

Analisis Arus Bocor Isolator Post Rubber Silicone secara Normal dan Inverted

NAZHIIF ZUHRI PRATAMA^{1*} , WALUYO¹

¹Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: Nazhiiflee@gmail.com

Received 01 09 2023 | Revised 08 09 2023 | Accepted 08 09 2023

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik yang terus meningkat membutuhkan penyediaan pembangkit listrik yang memadai dan saluran transmisi yang andal untuk menyalurkan listrik ke konsumen. Sistem transmisi tenaga melibatkan sejumlah besar peralatan pendukung, antara lainnya adalah isolator. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil dan menganalisis arus bocor pada isolator Rubber silicone. Untuk pengukuran arus bocor menggunakan multimeter dan isolator dipasang secara normal dan inverted. Hasil yang didapat berdasarkan hasil penelitian arus bocor rata-rata pada isolator selama 35 hari isolator yang di pasang secara normal yaitu 1,894 μ A lebih besar dibandingkan yang dipasang secara inverted yaitu 0,6 μ A. Hasil pengukuran Isolator secara normal lebih besar dibandingkan dengan yang dipasang secara inverted, dikarenakan pendistribusian tegangan pada bahan isolasi tidak seragam, dan lebih besar pada bagian yang terkena tegangan.

Kata kunci: *Arus bocor, isolator, inverted , normal, rubber silicone*

ABSTRACT

The ever-increasing demand for electrical energy increases the supply of adequate power plants and reliable transmission lines to deliver electricity to consumers. The power transmission system involves a large number of supporting equipment, including insulators. This study aims to obtain results and analyze the leakage current in rubber silicone insulators. To measure the leakage current using a multimeter and an insulator which is installed normally and reversed. The results obtained based on the results of the study of the leakage current on the insulator for 35 days normally installed, namely 1.894 μ A, which is greater than that which is installed in reverse, which is 0.6 μ A. The measurement results of a normal insulator is greater than that of an insulator that is installed upside down, because the distribution of stress on the insulating material is not uniform, and is greater on the part that is exposed to the electric stress.

Keywords: *Insulator, inverted, leakage current, normal, rubber silicone*

1. PENDAHULUAN

Isolator umumnya dipasang di luar ruangan, di ruangan terbuka, sehingga dapat dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan lingkungan sekitar, misalnya pengaruh kelembaban, air hujan, sambaran petir, suhu, radiasi ultraviolet, dan lain-lain. Pengaruh lingkungan dapat mengakibatkan menurunnya prestasi kerja isolator di bawah desain ratingnya **(Chezia,2021)**.

isolator terbalik memiliki kinerja insulasi yang lebih baik dibandingkan dengan isolator secara biasa (normal) **(huang,2019)**.

Jika dilihat dari sifatnya, *silicone rubber* mempunyai sifat tolak air (hydrophobicity) yang tinggi, bahkan mampu memindahkan sifat hidrofobiknya ke lapisan polutan sehingga polutan ikut bersifat hidrofobik. Dalam keadaan basah atau lembab tidak akan terbentuk lapisan air yang kontinyu, sehingga permukaan isolator tetap memiliki konduktivitas yang rendah, akibatnya arus bocor sangat kecil. Kelebihan lain yang dimiliki oleh karet silikon adalah mempunyai sifat dielektrik yang sangat baik, ringan, tahan gempa, serta mudah dalam penanganan dan pemasangannya **(Yuniarti,2013)**.

Surface discharge atau pelepasan muatan permukaan adalah pelepasan muatan dari konduktor ke media gas dan terjadi dipermukaan meterial isolasi padat yang tidak tertutupi oleh konduktor. Karena peluahan muatan permukaan ini, maka arus akan mengalir pada permukaan isolator. Arus ini sering disebut arus bocor **(Aji 2017)**.

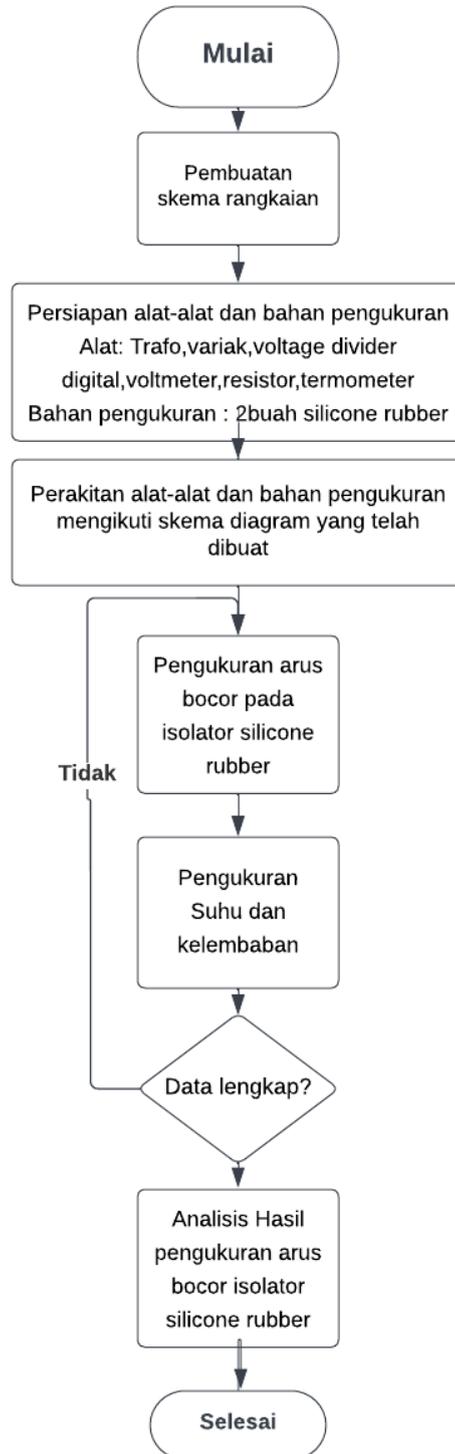
Salah satu indikator dalam penyaluran listrik yang baik adalah rendahnya frekuensi terjadinya gangguan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kehandalan dan mengurangi penyebab gangguan yang mungkin terjadi, maka pemilihan bahan yang akan digunakan untuk melindungi bagian konduktor itu sangat penting **(Gustira 2020)**.

Isolator terdiri dari bahan porselin yang diapit oleh elektroda-elektroda. Dengan demikian isolator terdiri dari sejumlah kapasistansi. Kapasistansi ini diperbesar oleh terjadinya lapisan yang menghantarkan listrik, karena kelembaban udara, debu dan bahan-bahan lainnya pada permukaan isolator tersebut. Karena kapasistansi ini maka distribusi tegangan pada saluran gandingan isolator tidak seragam. Potensial pada bagian yang terkena tegangan (ujung saluran) adalah paling besar dengan memasang tanduk busur api (arcing horn), maka distribusi tegangan diperbaiki **(suswanto, 2010)**.

Isolator karet silikon mendapatkan penerimaan yang lebih luas sebagai insulator saluran transmisi overhead untuk sistem tegangan ekstra tinggi dan tegangan ultra-tinggi, karena beberapa fitur yang menjanjikan seperti pemulihan hidrofobisitas, ringan, kemudahan penanganan dan pemasangan, kinerja flashover polusi yang lebih baik, ketahanan yang mengagumkan terhadap vandalism **(Chakraborty,2017)**.

Berdasarkan dari latar belakang permasalahan penelitian diatas mengenai arus bocor maka penulis tertarik untuk melakukan penulisan dengan mengambil judul yang akan dijadikan sebagai bahan penulisan " **Analisis Arus bocor pada Isolator post Rubber Silicone yang dipasang secara normal dan inverted "**

2. METODOLOGI



Gambar 1. Diagram Alir

Gambar 1 menunjukkan Diagram Alir yang menggambarkan langkah-langkah, urutan, dan keputusan dari proses atau alur kerja. pada penelitian ini diagram alir digunakan sebelum melakukan pengambilan data arus bocor pada isolator *silicone rubber* dan menganalisis hasil pengukuran arus bocor pada isolator *silicone rubber*.

2.1. Studi literature

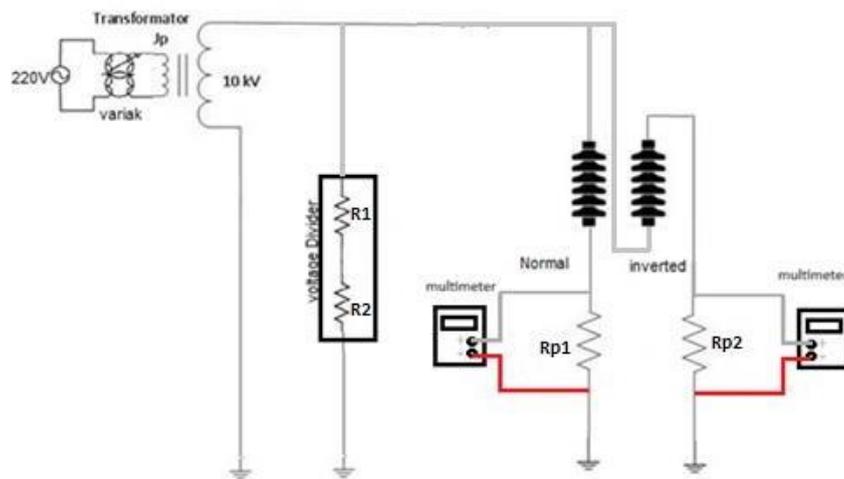
Studi literatur adalah hal pertama yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian. Studi literatur ini merupakan proses pembelajaran terhadap objek yang diteliti dalam hal ini tentang arus bocor pada isolator *silicone rubber*. Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk mendapatkan teori atau landasan mengenai arus bocor pada isolator serta mengkaji teorema – teorema dalam pemecahan masalah yang akan diteliti. Teorema – teorema tersebut didapat baik dari jurnal ilmiah, hasil penelitian sebelumnya maupun buku – buku referensi yang mendukung penelitian ini.

2.2 Pengukuran

Pengujian dan pengukuran pada penelitian ini dilakukan dengan berbagai kondisi lingkungan dan dilakukan pada setiap isolator. Isolator uji ini akan diletakkan di luar ruangan agar terdampak oleh lingkungan secara langsung selama satu bulan. Kemudian dilakukan pengukuran sebanyak 3 kali, pada pagi, siang, dan malam.

2.3 Rangkaian Pengukuran Arus Bocor

Pengukuran arus bocor dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada resistor pengukuran (Rp). Dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Instalasi pengukuran arus bocor isolator rubber silicone

Gambar 2 menunjukkan instalasi pengukuran arus bocor isolator pengukuran dilakukan pada resistor Rp1 untuk isolator normal dan pengukuran arus bocor pada Rp2 untuk isolator *inverted* Tegangan masukan isolator diukur pada R2 adalah :

Resistans R1 : $R_1 = 15 \text{ K}\Omega$

Resistans R2 : $R_2 = 180 \Omega$

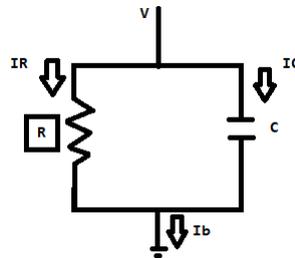
Tegangan $V_s = 10 \text{ KV}$

Tegangan masuk isolator adalah

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_s \quad (2.1)$$

$$V_2 = \frac{180}{15 + 180} 10 = 11,5 \text{ V} \quad (2.2)$$

2.4 Rangkaian Ekuivalen Isolator



Gambar 3. Rangkaian Ekuivalen Isolator

Gambar 3 dapat dilihat, kabel pembumian rangkaian percobaan dipasang tahanan dengan nilai yang telah diketahui, selanjutnya akan disebut sebagai tahanan uji. Tahanan uji kemudian dihubungkan pada voltmeter, sehingga pada saat tegangan kerja diberikan, pada voltmeter akan terbaca nilai tegangan yang dialami tahanan. Dari nilai tegangan yang terbaca pada voltmeter yang dipasang pada tahanan uji, diperoleh besar arus pengukuran yang mengalir melalui tahanan. Dari nilai tegangan tersebut, dapat diperoleh besar arus bocor yang mengalir melalui resistor uji dengan menggunakan Persamaan (2.3).

$$Z_R = R \quad (2.3)$$

Impedansi kapasitansi C menggunakan Persamaan (2.4).

$$Z_C = j \frac{1}{\omega c} \quad (2.4)$$

Impedansi ekuivalen dengan menggunakan Persamaan (2.5).

$$Z_{ek} = \frac{Z_R \times Z_C}{Z_R + Z_C} \quad (2.5)$$

Untuk mencari arus bocor menggunakan Persamaan (2.6).

$$I = \frac{V_{LN}}{Z_{ek}} \quad (2.6)$$

Dimana:

I = Arus bocor (A)

V_{LN} = Tegangan masukan (V)

Z_{ek} = Impedansi ekuivalen isolator (Ω)

3. DATA DAN ANALISIS

3.1 Data hasil pengukuran

Setelah melakukan pengukuran dan mencatat hasil yang didapatkan, berikut ini data hasil pengukuran selama 35 hari, pagi, siang, dan malam.

Tabel 1. Data Arus bocor isolator rubber silicone selama 35 hari

Hari	Tegangan IRS normal (uA)	Tegangan IRS <i>Inverted</i> (uA)	Suhu (°C)	Kelembapan (%)
pagi	9,730	6,210	22	56
siang	9,880	6,090	36,4	40,8
malam	10,770	10,340	24,8	73

Tabel 1 menunjukkan hasil rata-rata dari pengambilan data selama 35 hari, data yang diperoleh antaralain data arus bocor, suhu, kelembaban, vd, dan waktu pengukuran.

3.2. grafik hasil pengukuran

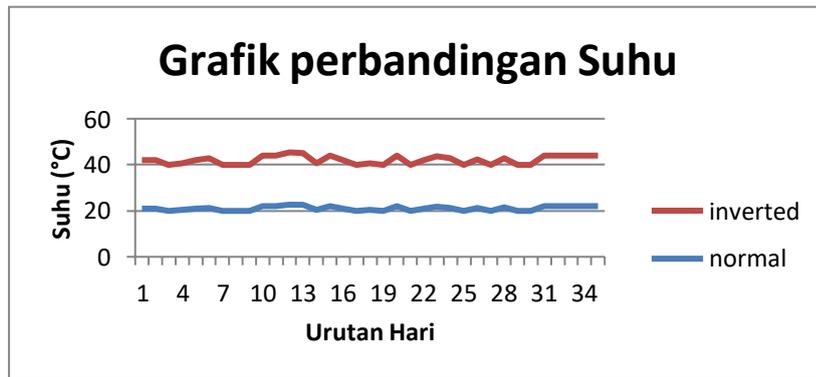
3.2.1 Perbandingan Harian arus bocor



Gambar 4 Perbandingan harian arus bocor normal dan inverted

Gambar 4 menunjukkan grafik arus bocor perbandingan antara arus bocor secara normal dan inverted selama 35 hari. Arus bocor yang di pasang secara normal nilai arus bocornya lebih besar dibandingkan arus bocor pada kondisi inverted Karena sifat isolator rubber yang mudah diresapi oleh sinar UV dan Embun yang dapat membentuk jalur konduktif yang mengakibatkan arus bocor naik ke permukaan. karena ada arus bocor yang naik ke permukaan maka nilai arus bocor dibagian bawah akan mengalir lebih sedikit

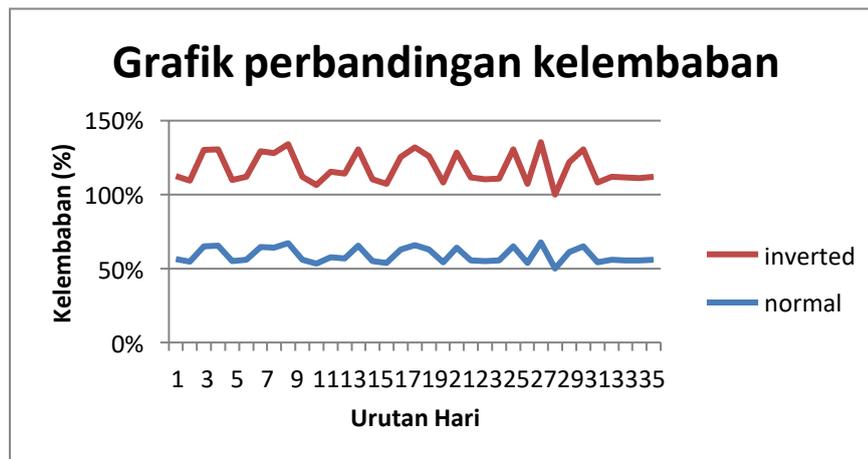
3.2.2 Perbandingan Harian suhu normal dan inverted



Gambar 5 perbandingan suhu normal dan inverted

Gambar 5 menunjukkan grafik suhu pengukuran selama 35 hari. Pada gambar di atas suhu normal dan inverted tidak mengalami perbedaan. Tetapi ada sedikit kenaikan suhu dikarenakan cuaca dan musim yang berganti ganti pada saat pengukuran, yang mengakibatkan mempengaruhi hasil pengukuran arus bocor pada kondisi normal dan inverted.

3.2.3 Perbandingan Harian Kelembaban normal dan inverted



Gambar 6 perbandingan kelembaban normal dan inverted

Gambar 6 menunjukkan grafik Kelembaban pengukuran selama 35 hari. Pada gambar di atas kelembaban normal dan inverted tidak mengalami perbedaan. Tetapi ada sedikit kenaikan kelembaban dikarenakan cuaca dan musim yang berganti ganti pada saat pengukuran, yang mengakibatkan mempengaruhi hasil pengukuran arus bocor pada kondisi normal dan inverted.

3.3 Analisis Korelasi dan kovarian

Analisis korelasi dan kovarian dari *variable* X dan *Variabel* Y, fitur yang digunakan pada *Microsoft Excel* yaitu formula yang dapat langsung memasukan jumlah *variable* bebas dan jumlah *variable* dipengaruhi.

3.3.1 Analisis Korelasi dan Kovarian Suhu Terhadap arus bocor

Analisis korelasi dan Kovarian untuk hubungan arus bocor isolator dengan suhu, menggunakan *Microsoft Excel*.

Tabel 2 Nilai korelasi dan kovarian arus bocor terhadap suhu pagi

Isolator	korelasi	Kovarian
Normal	-0,01357	-0,05296
Inverted	-0,21547	-0,69698

Dapat dilihat dari Tabel 2 nilai korelasi dan nilai kovarian bernilai negative yang berarti nilai arus bocor terhadap suhu berbanding terbalik

3.3.2 Analisis Korelasi dan Kovarian Kelembaban Terhadap arus bocor

Analisis korelasi dan Kovarian untuk hubungan arus bocor isolator dengan kelembaban, menggunakan *Microsoft Excel*.

Tabel 3 Nilai korelasi dan kovarian arus bocor terhadap suhu pagi

Isolator	korelasi	Kovarian
Normal	0,270498	0,06296
Inverted	0,29175	0,05464

Dapat dilihat dari Tabel 3 nilai korelasi dan nilai kovarian bernilai positif yang berarti nilai arus bocor terhadap kelembaban berbanding lurus

3.4 Analisis Korelasi dan Kovarian

Analisis korelasi dan kovarian arus bocor terhadap suhu, nilai korelasi dan nilai kovarian dari pengukuran pagi siang dan malam hari semua memiliki nilai negative yang berarti nilai dari arus bocor terhadap suhu, pada pengukuran pagi, siang, dan malam hari berbanding terbalik antara arus bocor dan suhu.

Analisis korelasi dan kovarian arus bocor terhadap kelembaban, nilai korelasi dan nilai kovarian dari pengukuran pagi siang dan malam hari semua memiliki nilai positif yang berarti nilai dari arus bocor terhadap kelembaban, pada pengukuran pagi, siang, dan malam hari berbanding lurus antara arus bocor dan kelembaban.

4. KESIMPULAN

Pengaruh suhu dan kelembaban pada isolator *silicone rubber*, ketika pagi hari suhu 22,61°C, dan kelembaban sebesar 67%, menghasilkan arus bocor 12,8 μA pada kondisi normal, dan 9,02 μA pada kondisi *inverted*, dan pada siang hari suhu naik menjadi 37°C, dan kelembaban sebesar 35%, menghasilkan arus bocor 9,64 μA pada kondisi normal, dan 6,88 μA pada kondisi *inverted*, lalu pada malam hari suhu turun menjadi 20,9°C, dan kelembaban 58,44%, menghasilkan arus bocor sebesar 9,86 μA pada kondisi normal, dan 8,41 μA pada kondisi *inverted*. Ini menjelaskan bahwa suhu berbanding terbalik dengan kelembaban, ketika suhu naik maka kelembaban akan turun, dan ketika suhu turun maka kelembaban akan naik, dan begitupula dengan arus bocor, arus bocor berbanding lurus dengan kelembaban, ketika kelembaban naik maka arus bocor akan semakin besar, dan ketika kelembaban turun maka arus bocor akan turun juga, karena kelembaban berbanding terbalik dengan suhu, dan kelembaban berbanding lurus dengan arus bocor, maka arus bocor akan berbanding terbalik dengan suhu, jika suhu naik maka arus bocor akan turun dan ketika suhu turun maka arus bocor akan naik.

DAFTAR RUJUKAN

- Chezia Yuseki (2021), *Analisis karakteristik dielektrik* : Universitas Hasanuddin
- Dwi Aji (2017). *Analisis arus bocor dan tegangan Flashover pada Isolator suspense 20 kV* : Universitas Diponegoro.
- Daman suswanto (2009). *Sistem distribusi tenaga listrik* : Universitas Negeri Padang.
- Muhammad Gustira (2020), *Unjuk Kerja Silicone Rubber yang diberi bahan pengisi Nanofiller SIO₂ dibawah aplikasi tegangan AC*
- Nurhening Yuniarti (2013), *Sifat Hidrofobik bahan Isolator Silicone rubber* : Universitas Negeri Yogyakarta
- Rahul Chakraborty (2017), *Condition Monitoring of EHV Transmission line composite insulators under Multi-Stress Aging* : North Carolina State University
- Yafei Huang (2019). *Study on inverted T-shape insulator*. China : Chongqing University