

Analisis Perbandingan Arus Bocor Isolator Silicone Rubber Konfigurasi Tunggal dan Paralel Ganda akibat Perubahan Temperatur dan Kelembapan

MOCHAMAD BUDIAWAN, WALUYO

Institut Teknologi Nasional Bandung
budiawan2324@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Isolator tegangan tinggi memiliki peran krusial dalam menjaga keamanan dan efisiensi sistem transmisi tenaga listrik. Penelitian ini menganalisis kekuatan dan kinerja isolator Silicone Rubber Hubung Tunggal dan Hubung Ganda selama 35 hari dengan tegangan nominal 11,5 kV. Metode penelitian ini melibatkan waktu pengukuran arus bocor setiap pagi, siang, dan malam, sambil mencatat kelembapan dan suhu lingkungan. Rata-rata nilai arus bocor isolator Tunggal lebih rendah daripada isolator Ganda, terutama pada pagi hari, mencapai nilai tertinggi 10,5115 μA dan 22,5281 μA dan pada siang hari, mencapai nilai terendah sebesar 7,79253 μA untuk isolator Tunggal dan 19,1425 μA untuk isolator Ganda. Penurunan suhu pagi dan tingginya kelembapan mempengaruhi peningkatan arus bocor. Isolator Ganda, menerima arus paralel, menunjukkan nilai arus bocor keseluruhan lebih tinggi karena konsentrasi arus pada satu isolator.

Kata kunci: arus bocor, isolator, kelembapan, silicone rubber, suhu

ABSTRACT

High-voltage insulators are vital for ensuring the safety and efficiency of power transmission. This study examines Single and Double String Silicone Rubber insulators over 35 days at 11.5 kV. The methodology includes daily leakage current measurements, considering environmental factors like humidity and temperature. On average, the Single String has lower leakage currents than the Double String, especially in the morning, peaking at 10.5115 μA and 22.5281 μA , respectively. In the afternoon, the Single String records a minimum of 7.79253 μA , while the Double String has 19.1425 μA . The morning temperature drop and high humidity contribute to increased leakage. The Double String, with parallel currents, shows a higher overall leakage due to potential concentration on one insulator. In conclusion, the Single String Silicone Rubber insulator excels in managing leakage currents, potentially boosting power transmission reliability in diverse environments

Keywords: leakage current, insulator, humidity, silicone rubber, temperature

1. PENDAHULUAN

Isolator tegangan tinggi sangat penting untuk keamanan operasional dan efisiensi sistem transmisi tenaga listrik. Oleh karena itu, tidak mengherankan bahwa komponen ini harus memenuhi persyaratan yang sangat tinggi dalam hal keandalan (**Papailiou, 2013**).

Isolator memainkan dua peran penting untuk memastikan integritas listrik pada sistem, dalam kondisi cuaca yang beragam. Sementara *flashover* akibat sambaran petir langsung tidak bisa secara praktis dihilangkan, ini tentu dapat dikelola hingga ke tingkat yang dapat diterima (**Farou, 2014**).

Komposit menawarkan beberapa keuntungan, antara lain ketahanan yang lebih baik terhadap kejutan mekanik, ringan dan mudah dipasang, kinerja polusi yang lebih baik, perawatan yang lebih sedikit, dan ukurannya yang relatif kecil memungkinkan desain overhead line yang kompak (**Wyk & Holtzhausen, 1996**).

Dengan terus meningkatnya kelas tegangan dari saluran transmisi, jumlah kawat terpisah bertambah, dan beban pada menara juga bertambah. Oleh karena itu, kekuatan mekanik dari isolator suspensi saluran menjadi semakin menuntut. Di bawah kelas tegangan ultra tinggi, tipe seri "I" dari kekuatan mekanik mungkin sulit memenuhi persyaratan desain, maka perlu menggunakan seri-paralel tipe isolator "double i-shape" (disebut "seri-paralel ganda" atau "tipe II seri") atau lebih dari satu isolator tipe I seri-paralel metode suspensi (**Guo, 2021**).

Polutan yang terkandung di udara dapat menempel pada permukaan isolator dan berangsur-angsur membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan isolator. Unsur polutan yang paling berpengaruh terhadap unjuk kerja isolator adalah garam yang terbawa oleh angin laut. Lapisan garam ini bersifat konduktif terutama pada keadaan cuaca lembap, berkabut atau ketika hujan gerimis. Jika cuaca seperti ini terjadi, maka akan mengalir arus bocor dari kawat fasa jaringan ke tiang penyangga melalui lapisan konduktif yang menempel di permukaan isolator (**Tobing, 2012**).

Maka pengukuran ini bertujuan untuk memperoleh analisis tentang kekuatan dan kinerja isolator silicone rubber hubung Tunggal dan paralel ganda sehingga diharapkan dapat digunakan untuk menentukan dan memprediksi keandalan dari jenis isolator tersebut ketika berada dalam kondisi pemakaian yang lama.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Disini penulis memerlukan langkah-langkah dalam penelitian ini seperti studi literatur, menyiapkan komponen, pengumpulan dan pengolahan data yang bertujuan untuk memudahkan penulis mengerjakan penelitian ini secara sistematis yang disusun ke dalam suatu metode penelitian. Adapun metode penelitian ini dijelaskan melalui diagram alir di bawah ini:

Analisis Perbandingan Arus Bocor Isolator Silicone Rubber Konfigurasi Tunggal dan Paralel Ganda akibat Perubahan Temperatur dan Kelembapan

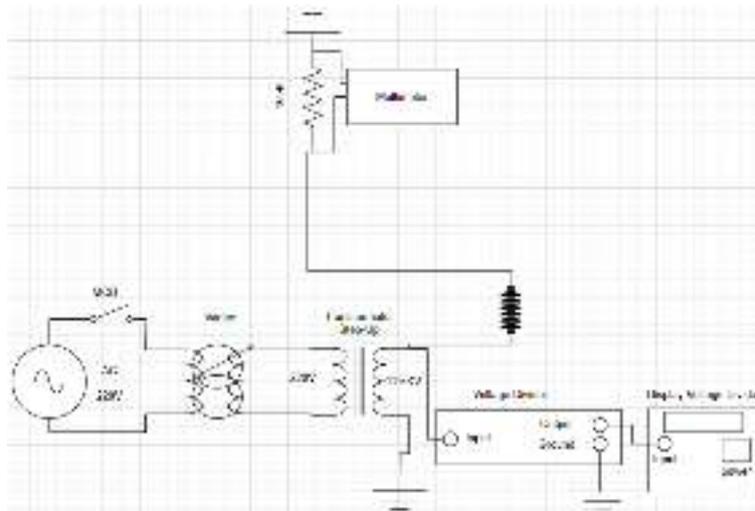


Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

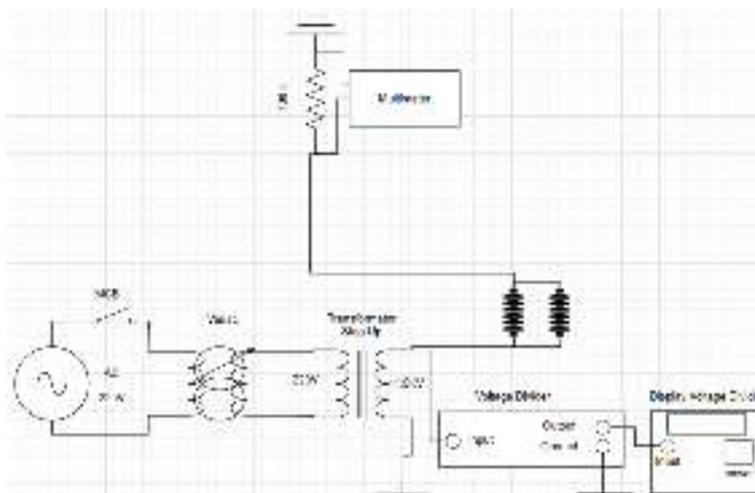
Gambar 1 menjelaskan langkah langkah yang dilakukan saat melakukan penelitian ini mulai dari studi literatur, menyiapkan komponen dan alat ukur yang dipakai saat penelitian, perakitan alat uji, pengukuran arus bocor pada isolator yang diteliti, pengolahan data berdasarkan analisis yang dipakai, pembuatan laporan penelitian.

2.2 Pengambilan Data

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



(a)



(b)

Gambar 2. Rangkaian pengukuran, (a) isolator tunggal, (b) isolator paralel

Gambar 2 (a) menunjukkan rangkaian pengukuran untuk isolator tunggal, sedangkan Gambar 2 (b) menunjukkan rangkaian pengukuran untuk isolator paralel.

2.3 Pengolahan Data

Setelah semua data yang diperoleh dari pengujian sudah terkumpulkan, maka selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan aplikasi Minitab dan Microsoft Exel

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

Data yang didapat dari 105 pengambilan data selama 35 hari kemudian diolah. Tabel 1 adalah hasil pengukuran diambil dari sampel data yang merepresentasikan nilai arus bocor yang terjadi:

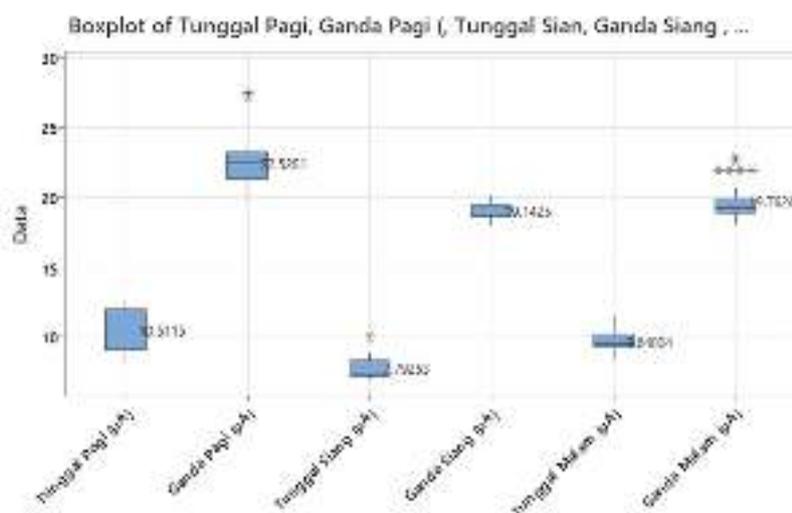
Tabel 1. Rata-Rata Hasil Pengukuran Arus Bocor

Waktu	VLL (V)	Tegangan Divider (V)	R1 (Ω)	R2 (Ω)	Arus Normalisasi Tunggal (μA)	Arus Normalisasi Paralel Ganda (μA)
Pagi	11,500	11500	100,000	100,000	10,5115	22,5281
Siang	11,500	11510	100,000	100,000	7,79253	19,1425
Malam	11,500	11520	100,000	100,000	9,64004	19,7624

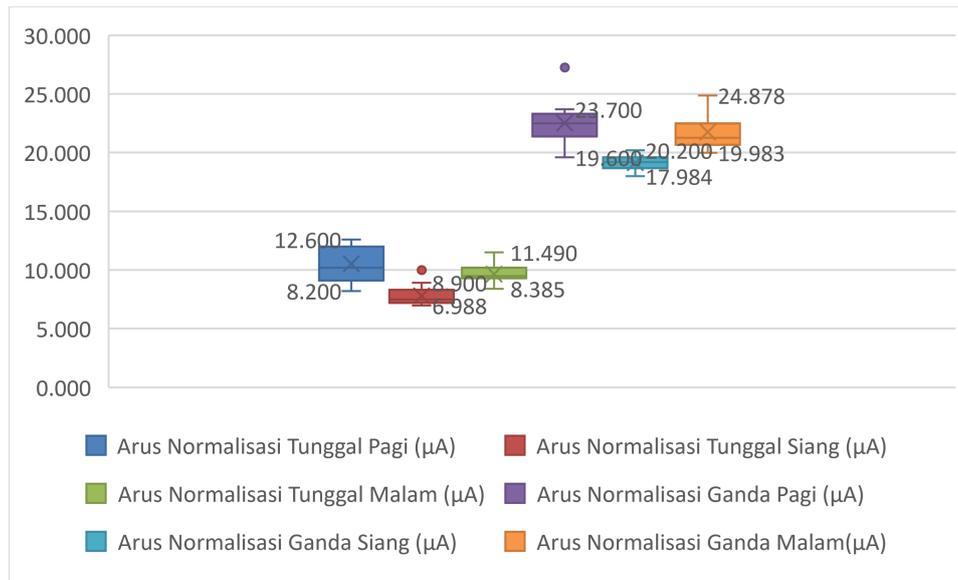
3.2 Analisis Box Plot isolator rubber silikon

Analisis boxplot dipakai untuk melihat variasi rata – rata nilai arus bocor selama 35 hari pada isolator dengan pemasangan tunggal dan parallel. 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 tampilkan pada Gambar 3 :

Gambar 3. Box Plot Arus Bocor Selama 35 Hari



Berdasarkan grafik dan juga rata-rata nilai yang diperlihatkan Gambar 3, rata – rata nilai arus bocor pada isolator Silicone Rubber Hubung Tunggal saat pagi hari adalah 10,5115 μA , untuk siang hari, dan malam hari 9,64004 μA , rata – rata nilai arus bocor pada isolator Silicone Rubber Hubung Ganda saat pagi hari adalah 22,5281 μA , siang hari 19,1425 μA , dan untuk malam hari 19,7624 μA . nilai rata – rata tertinggi untuk isolator Silicone Rubber Hubung Tunggal adalah pada pagi hari yaitu sebesar 10,5115 μA dan Silicone Rubber Hubung Ganda adalah saat pagi hari yaitu sebesar 22,5281 μA . hal ini disebabkan karena pada pagi dan malam hari suhu mencapai titik terendah. dan kelembapan berada di puncak nya sehingga arus bocor bersifat demikian.



Analisis Box Plot pada nilai arus bocor isolator silicone rubber menunjukkan nilai tertinggi dan terendah selama 35 hari, Dengan nilai terendah 6,988 μA pada isolator silicone rubber hubung tunggal di siang hari dan nilai tertinggi 24,878 μA pada isolator silicone rubber hubung ganda di malam hari. Perbedaan nilai arus bocor pada isolator hubung tunggal dan hubung ganda memiliki perbedaan yang sangat signifikan dimana nilai arus bocor tertinggi isolator hubung tunggal pada pagi hari memiliki nilai sebesar 12,600 μA dan nilai tertinggi arus bocor pada isolator hubung ganda pada pagi hari memiliki nilai sebesar 23,700 μA terlihat nilai arus bocor pada isolator hubung ganda memiliki nilai dua kali lipat dari isolator hubung Tunggal dikarenakan nilai arus bocor hubung ganda yang terbaca pada resistor uji adalah total dari arus bocor masing-masing isolator yang masuk ke resistor uji.

4. KESIMPULAN

Dari analisis data arus bocor pada isolator Silicone Rubber Hubung Tunggal dan Hubung Ganda, terlihat bahwa rata-rata arus bocor isolator Tunggal lebih rendah daripada isolator Ganda. Pada pagi hari, keduanya mencatat nilai arus bocor tertinggi, dengan isolator Tunggal sebesar 10,5115 μA dan isolator Ganda sebesar 22,5281 μA . Penurunan suhu pada pagi hari dan tingginya kelembaban dapat menjadi faktor utama penyebab peningkatan arus bocor, dengan resistansi isolasi yang dipengaruhi oleh perubahan lingkungan. Selain itu, Isolator pada hubung Ganda memiliki nilai arus bocor dua kali lipat dari nilai arus bocor pada isolator hubung tunggal dimana nilai arus bocor tertinggi isolator hubung tunggal pada pagi hari memiliki nilai sebesar 12,600 μA dan nilai tertinggi arus bocor pada isolator hubung ganda pada pagi hari memiliki nilai sebesar 23,700 μA dikarenakan nilai arus bocor yang terbaca pada resistor uji adalah total dari masing-masing arus bocor pada isolator.

DAFTAR RUJUKAN

- Papailiou, K, O,, & Schmuck, F, (2013), *Silicone Composite Insulators: Materials, Design, Applications, Power Systems*. 75, <https://doi.org/10.1007/978-3-642-15320-4>
- Farouk, A. M., Rizk, & Giao N. Trinh (2014). *High Voltage Engineering*. CRC Press, 2014, p. 1.

- Van Wyk, L., & Holtzhausen, J. P. (1996). *Surface Conductivity as an Indication of the Surface Condition of Non-Ceramic Insulators*. Department of Electrical Engineering, University of Stellenbosch, Private Bag X1, 7602, Matieland, South Africa, p. 1.
- Bonggas, L., Tobing, I. (2012). *Peralatan Tegangan Tinggi Edisi Kedua*. Retrieved from <http://www.erlangga.co.id>
- Guo, K., Jiang, B., Liu, B., Kong, K., Wu, Y., Tian, S., Gao, Z., Zong, L., Yao, S., Zhao, M., & Mi, C. (2021). *Research Status of the External Insulation Pollution Flashover of High Voltage Transmission Line*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 651(2).