

Analisis Harian Perbandingan Arus Bocor Isolator Tipe *Pin Porcelain* dan *Post Epoxy Resin* terhadap Temperatur dan Kelembaban

Ali Abdillah¹, Waluyo¹

¹Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : aliabdillah058@gmail.com

Received 27 01 2024 | Revised 03 02 2024 | Accepted 03 02 2024

ABSTRAK

Pada umumnya peralatan tegangan tinggi menggunakan isolasi padat, bahan isolasi padat yang digunakan adalah bahan dari Porselin (Keramik) yang memiliki kelebihan konduktivitas panas yang rendah, tahan korosi, keras dan kuat. Saat ini mulai dikembangkan isolator polimer Epoxy Resin yang mempunyai keunggulan antara lain: sifat dielektris, konstruksi relative lebih ringan, ketahanan kimia yang baik dan memiliki sifat kedap air (hidrophobik). Penelitian ini dilakukan selama 35 hari pada waktu pagi hari, siang hari dan malam hari untuk mengetahui nilai arus bocor yang di hasilkan pada isolator tipe pin porcelain dan tipe post epoxy resin. Dari penelitian ini didapat nilai rata-rata arus bocor tertinggi pada isolator pin porcelain yaitu sebesar 64,0811 μA pada malam hari dan nilai rata-rata arus bocor tertinggi pada isolator post epoxy resin yaitu sebesar 18,2295 μA pada pagi hari. hal ini disebabkan karena pada pagi dan malam hari suhu mencapai titik terendah, dan kelembaban berada di puncak nya. Dapat disimpulkan bahwa kondisi lingkungan seperti temperatur dan kelembaban dapat mempengaruhi besarnya nilai arus bocor pada isolator.

Kata kunci : Arus bocor, Epoxy, Isolator, Kelembaban, Porselin, Temperatur.

ABSTRACT

In general, high-voltage equipment uses solid insulation, the solid insulation material used is material from Porcelain (Ceramic) which has the advantages of low heat conductivity, corrosion resistance, hard and strong. Currently, Epoxy Resin polymer insulators are being developed which have advantages including: dielectric properties, relatively lighter construction, good chemical resistance and have impermeable (hydrophobic) properties. This study was conducted for 35 days in the morning, afternoon and evening to determine the value of leakage current generated in porcelain pin type insulators and epoxy resin post type. From this research, it is obtained that the highest average value of leakage current in porcelain pin insulators is 64.0811 μA at night and the highest average value of leakage current in post epoxy resin insulators is 18.2295 μA in the morning. this is because in the morning and evening the temperature reaches its lowest point, and humidity is at its peak. It can be concluded that environmental conditions such as temperature and humidity can affect the value of leakage current in the insulator.

Keywords: Epoxy, Humidity, Insulator, Leakage current, Porcelain, Temperature

1. PENDAHULUAN

Pada beberapa tahun terakhir ini kebutuhan masyarakat Indonesia terhadap energi listrik terus meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi dan pertumbuhan ekonomi. Energi Listrik merupakan kebutuhan yang paling penting untuk kegiatan sehari-hari, karena hampir semua peralatan rumah tangga hingga perindustrian menggunakan energi listrik. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu system transmisi yang baik dalam menyalurkan energi listrik sampai ke beban. Proses penyaluran energi listrik dari pembangkit sampai ke beban membutuhkan saluran yang panjang sehingga energi listrik yang disalurkan ke beban tidak akan maksimal, hal itu disebabkan karena adanya masalah yang ditimbulkan selama proses penyaluran dari pembangkit ke beban, salah satu masalah tersebut terdapat pada penggunaan isolator **(Illahi, 2022)**.

Isolator merupakan salah satu komponen sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk mengisolasi konduktor jaringan bertegangan dengan tiang penyangga atau menara (tower). Bahan yang sering digunakan untuk isolator tegangan tinggi terbuat dari bahan keramik dan gelas. Kelebihan bahan isolasi keramik dan gelas adalah kapasitas panas yang baik dan konduktivitas panas yang rendah, tahan korosi, keras dan kuat. Namun, bahan isolasi keramik dan gelas memiliki kelemahan dari segi mekanis yaitu berat dan permukaannya yang bersifat menyerap air (*hygroscopic*) sehingga lebih mudah terjadi arus bocor pada permukaan yang akhirnya dapat menyebabkan lewat denyar **(PT. PLN (Persero), 2014)**.

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)**.

Isolator keramik 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)**.

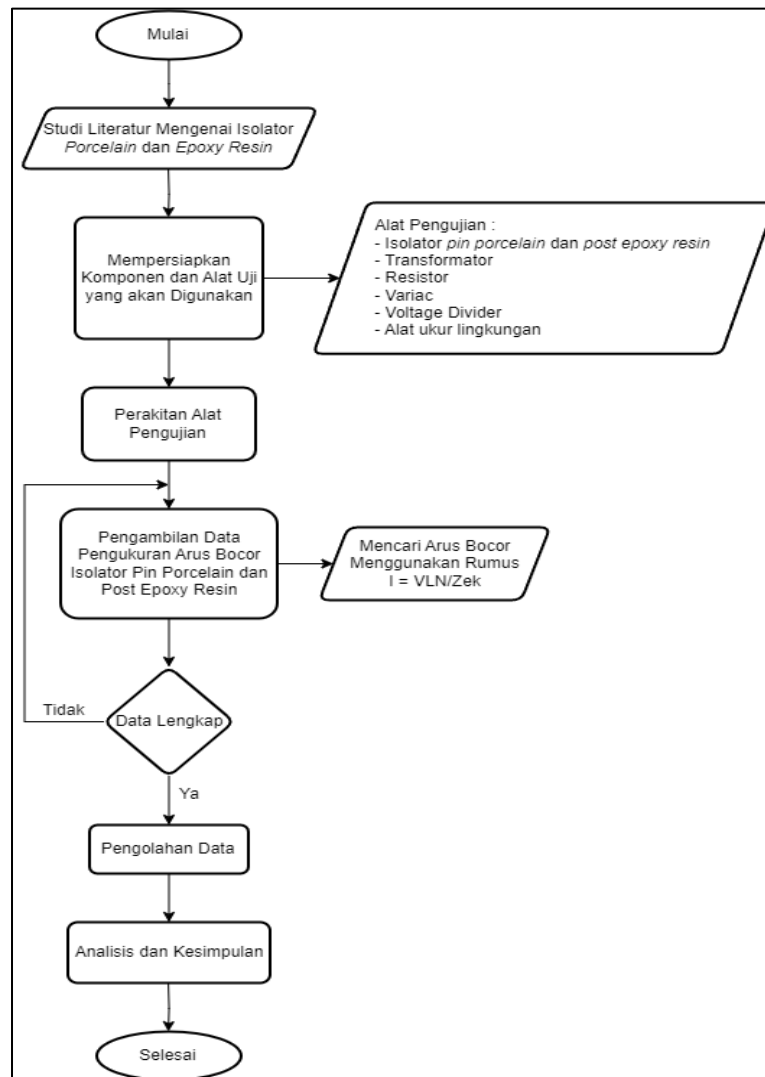
Saat ini mulai dikembangkan isolator polimer *epoxy resin* yang mempunyai keunggulan antara lain: sifat dielektris, konstruksi relatif lebih ringan, ketahanan kimia yang baik, ketahanan yang tinggi terhadap asam, memiliki sifat kedap air (hidrofobik) dan proses pembuatannya yang relatif lebih cepat dibandingkan isolator keramik dan kaca. Sedangkan kekurangannya antara lain: bahannya kurang tahan terhadap perubahan cuaca yang menyebabkan kekuatan mekanis menurun dan kerusakan fisik isolator **(Harun, 2020)**.

Adapun tujuan penulis yang ingin dicapai yaitu untuk mengetahui nilai arus bocor yang dihasilkan pada isolator tipe *pin porcelain* dan tipe *post epoxy resin*. Serta memperoleh faktor lingkungan yang dominan terhadap kinerja isolator.

2. METODOLOGI PENGUKURAN

2.1. Diagram Alir Metodologi Pengukuran

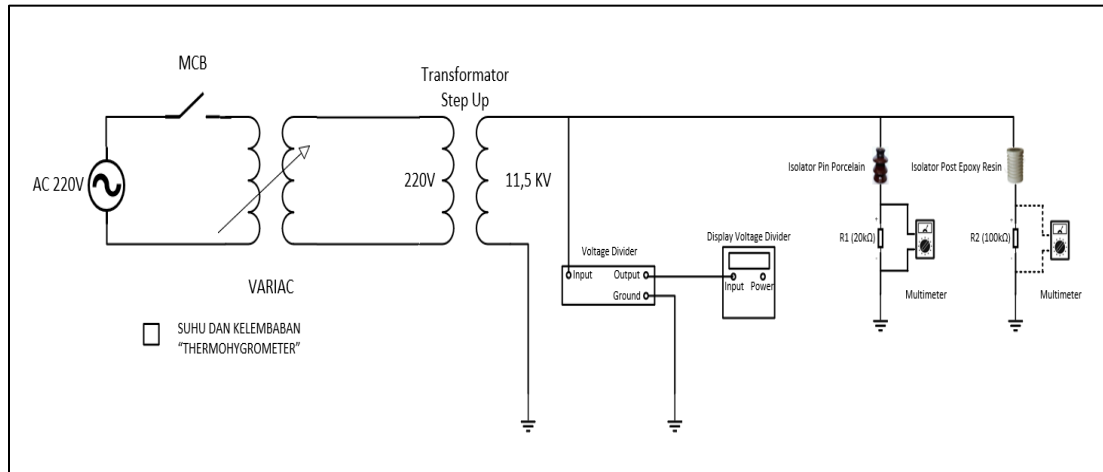
Diagram alir atau flowchart adalah sebuah jenis diagram yang mewakili algoritme, alir kerja atau proses, yang menampilkan langkah – langkah dalam bentuk simbol – simbol grafis, dan urutannya dihubungkan dengan panah. Diagram ini mewakili penggambaran dalam penyelesaian masalah penelitian yang dapat dilihat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



Gambar 1. Diagram Alir Pengukuran

2.2. Pengambilan Data

Pengambilan data arus bocor isolator dilakukan dengan memberikan tegangan nominal 11,5 kV. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui arus bocor pada isolator *pin porcelain* dan isolator *post epoxy resin* 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 pengukuran arus bocor isolator ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Pengukuran Arus Bocor Isolator

2.3. Pengolahan Data

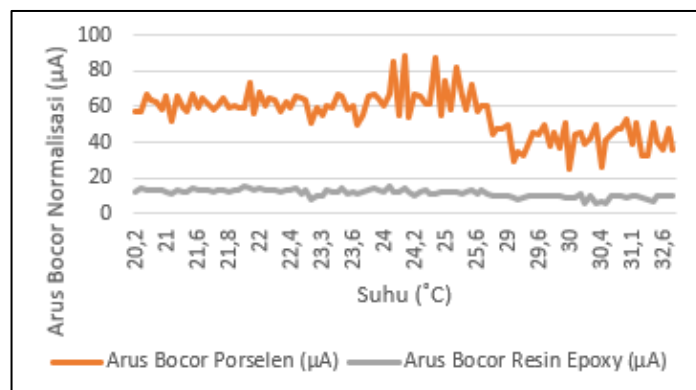
Pada pengolahan data penulis menggunakan metode *Boxplot* untuk mengetahui nilai rata-rata arus bocor pada isolator *pin porcelain* dan *post epoxy* yang dimana *Boxplot* juga dapat menyampaikan informasi variasi dan penempatan atau lokasi pada data yang telah ditetapkan, terutama untuk mendeteksi dan 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.

3. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

3.1 Data Hasil Pengujian Pengukuran

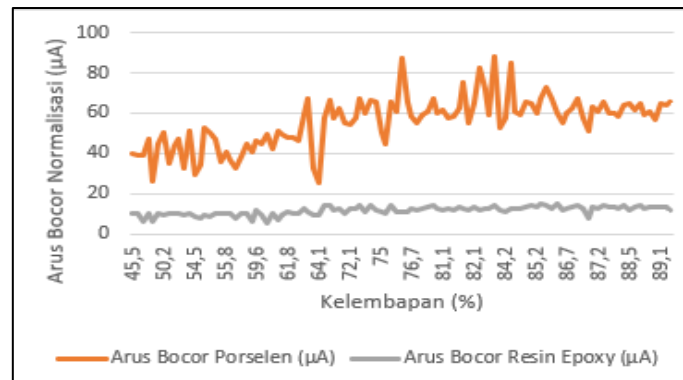
Data yang didapat selama 35 hari pengukuran diolah lalu didapat pengaruh Suhu dan Kelembaban terhadap arus bocor dari isolator *pin porcelain* dan *post epoxy resin*. Data hasil pengaruh suhu ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Suhu terhadap Arus Bocor

Dari grafik pada Gambar 3 bahwa arus bocor dengan nilai yang tinggi adalah isolator *pin porcelain*, dan yang rendah adalah isolator *post epoxy resin*. Arus bocor mencapai nilai tertinggi pada suhu yaitu 24,1-25. 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 adanya beberapa parameter yang tidak dapat dihitung seperti kondisi isolator yang berdebu atau berembun pada saat pengukuran di waktu pagi.

Data hasil pengaruh Kelembaban ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Kelembaban terhadap Arus Bocor

Dari grafik pada Gambar 4 bahwa nilai arus bocor isolator berbanding lurus dengan kelembaban. Semakin tinggi kelembaban, maka arus bocor isolator akan semakin tinggi pula. Dari kedua grafik arus bocor isolator *pin porcelain* dan *post epoxy resin* terhadap parameter suhu dan kelembaban, yang memiliki tingkat arus bocor yang lebih besar yaitu pada isolator pin porcelain dibandingkan dengan isolator *post epoxy resin*. Hal ini dikarenakan pada isolator *post epoxy resin* memiliki sifat dielektrik dan termal yang lebih tinggi, dan memiliki sifat hidrofobik yang baik dibandingkan dengan isolator *pin porcelain*.

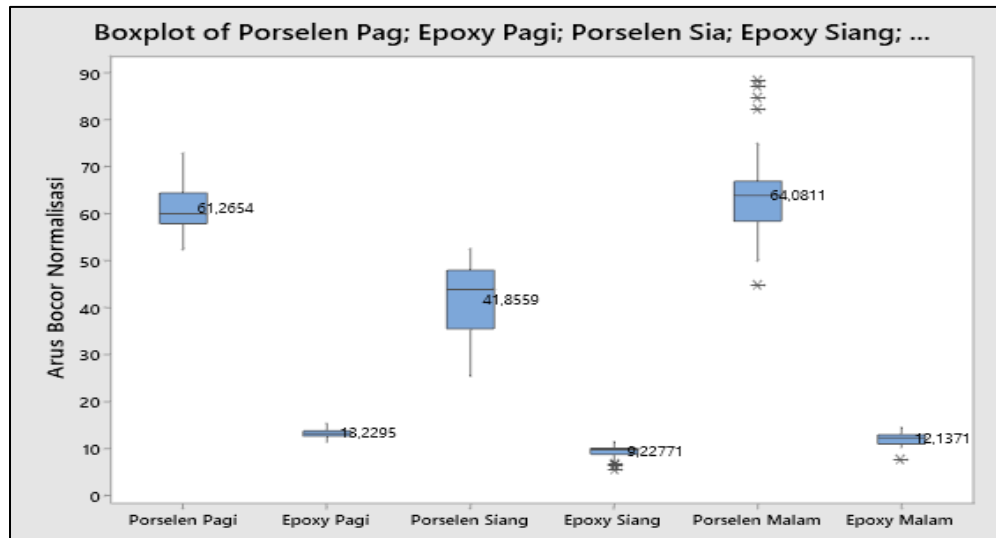
Pengujian dan pengukuran pada penelitian ini dilakukan dengan berbagai kondisi lingkungan dan dilakukan pada setiap isolator. Isolator uji ini akan diletakan diluar ruangan agar terdampak oleh lingkungan secara langsung selama 35 hari. Kemudian dilakukan pengukuran pada setiap isolator dengan rentang waktu 3 kali dalam satu hari yaitu pagi, siang, dan malam Gambar 5 menunjukkan pengukuran isolator *post epoxy resin* dan *pin porcelain*.



Gambar 5. Pengukuran Isolator *post epoxy resin* dan *pin porcelain*

3.2 Analisis

Analisis *boxplot* dipakai untuk melihat variasi rata – rata nilai arus bocor selama 35 hari pada isolator *pin porcelain* dan post *epoxy resin*, 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 6.



Gambar 6. Box Plot Arus Bocor Selama 35 Hari

Gambar 6 merupakan rata – rata nilai arus bocor pada isolator *pin porcelain* saat pagi hari adalah 61,254 μA , untuk siang hari 41,8559 μA , dan malam hari 64,0811 μA , rata – rata nilai arus bocor pada isolator *pin epoxy resin* saat pagi hari adalah 18,2295 μA , siang hari 9,227 μA , dan untuk malam hari 12,1371 μA . nilai rata – rata tertinggi untuk isolator *pin porcelain* adalah pada malam hari yaitu sebesar 64,0811 μA dan *pin epoxy resin* adalah saat pagi hari yaitu sebesar 18,2295 μA , hal ini disebabkan karena pada pagi dan malam hari suhu mencapai titik terendah, dan kelembaban berada di puncak nya sehingga arus bocor bersifat demikian. Nilai arus bocor pada isolator pada *epoxy resin* lebih rendah di bandingkan dengan isolator *pin porcelain* di karenakan pada isolator *resin epoxy* memiliki sifat kedap air (*hidrophobik*).

4. KESIMPULAN

- Parameter suhu dan kelembaban lingkungan terhadap isolator sangat mempengaruhi nilai arus bocor dimana nilai arus bocor akan berbanding lurus dengan kelembaban dan berbanding terbalik dengan suhu. Hal ini dapat terlihat pada Grafik Arus bocor Normalisasi terhadap suhu maupun kelembaban
- Nilai rata-rata arus bocor tertinggi pada isolator *pin porcelain* yaitu pada pengukuran di malam hari yaitu 64,0811 μA . Nilai rata-rata arus bocor tertinggi pada isolator *epoxy resin* yaitu pada pengukuran di pagi hari yaitu 18,2295 μA . Sedangkan nilai rata-rata arus bocor terendah terjadi saat pengukuran di siang hari yaitu 41,8559 μA untuk isolator *pin porcelain* dan 9,227 μA untuk isolator *epoxy resin*, dikarenakan pada

pengukuran siang hari suhu mengalami kenaikan dan kelembaban mengalami penurunan.

- Dalam dunia perindustrian isolator yang baik digunakan harus memiliki sifat ketahanan terhadap kelembaban yang tinggi, suhu, kontaminan garam, debu dan bahan kimia yang dapat menempel pada permukaan isolator yang dapat mengakibatkan terjadinya arus bocor. Pada isolator *post epoxy resin* memiliki kelebihan yaitu pada pengukuran di pagi, siang dan malam hari nilai rata-rata arus bocornya lebih kecil yaitu 31,502 μA dibandingkan dengan nilai rata-rata arus bocor pada isolator *pin porcelain* yaitu 55,730 μA sebesar. Selain itu pada isolator *epoxy resin* juga memiliki massa jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan isolator berbahan porselin dan gelas, tahan terhadap polusi, sifat dielektrik dan termal yang lebih tinggi, tidak terdapat lubang karna bahan yang digunakan sangat rapat dan yang terpenting memiliki sifat hidrofobik yang sangat baik.

DAFTAR RUJUKAN

Arismuandar, A. (2004). *Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta : PT. Percetakan Penebar Swadaya

Fauziah, D. (2019). Studi Pola Arus Bocor Isolator Keramik . *Jurnal Rekayasa Hijau*, 233-239.

Harun, Y & Pratiwi, I. A (2020). Karakteristik Dielektrik Isolator Polimer Resin Epoksi Berbahan Pengisi Abu Tongkol Jagung. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*. Gorontalo. 15.

Illahi, A. R. (2022). Analisis Arus Bocor dan Distribusi Medan Listrik Terhadap Kinerja Jenis Isolator Polimer Tipe Line Post, Pin, dan Suspension Terhadap Beberapa Jenis Polutan Buatan dan Kondisi Lingkungan. Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung.

PT. PLN (Persero). (2014). *Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi (SUTT/SUTET)*. Jakarta: PT. PLN (Persero).

Tobing, B. L. (2012). *Peralatan Tegangan Tinggi*. Medan: Penerbit Erlangga.