

Analisis Perbandingan Arus Bocor Isolator Tipe Pin Porcelain dan Tipe Pin Silicone rubber Terhadap Berbagai Temperatur dan Kelembaban

Saepul Hilmi¹, Waluyo¹

¹Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : dragozhthilmi@mhs.itenas.ac.id

Received 06 09 2023 | Revised 13 09 2023 | Accepted 13 09 2023

ABSTRAK

Isolator merupakan merupakan peralatan listrik yang mempunyai kemampuan untuk memisahkan secara elektris dua buah penghantar yang berdekatan sehingga tidak terjadi tegangan lewat denyar atau arus bocor. Isolator ini biasanya dipasang ditempat terbuka sehingga seiring berjalannya waktu dan berubah-ubah setiap harinya, tingkat kelembaban dan suhu yang terjadi karena kabut, hujan, dan pergantian siang dan malam merubah tingkat konduktivitas di permukaan isolator yang menurunkan property dielektrik yang menyebabkan kegagalan kerja dari isolator itu sendiri. Penelitian ini untuk mengetahui perbandingan nilai arus bocor yang di hasilkan pada isolator tipe pin porcelain dan pin silicon rubber serta pengaruh faktor lingkungan terhadap keandalan isolator. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran selama 35 hari pada waktu pagi hari, siang hari, dan malam hari dengan menggunakan isolator porcelain dan isolator silicone rubber. Hasil penelitian didapat nilai rata-rata arus bocor isolator porcelain dan silicone rubber pagi hari adalah 66,191 μA dan 22,397 μA , pada siang hari adalah 50,918 μA dan 16,738 μA , pada malam hari adalah 59,631 μA dan 21,161 μA . Dapat disimpulkan bahwa nilai arus bocor berbanding lurus dengan besarnya kelembaban dan berbanding terbalik dengan suhu, hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata arus bocor tertinggi terjadi pada pagi hari dengan nilai untuk isolator pin porcelain dan pin silicone rubber adalah 66,191 μA dan 22,397 μA dengan perbandingan 1 : 0,338, sedangkan nilai arus bocor rata-rata terendah terjadi pada siang hari dengan nilai untuk isolator pin porcelain dan pin silicone rubber adalah 50,918 μA dan 16,738 μA dengan perbandingan 1:0,328.

Kata kunci : Arus bocor, Isolator, Peralatan listrik, Porcelain, Silicone rubber

ABSTRACT

An insulator is an electrical device that has the ability to electrically separate two adjacent conductors so that no flash voltage or leakage current occurs. This insulator is usually installed in an open place so that over time and changes every day, the level of humidity and temperature that occurs due to fog, rain, and the change of day and night changes the level of conductivity on the surface of the insulator which reduces the dielectric property which causes the failure of the insulator. This research is to determine the comparison of leakage current values produced in porcelain pin and silicon rubber pin type insulators as well as the influence of environmental factors on the reliability of the insulators. In this study, measurements were carried out for 35 days in the morning, afternoon and evening using porcelain insulators and silicone rubber insulators. The research results showed that the average leakage current value for porcelain and silicone rubber insulators in the morning was

66.191 μ A and 22.397 μ A, during the day it was 50.918 μ A and 16.738 μ A, at night it was 59.631 μ A and 21.161 μ A. It can be concluded that the value of the leakage current is directly proportional to the amount of humidity and inversely proportional to the temperature, this is evidenced by the highest average value of the leakage current occurring in the morning with the values for the porcelain pin insulator and the silicone rubber pin being 66.191 μ A and 22.397 μ A by comparison 1 : 0.338, while the lowest average leakage current occurs during the day with values for porcelain pin insulators and silicone rubber pins being 50.918 μ A and 16.738 μ A with a ratio of 1:0.328.

Key words : *Leakage current, Insulator, Electrical Equipment, Porcelain, Silicone rubber*

1. PENDAHULUAN

Masalah utama pendistribusian energi listrik yang sering terjadi kegagalan dalam saluran transmisi maupun distribusi adalah adanya tegangan lewat denyar dan arus bocor yang melalui isolator (Anwar, Amali, & Mohamad, 2019). Salah satu kegagalan terjadi karena perubahan tingkat kelembaban, hal ini merubah tingkat konduktivitas di permukaan isolator sehingga menyebabkan terjadinya arus bocor. Isolator mempunyai sifat atau kemampuan untuk dapat memisahkan secara elektrik dua buah penghantar atau lebih yang berdekatan, sehingga tidak terjadi tegangan lewat denyar / arus bocor (Mokhamad, 2016).

Salah satu jenis isolator yang sering digunakan adalah jenis isolator keramik dimana memiliki kelebihan pada kekuatan mekaniknya sehingga tidak mudah mengalami kerusakan ketika mengalami degradasi akibat cuaca. Namun kekurangan isolator ini adalah dari sifat hidrofobiknya yang membuat air mudah menyerap di permukaan isolator dan memicu terjadinya arus bocor (Fauziah, 2019).

Silicone rubber (SiR) sering dipilih dan digunakan sebagai material isolasi dikarenakan beberapa hal, diantaranya memiliki sifat hidrofobik yang baik, artinya SiR memiliki keunggulan dalam hal menahan air pada saat udara lembab, tidak terbentuk tetesan atau lapisan air dipermukaan material yang dapat menjadi penyebab arus bocor, dan mempunyai kinerja lebih baik daripada isolator keramik ataupun isolator kaca dalam hal pencegahan terjadinya *flashover*. Sifat hidrofobik dari SiR dapat berkurang, antara lain disebabkan oleh adanya paparan dari polutan yang dapat mempercepat proses penuaan (*aging*) pada isolator (Hamzah, 2007).

Arus bocor yang terjadi pada permukaan isolator saluran udara pasangan luar tergantung dari kondisi polutan yang menyebabkan kontaminasi permukaan. Selain itu juga tergantung pada iklim dan kondisi cuaca. Semakin basah permukaan isolator, maka semakin besar arus bocor yang terjadi karena pada kondisi basah permukaan isolator cenderung konduktif, sehingga arus listrik lebih mudah mengalir melewati permukaan tersebut (Aryanto, 2015).

Isolator biasanya dipasang diruang terbuka, maka perlu dilakukan 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).

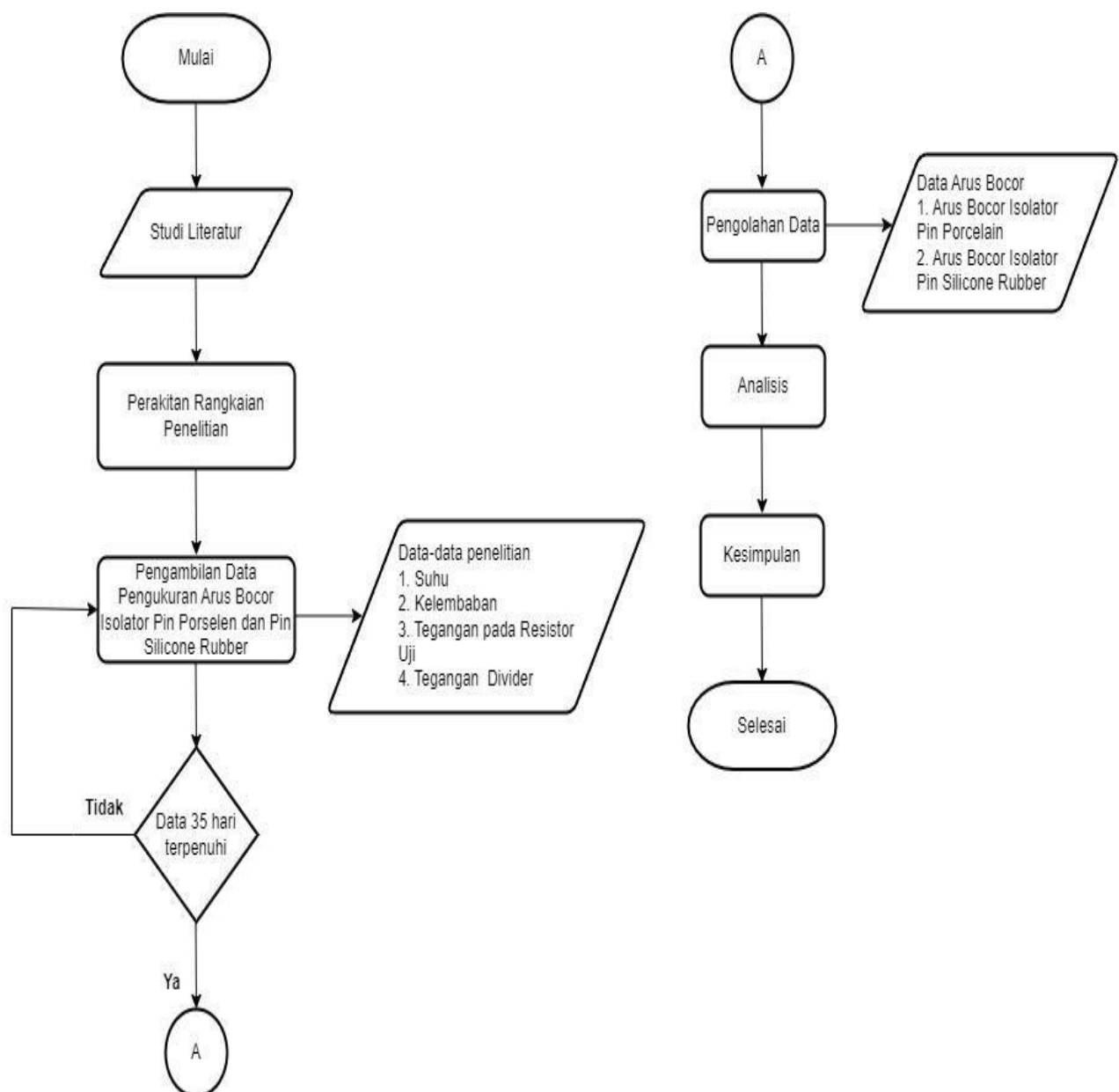
Pada tahun 2021, Pratama melakukan penelitian yang berjudul "Analisis Arus Bocor Pada Isolator Post *Silicone rubber* Secara Normal dan Inverted". Berdasarkan hasil penelitian suhu terbesar di pagi hari yaitu 24° arus bocor yang diperoleh sebesar 0,971 μ A dan suhu terendah

24° yang menghasilkan arus bocor sebesar 0,789 μ A. Sedangkan untuk penelitian kali ini digunakan isolator tipe pin *porcelain* dan isolator tipe pin *silicone rubber* dengan pemasangan normal (Pratama, 2021).

Maka pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh hasil analisis mengenai perbandingan arus bocor isolator tipe pin *porcelain* dan pin *silicone rubber* sehingga diharapkan dapat digunakan untuk menentukan dan memprediksi keandalan dari jenis isolator tersebut ketika berada pada setiap kondisi dan jangka waktu tertentu.

2. METODOLOGI

Proses dimulai dari menyiapkan komponen dan alat ukur yang akan digunakan, perakitan alat uji, dan pengukuran arus bocor isolator. Selanjutnya data hasil pengukuran dianalisis dan ditarik kesimpulannya. Metode pengukuran ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Sample yang digunakan pada pada pengujian ini adalah isolator keramik dan isolator karet silikon jenis pin dengan tegangan nominal 11,5 KV. Untuk gambar isolator keramik ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Isolator *Pin Porcelain* Saat Dilakukan Pengukuran Arus Bocor

Spesifikasi dari isolator pin *porcelain* penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Type	55-4
Creepage Distane	229 mm
Flasover Power Frequency Dry	65 kV
Flasover Power Frequency Wet	35 kV
Flashover 50% impulse Pos	105 kV
Flashover 50% impulse Neg	130 kV
Ratio Influence Test Voltage to Ground	10 kV
Ratio Influence Max RIV at 1000 kHz	50 kV
Low freq. Puncture voltage - kV	95 kV
Dry Arcing distance	127 mm
Cantilever Failing Load Ib/KN	3000/13

Untuk isolator pin *silicone rubber* yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.

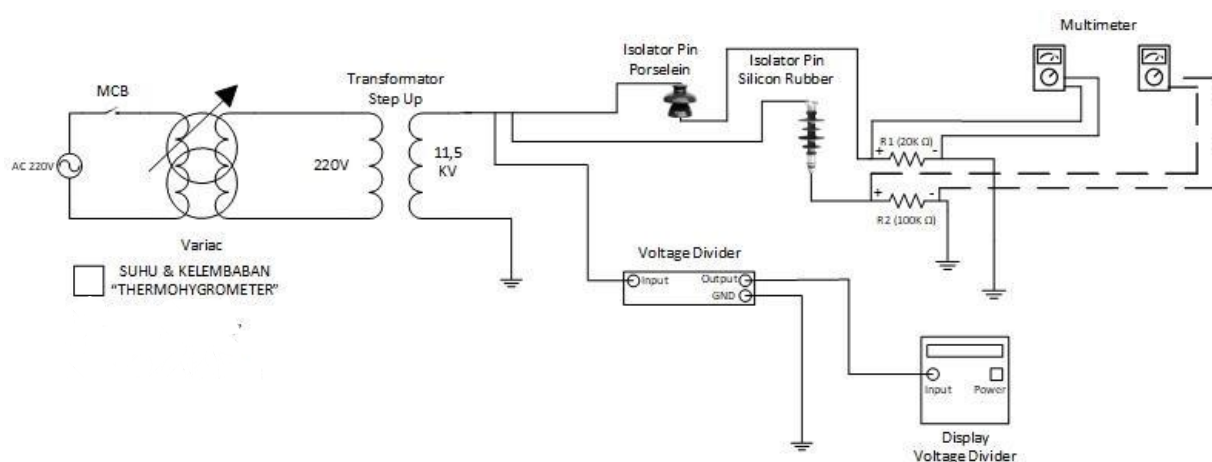


Gambar 3. Isolator Pin *Silicone rubber* Saat Dilakukan Pengukuran Arus Bocor

Untuk Spesifikasi dari pin *silicone rubber* yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Rate Voltage	11 kV
Creepage Distance	330 mm
Dry Arching Distance	146 mm
Specified Mechanical Load	2 KN
Power Frequency Flashover Voltage (wet)	40 kV
Lightning Impulse Flashover Voltage	80 kV

Pengambilan data arus bocor isolator dilakukan dengan memberikan tegangan nominal pada kondisi diluar. Pengukuran dilakukan 3 kali yaitu pagi, siang, dan malam selama 35 hari. Rangkaian pengukuran arus bocor isolator pin *porcelain* dan pin *silicone rubber* ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Pengukuran Arus Bocor Isolator

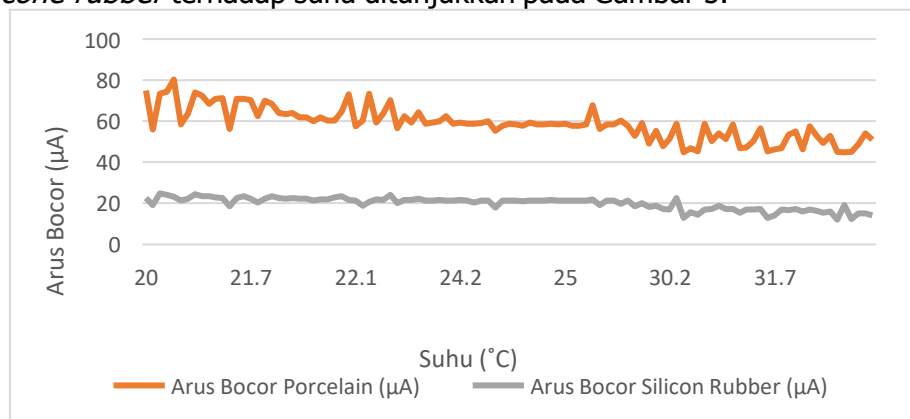
Komponen – komponen yang sudah disiapkan kemudian akan dirakit sedemikian rupa sehingga sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan. Isolator yang akan diamati dipasang pada kayu dan seolah olah berada pada ketinggian, Setelah alat uji sudah selesai dirancang kemudian diambil data tegangan pada resistor yang akan diolah untuk diketahui arus bocornya serta parameter lingkungannya. Setelah semua data yang diperoleh dari pengukuran sudah terkumpulkan, maka selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan aplikasi Minitab dan Microsoft Excel.

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 PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

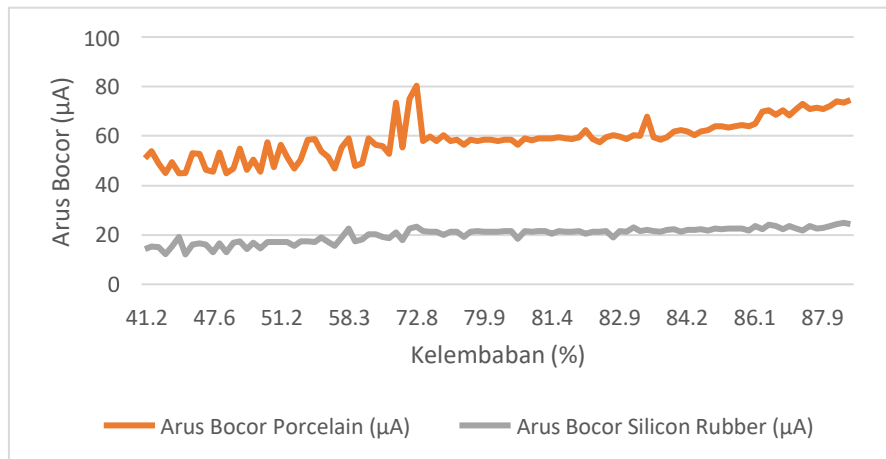
Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan keterkaitan antara arus bocor isolator pin *porcelain* dan pin *silicone rubber* terhadap suhu ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Arus Bocor Normalisasi terhadap Suhu

Dapat dilihat dari grafik bahwa arus bocor dengan nilai yang tinggi adalah isolator pin *porcelain*, dan yang rendah adalah isolator pin *silicone rubber*. Arus bocor mencapai nilai tertinggi pada suhu rendah yaitu 20-21,5. Nilai suhu berbanding terbalik dengan arus bocor dimana suhu lingkungan semakin besar maka arus bocor yang terjadi pada isolator semakin kecil. Naik turunnya nilai arus bocor dikarenakan beberapa parameter yang tidak dapat dihitung seperti kondisi isolator pada saat pengukuran.

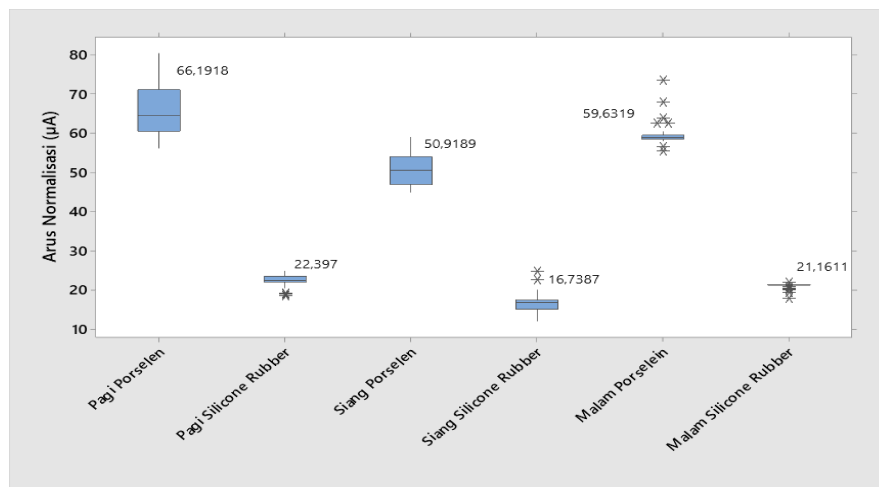
Grafik yang menunjukkan keterkaitan antara arus bocor isolator pin *porcelain* dan pin *silicone rubber* terhadap parameter Kelembaban ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Arus Bocor Normalisasi terhadap Kelembaban

Dapat dilihat dari grafik bahwa nilai arus bocor isolator berbanding lurus dengan kelembaban. Semakin tinggi kelembaban, maka arus bocor isolator semakin tinggi. Naik turunnya nilai arus bocor dikarenakan beberapa parameter yang tidak dapat dihitung seperti kondisi isolator pada saat pengukuran.

Analisis boxplot dipakai untuk melihat variasi rata – rata nilai arus bocor selama 35 hari pada isolator pin *porcelain* dan pin *silicone rubber*, waktu yang di masukkan dalam boxplot yaitu waktu saat pengukuran pada 1 hari dengan interval data 3 kali pengukuran pagi, siang, dan malam yang di tunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Box Plot Arus Bocor Selama 35 Hari

Berdasarkan grafik dan juga rata-rata nilai yang diperlihatkan Gambar 7 rata – rata nilai arus bocor pada isolator pin *porcelain* saat pagi hari adalah 66,1918 μA , siang hari 50,9189 μA , dan malam hari 59,6319 μA , rata – rata nilai arus bocor pada isolator pin *silicone rubber* saat pagi hari adalah 22,397 μA , siang hari 16,7367 μA , dan malam hari 21,1611 μA . nilai rata – rata tertinggi untuk isolator pin *porcelain* dan pin *silicone rubber* adalah saat pagi hari dengan nilai 66,1918 μA dan 22,397 μA , hal ini disebabkan karena pada pagi hari suhu mencapai titik terendah, dan kelembaban berada di puncak nya sehingga arus bocor bersifat demikian.

Selisih perubahan pada siang hari ke malam hari isolator *porcelain* 8,713 μA dan pada isolator *silicone rubber* yaitu 4,4224 dengan perbandingan 1 : 0,057. Selisih nilai rata-rata arus bocor

antara pagi dengan siang pada isolator *Porcelain* yaitu 15,2729 μA dan pada isolator *Silicone rubber* yaitu 5,6583 μA dengan perbandingan 1 : 0,37.

4. KESIMPULAN

- Parameter suhu dan kelembaban terhadap arus bocor isolator sangat berpengaruh dimana nilai arus bocor berbanding lurus dengan kelembaban dan berbanding terbalik dengan suhu. Nilai rata-rata arus bocor tertinggi terjadi pada pagi hari dengan nilai untuk isolator pin *porcelain* dan pin *silicone rubber* adalah 66,191 μA dan 22,397 μA , sedangkan nilai rata-rata arus bocor terendah terjadi pada siang hari dengan nilai untuk isolator pin *porcelain* dan pin *silicone rubber* adalah 50,918 μA dan 16,738 μA . Arus bocor rata-rata tinggi pada pagi hari dikarenakan pada pagi hari kelembaban sangat tinggi dan suhu lingkungan yang rendah dan nilai arus bocor terendah pada siang hari dikarenakan kelembaban menurun dan suhu meningkat.
- Selisih nilai rata-rata arus bocor antara isolator pin *porcelain* dengan isolator pin *silicone rubber* pada pagi hari yaitu 43,794 μA dengan perbandingan 1 : 0,338. Untuk siang hari selisihnya 34,179 μA dengan perbandingan 1: 0,328. Untuk malam hari selisihnya bernilai 38,47 μA dengan perbandingan 1 : 0,34.
- Isolator dengan bahan polimer *silicone rubber* yang mempunyai nilai keunggulan lebih banyak dari isolator keramik. Diantaranya adalah memiliki massa jenis yang cukup ringan, memiliki sifat hidrofobik atau menolak air yang membuat bahan isolator ini juga memiliki kemampuan pulih (*recovery*) dari polutan karena ketika turun hujan air tidak akan melekat lama pada permukaan dan air akan segera jatuh beserta polutan yang telah menempel sebelumnya karena sifat hidrofobik yang dimilikinya, kinerja yang lebih baik dalam keadaan berpolusi, dan baik dalam menahan tegangan dibandingkan dengan isolator isolator keramik.

DAFTAR RUJUKAN

- Anwar, A., Amali, L. K., & Mohamad, Y. (2019). Pengaruh Polutan Taklarut Terhadap Ketahanan Isolator. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering (JJEEE)*, 1, 22-28.
- Aryanto, R. (2015). Studi Distribusi Tegangan dan Arus Bocor Pada Isolator. *Jurnal Universitas Brawijaya, Teknik Elektro*, 1-8.
- Darsyah, M. Y. (2014). Penggunaan Steam And Leaf dan Box Plot untuk Analisis Data. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang, Hal 56.
- Fauziah, D. (2019). Studi Pola Arus Bocor Isolator Keramik . *Jurnal Rekayasa Hijau*, 233-239.
- Hamzah. (2007). Kajian Kinerja Isolasi Karet Silikon Sebagai Bahan Isolator Tegangan Tinggi di Daerah Tropis. Makasar: Universitas Hasanudin, Hal 2-3.
- Mokhamad, I. (2016). Pengaruh Polutan Garam Terhadap Tegangan Flashover pada Isolator Berbahan Keramik dan Polimer. Jember: Universitas Jember, Hal 5.
- Pratama, N. Z. (2021). Analisis Arus Bocor Pada Isolator Post *Silicone rubber* Secara Normal dan Inverted. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung, Hal 50.
- Tobing, B. L. (2012). Peralatan Tegangan tinggi. Medan: Penerbit Erlangga, Hal 147.