata-rata nilai arus bocor pada isolator porcelain saat pagi hari adalah 188,672 μA , untuk siang hari adalah 187,674 μA , dan saat malam hari 187,837 μA . Rata-rata nilai arus bocor pada isolator glass saat pagi hari adalah 191,833 μA , untuk siang hari adalah 181,842 μA , dan saat malam hari 194,831 μA . Nilai rata-rata tertinggi untuk isolator porcelain saat pagi hari 188,672 μA dan untuk isolator glass saat malam hari 194,831 μA .

5. KESIMPULAN

- Melihat parameter suhu dan kelembaban lingkungan terhadap isolator saat pagi, siang, dan malam hari, saat malam hari nilai arus bocor mengalami kenaikan atau tinggi di karenakan suhu yang rendah menyebabkan kelembaban meningkat, sedangkan saat siang hari nilai arus bocor mengalami penurunan atau rendah di karenakan terik matahari yang sangat mempengaruhi suhu sekitar menyebabkan kelembaban menurun, sedangkan saat malam hari nilai arus bocor bisa di bilang stabil karena pada malam hari suhu mencapai titik terendah, dan kelembaban berada di puncak nya sehingga arus bocor bersifat demikian.
- Dari beberapa metoda analisis yang dipakai pada penelitian kali ini didapatkan bahwa parameter yang paling berpengaruh dan dominan dalam pembentukan arus bocor kedua isolator adalah suhu-kelembaban dengan nilai korelasi tertinggi pada angka 0,485 pada suhu di isolator saat pagi hari, lalu pada kelembaban nilai korelasi tertinggi ada pada angka 0,833 pada isolator kaca saat malam hari, dan juga kedua faktor ini saling berhubungan karena ketika suhu tinggi maka kelembaban akan turun begitupun sebaliknya, maka dari itu pengaruh kedua parameter tersebut adalah yang terbesar diantara parameter lain nya.

•

DAFTAR PUSTAKA

- Armansyah. (2021). Analisa Pengaruh Endapan Polutan Garam. Medan: Journal of Electrical Technology, Vol. 6, No.2, Juni 2021. Hal 76
- Aryanto, R., & Dhofir, M. (2015). Studi Distribusi Tgengan dan Arus Bocor Pada Isolator. Malang. Hal 9
- Darsyah, Moh Yamin. (2014). Penggunaan Steam And Leaf dan Box Plot untuk Analisis Data. Semarang. Universitas Muhammadiyah Semarang. Hal 56
- Kusumaningrum A, (2017). Analisis Akselerasi Umur Isolator Polimer 20 KV Akibat Pengaruh Kontaminan Berdasarkan Pengukuran Arus Bocor, Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh nopember. Hal 23
- Pratama, A. J. (2022). Analisis Perbandingan Arus Bocor Isolator Tipe Disc Porcelain Secara Tunggal dan Ganda Paralel, Bandung. Institut Teknologi Nasional Bandung. Hal 1
- Tobing, B. L. (2012). Peralatan Tegangan linggi. Medan: Penerbit Erlangga. Hal 153