

Analisis Perbandingan Arus Bocor pada Isolator Post Silicone Rubber akibat Kondisi Terbuka dan Tertutup Sinar Matahari dan Hujan

MUHAMMAD FADLAN MALIK, WALUYO

Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia
Email: fadlanmalik19@gmail.com

ABSTRAK

Pemasangan isolator sebagian besar di pasang terbuka dan tertutup oleh karena itu perlu dilakukan studi penelitian. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan arus bocor pada isolator tipe Post Silicone Rubber, yang dipengaruhi faktor lingkungan yaitu suhu dan kelembapan akibat ruangan terbuka dan tertutup. Untuk metode pengambilan data dengan cara ditempatkan isolator tipe Post Silicone Rubber pada ruangan tertutup dan terbuka dari sinar matahari dan hujan. Dengan metode pengolahan data menggunakan analisis regresi, korelasi, kovarian, dan PCA. Data arus bocor diambil setiap pagi, siang, dan malam selama 35 hari beserta pengambilan data suhu dan kelembapannya. Parameter yang diatur pada penelitian ini yaitu tegangan trafo sebesar 11,5kV dan menggunakan resistor 100k Ω , sedangkan untuk suhu dan kelembapan didapatkan secara real time. Dari penelitian selama 35 hari arus bocor terbesar pada isolator terbuka berkisar pada nilai 8,692 μ A dan pada isolator tertutup berkisar pada nilai 7,688 μ A disebabkan karena tingkat kelembapan yang sangat tinggi.

Kata kunci: Arus Bocor, Kelembapan, Regresi, Silicone Rubber, Suhu.

ABSTRACT

Most insulators are installed in open and closed installations, therefore research studies need to be carried out. The aim of this research was to determine the comparison of leakage currents in Post Silicone Rubber type insulators, which are influenced by environmental factors, namely temperature and humidity due to open and closed spaces. The data collection method involves placing Post Silicone Rubber type insulators in closed and open rooms away from sunlight and rain. With data processing methods using regression analysis, correlation, covariance, and PCA. Leakage current data was taken every morning, afternoon and evening for 35 days along with temperature and humidity data. The parameters set in this research are the transformer voltage of 11,5kV and using a 100k Ω resistor, while the temperature and humidity are obtained in real time. From research over 35 days, the largest leakage current in open insulators was around 8,692 μ A and in closed insulators it was around 7,688 μ A due to very high humidity levels.

Keywords: Humidity, Leakage Current, Regression, Silicone Rubber, Temperature.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi pada era globalisasi saat ini semakin canggih dan mulai berkembang sangat pesat. Kemajuan tersebut didasari untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari sebelumnya. Terutama dalam sistem ketenagalistrikan yang terus mengalami perkembangan, salah satunya dalam sistem saluran transmisi udara. Saluran transmisi udara merupakan saluran transmisi tenaga listrik untuk menghantarkan listrik ke tempat jauh. Saluran transmisi udara merupakan elemen penting untuk menyalurkan daya aktif dan daya reaktif dari sumber sampai sisi konsumen **(Tambunan,2019)**.

Dalam sistem saluran udara jaringan transmisi terdapat salah satu komponen utama dari sistem transmisi yaitu isolator. Isolator mempunyai peranan penting dalam mencegah terjadinya aliran antar konduktor fasa ke bumi. Isolator pada penggunaannya memungkinkan jika dipilih isolator yang sesuai dan ekonomis yang sesuai dengan keperluan dan kebutuhan dalam sistem saluran transmisi **(Nuraini,2013)**.

Isolator karet silicon (silicone rubber) mempunyai sifat tolak air (hydrophobic) yang tinggi. Kelebihan dari bahan ini mempunyai sifat dielektrik yang sangat baik, ringan, serta mudah dalam pemasangannya **(Afandi,2007)**.

Isolator biasanya dipasang diruang terbuka, dalam penggunaan dan konstruksi isolator dapat diklasifikasikan menjadi isolator pasak (pin type insulator), isolator piring (suspension insulator), isolator batang panjang (long rod insulator), isolator pos saluran (line post insulator), dan isolator pos pin (pin post insulator) **(Jumari,2020)**.

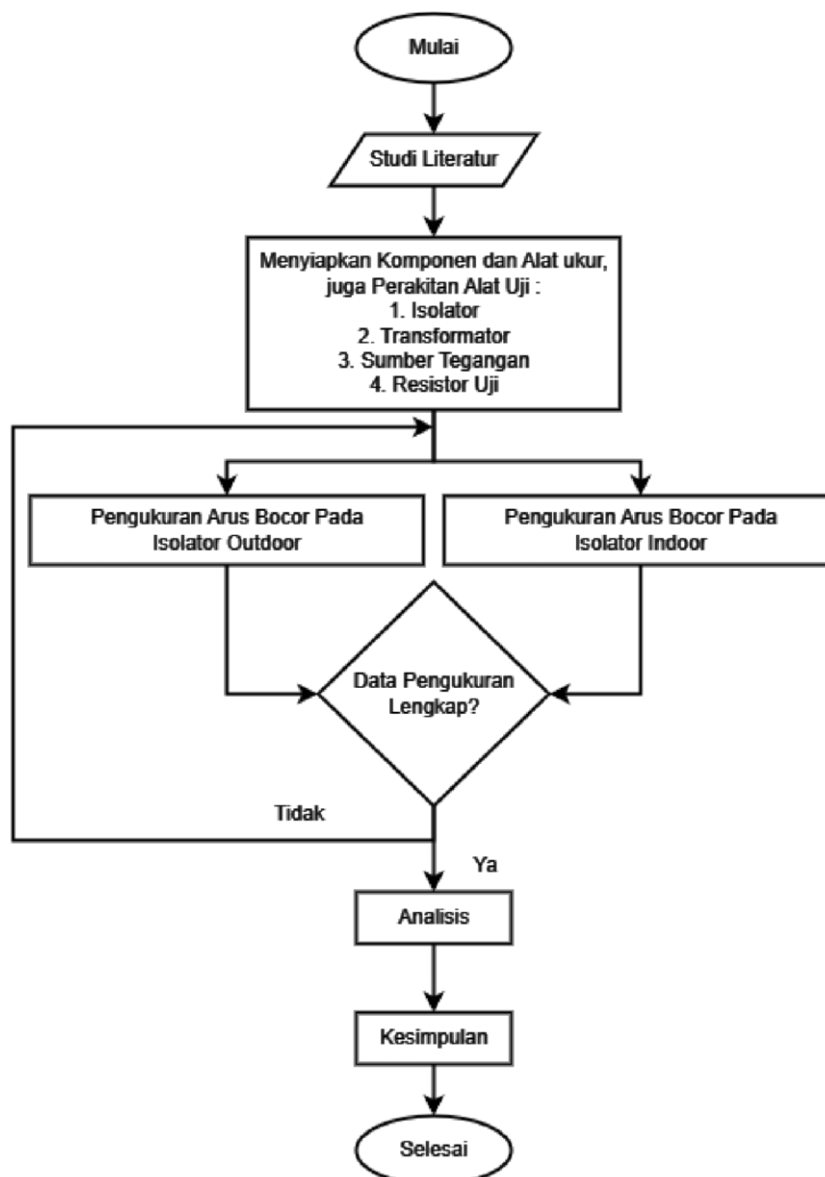
Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh analisis besar pengaruh faktor lingkungan yang dominan terhadap arus bocor isolator tipe post silicone rubber, sehingga diharapkan dapat digunakan untuk menentukan dan memprediksi keandalan dari jenis isolator tersebut ketika berada dalam kondisi pemakaian yang lama.

2. METODE PENGUKURAN

2.1 Diagram Alir Pengukuran

Diagram alir atau flowchart adalah sebuah jenis diagram yang mewakili algoritma, alir kerja atau proses, yang menampilkan langkah-langkah dalam bentuk simbol - simbol grafis, dan urutannya dihubungkan dengan panah **(Malabay, 2016)**.

Diagram ini mewakili penggambaran dalam penyelesaian masalah penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.



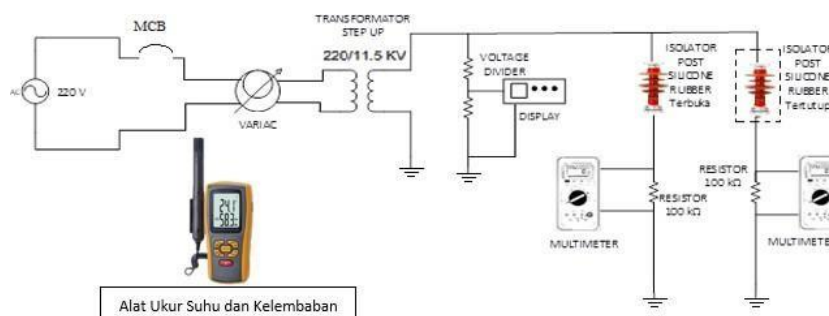
Gambar 1. Diagram alir penelitian, perakitan, pengukuran hingga kesimpulan pada penelitian.

2.2 Metode Penelitian

2.2.1 Perakitan Alat Uji

Pada tahap ini, komponen-komponen yang sudah disiapkan kemudian akan dirangkai sedemikian rupa sehingga sesuai dengan rancangan penelitian yang akan dilakukan seperti isolator silicone rubber yang dirangkai dengan sistem AC.

Rangkaian pada pengujian arus bocor indoor dan outdoor pada isolator silicone rubber dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Pengukuran Arus Bocor Isolator Terbuka dan Tertutup

2.2.2 Pengukuran

Pengukuran pada penelitian ini dilakukan dengan berbagai kondisi lingkungan dan dilakukan pada setiap isolator. Kemudian dilakukan pengukuran pada setiap isolator dengan rentang waktu 3 kali dalam satu hari yaitu pagi, siang, dan malam. Pengukuran pagi dilakukan antara pukul 05:00 – 06:00, pengukuran siang dilakukan antara pukul 12:00 – 13:00, pengukuran malam dilakukan antara pukul 22:00 – 24:00 dengan posisi isolator terbuka dan tertutup di uji bergantian.

Ada beberapa hal yang harus dicatat pada saat melakukan pengukuran, antara lain :

1. Arus bocor
2. Suhu
3. Kelembapan
4. Waktu pengukuran
5. Nilai Tegangan yang dihasilkan voltage divider.
6. Intensitas cahaya.

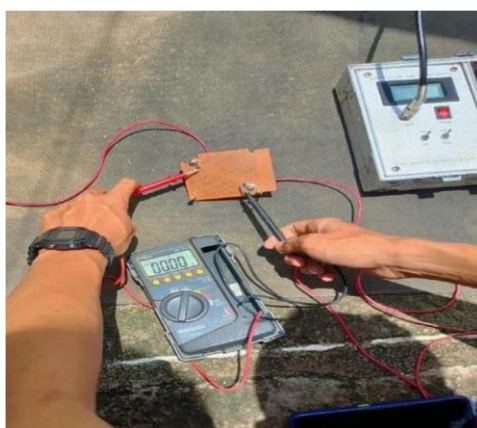
2.2.3 Pengumpulan Data

Data yang akan diambil pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Nilai arus bocor pada pagi, siang dan malam.
2. Nilai arus bocor pada pemasangan terbuka dan tertutup.
3. Pengukuran parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap isolator seperti temperatur udara, dan kelembapan udara **(PT. PLN, 2014)**.

3. HASIL PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran

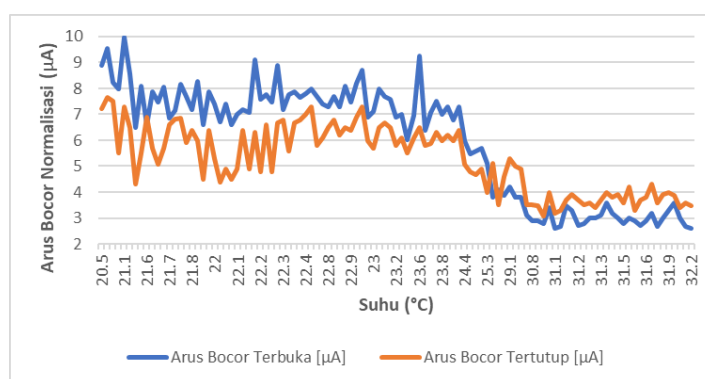


Gambar 3. Proses Pengukuran Arus Bocor

Gambar 3 memperlihatkan pengukuran dan mencatat hasil yang didapatkan. Selanjutnya ditampilkan hasil pengukuran selama 35 hari. Dijelaskan bahwa data nilai arus bocor selama 35 hari terdapat nilai arus bocor terendah saat pengukuran siang hari, tanggal 27 September 2022 yaitu 2,593 μA pada isolator terbuka dan nilai arus bocor terendah pada isolator tertutup yaitu 3,087 μA terjadi saat pengukuran siang hari pada tanggal 04 Oktober 2022. Nilai arus bocor tertinggi saat pengukuran malam hari, tanggal 17 September 2022 yaitu 8,692 μA pada isolator terbuka dan 7,680 μA pada tanggal 10 Oktober 2022 pada isolator tertutup.

3.2 Pengaruh Suhu Terhadap Arus Bocor

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan keterkaitan antara arus bocor isolator terbuka dan tertutup parameter lingkungan dapat dilihat pada Gambar 4.

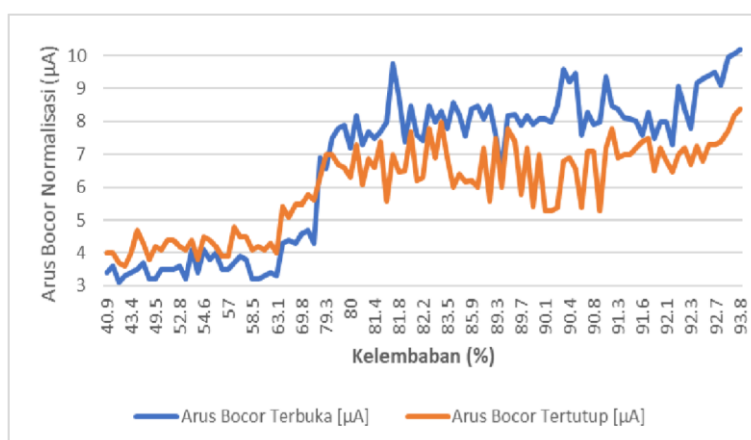


Gambar 4. Grafik Arus Bocor Normalisasi terhadap Suhu

Dapat dilihat dari Gambar 4 bahwa arus bocor dengan nilai yang tinggi adalah isolator terbuka, dan yang rendah adalah isolator tertutup, dari grafik ini pun dapat dilihat bahwa kedua isolator mengalami kenaikan arus bocor paling besar pada suhu diantara 20,5 - 21,1°C, ketika suhu lingkungan semakin besar maka arus bocor yang terjadi pada isolator semakin kecil.

3.3 Pengaruh Kelembapan Terhadap Arus Bocor

Berikut ini adalah grafik yang menunjukkan keterkaitan antara arus bocor isolator terbuka dan tertutup parameter lingkungan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Arus Bocor Normalisasi terhadap Kelembapan

Dapat dilihat dari Gambar 5 bahwa arus bocor dengan nilai yang tinggi adalah isolator terbuka, dan yang rendah adalah isolator tertutup, dari grafik ini pun dapat dilihat bahwa kedua isolator mengalami kenaikan arus bocor paling besar pada kelembapan diantara 92,7-93,8°C, ketika kelembapan lingkungan semakin besar maka arus bocor yang terjadi pada isolator semakin besar (**Arismunandar, 2004**).

3.4 Analisis Korelasi dan Kovariansi

Hasil analisis koefisien korelasi dan kovariansi arus bocor terhadap parameter lingkungan yang didapat melalui perhitungan dengan aplikasi Minitab19 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Korelasi dan Kovariansi Arus Bocor

Suhu			Kelembaban		
Pagi Hari	Korelasi	Kovarian	Pagi Hari	Korelasi	Kovarian
Terbuka	-0,356	-0,195	Terbuka	0,149	0,473
Tertutup	-0,090	-0,129	Tertutup	0,337	0,746
Siang Hari	Korelasi	Kovarian	Siang Hari	Korelasi	Kovarian
Terbuka	-0,709	-0,293	Terbuka	0,665	2,475
Tertutup	-0,721	-0,390	Tertutup	0,762	3,707
Malam Hari	Korelasi	Kovarian	Malam Hari	Korelasi	Kovarian
Terbuka	-0,799	-0,525	Terbuka	0,161	0,711
Tertutup	-0,798	-0,465	Tertutup	0,020	0,079

Tabel 1 memperlihatkan bahwa nilai korelasi dan kovariansi suhu bernilai negatif yang berarti nilai arus bocor berbanding terbalik dengan suhu, lalu nilai korelasi dan kovariansi kelembapan bernilai positif yang berarti nilai arus bocor berbanding lurus dengan kelembapan. Nilai korelasi dan kovariansi tertinggi adalah saat malam hari ini artinya parameter lingkungan dan arus bocor memiliki hubungan yang sangat kuat sehingga saling mempengaruhi satu sama lainnya.

3.5 Analisis PCA

- Nilai Eigen Value

Berikut adalah grafik analisis PCA bagian *eigen values* pada Gambar 6 untuk analisis arus bocor isolator tertutup terhadap parameter lingkungan.



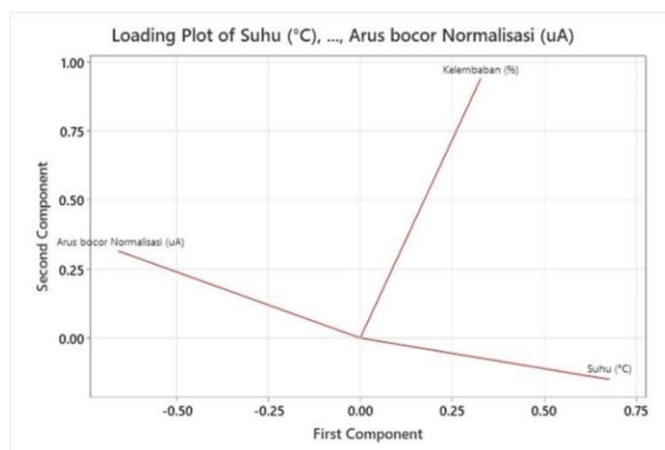
Gambar 6. Grafik Scree Plot Arus Bocor Isolator Terbuka saat Malam Hari

Gambar 6 merupakan hasil PCA tersebut kemudian dibuat dalam sebuah grafik scree plot. Hasil dari PCA menunjukkan bahwa komponen pertama, komponen kedua, dan Komponen ke 3 yang memiliki nilai keragaman atau eigenvalue lebih dari 1, dan informasi keakuratan data yang dapat diserap berdasarkan varian data yang ada adalah 93,64% dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\% = \frac{1,90844+0,90084}{1,90844+0,90084+0,19072} \times 100\% = 93,64\%$$

• Hasil PCA

Berikut adalah grafik analisis PCA bagian *loading plot* (Jolliffe, 1986) pada Gambar 7 untuk analisis arus bocor isolator tertutup terhadap parameter lingkungan.

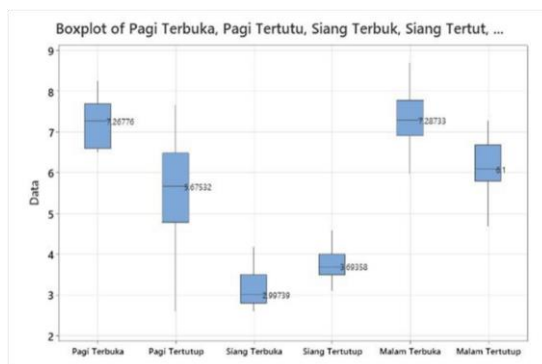


Gambar 7. Grafik PCA Arus Bocor Isolator Terbuka saat Malam Hari

Gambar 7 memperlihatkan hubungan antara semua parameter lingkungan dengan hasil arus bocor isolator terbuka. Garis nilai parameter suhu terlihat berada dalam keadaan berbanding terbalik dengan nilai parameter kelembapan dan nilai arus bocor, sedangkan nilai parameter kelembapan dan nilai arus bocor tersebut berbanding lurus (Mokhamad, 2016).

3.6 Box Plot

Analisis boxplot dipakai untuk melihat variasi median nilai arus bocor selama 35 hari pada isolator dengan pemasangan terbuka dan tertutup, waktu yang dimasukkan dalam boxplot yaitu waktu saat pengukuran pada 1 hari dengan interval data 3 kali pengukuran pagi, siang, dan malam yang ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Box Plot Arus Bocor Selama 35 Hari

Berdasarkan grafik dan juga rata-rata nilai yang diperlihatkan Gambar 8. Rata-rata nilai arus bocor pada isolator terbuka saat pagi hari adalah $7,26776 \mu\text{A}$, untuk siang hari $2,99739 \mu\text{A}$, dan malam hari $7,28733 \mu\text{A}$, rata-rata nilai arus bocor pada isolator tertutup saat pagi hari adalah $5,67532 \mu\text{A}$, siang hari $3,69358 \mu\text{A}$, dan untuk malam hari $6,1 \mu\text{A}$. Nilai rata-rata tertinggi untuk isolator terbuka dan tertutup adalah saat malam hari dengan nilai $7,28733 \mu\text{A}$ dan $6,1 \mu\text{A}$. Hal ini disebabkan karena pada malam hari suhu mencapai titik terendah, dan kelembapan berada dipuncaknya sehingga arus bocor bersifat demikian. Nilai arus bocor pada isolator dengan pemasangan terbuka lebih tinggi di bandingkan dengan isolator yang di pemasangan tertutup, hal ini di sebabkan isolator dengan pemasangan terbuka terpapar langsung oleh sinar matahari dan hujan sehingga suhu isolator dipengaruhi langsung oleh kondisi lingkungan. Sebab itu lah kenapa arus bocor pada pemasangan isolator terbuka lebih besar di bandingkan pada pemasangan isolator tertutup (**Vosloo, 2008**).

4. KESIMPULAN

Nilai arus bocor pada isolator dengan pemasangan tertutup lebih rendah dibandingkan dengan isolator terbuka, dikarenakan berdasarkan teori ketika suhu semakin kecil maka arus listrik akan semakin besar dan isolator tertutup ketika kelembapan semakin besar maka arus listrik akan semakin kecil ketika suhu pada isolator membesar. Sebab itulah kenapa arus bocor pada pemasangan isolator terbuka lebih besar dibandingkan pada pemasangan isolator tertutup.

Dari penelitian selama satu bulan arus bocor terbesar pada isolator terbuka berkisar pada nilai $8,692 \mu\text{A}$ dengan kondisi lingkungan suhu rendah dan tingkat kelembapan tinggi, lalu pada isolator tertutup berkisar pada nilai $7,688 \mu\text{A}$ disebabkan tingkat kelembapan yang sangat tinggi.

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-kelembapan dengan nilai korelasi tertinggi pada angka $0,799$ pada suhu di isolator saat siang hari, lalu pada kelembapan nilai korelasi tertinggi ada pada angka $0,762$ pada tertutup saat malam hari, dan juga kedua faktor ini saling berhubungan karena ketika suhu tinggi maka kelembapan akan turun begitupun sebaliknya, maka dari itu pengaruh kedua parameter tersebut adalah yang terbesar diantara parameter lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Jolliffe, I. T. (1986). *Principal Components in Regression Analysis. Principal Component Analysis*. Springer Science+Business Media. New York. 129-155.
- Jumari, Sinaga, J., Zega, S. (2020). Studi Pengaruh Kontaminasi Polusi Udara Pada Isolator Tegangan Menengah 20 kV pada PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Medan. *Jurnal Teknologi Energi UDA*. 9(1). 31-43.
- Malabay. (2016). Pemanfaatan *Flowchart* untuk Kebutuhan Deskripsi Proses Bisnis. *Jurnal Ilmu Komputer*. 1(1), 21-26.

- Nuraini, E., Suyamto, Darsono. (2013). Kajian Bahan Isolator Untuk Tegangan Tinggi MBE Lateks. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Teknologi Akselerator dan Aplikasinya*. 15. 100-108.
- PT. PLN (Persero). (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Saluran Udara Tegangan Tinggi dan Ekstra Tinggi (SUTT/SUTET)*. PT. PLN (Persero). Jakarta.
- Tambunan, J. M., Mulyono, H. (2019). Reposisi dan Penggantian Menara Transmisi 150 kV. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*. 21(2). 87-99.
- Vosloo, W.L., Macey, R.E. dan Turreil, C. de. (2008). *The Practical Guide to Outdoor High Voltage Insulators*. Crown Publications. Bedfordview., South Africa.
- Yuniarti, N., dan Afandi, A.N. (2007). *Tinjauan Sifat Hidrofobik Bahan Isolasi Silicone Rubber*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik - Sistem*. 4(3). pp 11-20.