

Studi Arus Bocor Isolator Porcelain Akibat Polutan Magnesium Klorida

AL IQBAL PUTRA¹, WALUYO¹, DINI FAUZIAH¹

¹Prodi Teknik Elektro(Institut Teknologi Nasional)
Email : ibankrn123@gmail.com

ABSTRAK

Isolator adalah suatu komponen tenaga listrik yang terdiri dari bahan dielektrik dan berfungsi untuk mengisolasi suatu konduktor dengan konduktor lain. Pada penelitian kali ini penulis melihat bagaimana besar arus bocor pada isolator, faktor yang mempengaruhi besar arus bocor adalah faktor suhu, Kelembapan, polutan, dan massa polutan. Untuk metode pengambilan data penulis melakukan dengan cara permukaan isolator porcelain dikontaminasi polutan, polutan yang digunakan yaitu $MgCl_2$, Karena $MgCl_2$ mengandung senyawa kimia dari logam yang kuat, $MgCl_2$ terbuat dari gabungan antara magnesium hidroksida menggunakan asam klorida. Untuk mengetahui nilai arus bocor penulis menggunakan osciloscop agar mengetahui besar arus bocor. Parameter yang diatur yaitu polutan sedangkan untuk suhu dan kelembaban tidak diatur hanya dilihat saja. Untuk nilai arus bocor isolator porcelain tanpa polutan sebesar $17,5 \mu A$, untuk nilai terendah arus bocor ketika dipaparkan polutan tiruan $MgCl_2$ sebesar $47 \mu A$, untuk nilai tertinggi arus bocor ketika dipaparkan polutan tiruan $MgCl_2$ sebesar $73,1 \mu A$. Dari penelitian yang dilakukan bahwa banyaknya massa polutan yang dipaparkan ke isolator dapat mempengaruhi besar nilai arus bocor karena ketika massa polutan yang dipaparkan ke isolator semakin banyak maka isolator akan semakin konduktif dan nilai arus bocor akan semakin besar.

Kata kunci: Isolator, Arus Bocor, $MgCl_2$, Porcelain, polutan

ABSTRACT

An insulator is an electric power component consisting of a dielectric material and serves to isolate a conductor from another conductor. In this study, the author looks at how large the leakage current is in the insulator, the factors that influence the leakage current are temperature, humidity, pollutants, and pollutant mass. For the data collection method, the author uses the porcelain insulator surface to be contaminated with pollutants, the pollutant used is $MgCl_2$. Because $MgCl_2$ contains chemical compounds from a strong metal, $MgCl_2$ is made from a combination of magnesium hydroxide using hydrochloric acid. To find out the value of the leakage current the author uses an oscilloscope to determine the amount of leakage current. Parameters that are regulated are pollutants, while temperature and humidity are not regulated, only seen. The leakage current value of porcelain insulator without pollutants is $17.5 A$, for the lowest value of leakage current when exposed to artificial pollutant $MgCl_2$ is $47 A$, for the highest value of leakage current when exposed to artificial pollutant $MgCl_2$ is $73.1 A$. from the research conducted that the amount of pollutant mass exposed to the insulator can affect the value of the leakage current because when the mass of pollutants exposed to the insulator increases, the insulator will be more conductive and the value of the leakage current will be greater.

Keywords: Insulator, Leakage Current, $MgCl_2$, Porcelain, pollutant

1. PENDAHULUAN

Isolator pada jaringan transmisi dan distribusi khususnya di Indonesia sampai saat ini masih menggunakan sistem penyaluran hantaran udara sehingga permukaan isolator rawan terkontaminasi. Karena dipasang pada daerah terbuka maka polutan berupa debu, asap-asap kendaraan, garam maupun polutan alami seperti abu vulkanik dan gas dari hembusan bagian bawah bumi akan menempel pada permukaan isolator dan berangsur lama kemudian membentuk suatu lapisan kontaminan yang akan mengganggu pada sistem jaringan transmisi khususnya isolator **(Angelina, 2012)**.

Faktor lingkungan berupa kondisi kering atau basah juga berpengaruh pada isolator. Salah satunya pengaruh terhadap permukaan isolator yang dapat menyebabkan arus bocor pada isolator. Arus bocor cenderung lebih besar ketika terkontaminasi kondisi basah daripada kondisi kering **(Hamid, 2013)**.

Material yang umum dan banyak digunakan di Indonesia adalah *porcelain* dan gelas, dengan beberapa kekurangan dan kelebihan. Kekurangannya dari segi produksi yang cukup memakan waktu lama dan harganya cukup tinggi, proses pembuatan isolator gelas dan *porcelain* memerlukan suhu yang tinggi. Untuk itu ada jenis isolator lain yaitu material epoxy resin dan material polimer. Isolator epoxy resin dan polimer memiliki kelebihan diantaranya beban yang ringan, kemudian sifat dielektrik yang lebih kecil, serta resistivitas volume yang lebih tinggi. Kelebihan lain yaitu proses produksi yang relatif cepat dan kemudian biaya produksi yang lebih murah **(Rudi, 2008)**.

Kelembapan yang tinggi juga akan menyebabkan polutan tersebut basah dan membentuk larutan elektrolit sehingga konduktivitas polutan naik. Akibatnya tahanan permukaan isolator semakin rendah. Hal ini akan membuat medan listrik naik pada permukaan isolator sehingga tegangan lewat denyar isolator semakin rendah **(Wilvian, 2012)**.

Isolator *porcelain* memiliki sifat tidak menghantar (*non conducting*) listrik yang tinggi, dan memiliki kekuatan mekanis yang besar. Ia dapat menahan beban yang menekan serta tahan akan perubahan-perubahan suhu **(Hendi, 2013)**.

Polutan yang dapat mempengaruhi tahanan permukaan pada suatu isolator dibagi dalam dua jenis, polutan yang bersifat konduktif dan polutan yang bersifat inert **(Kusuma, 2017)**.

Kandungan didalam kimia $MgCl_2$ adalah senyawa logam yang kuat, magnesium klorida terbuat dari gabungan antara magnesium hidroksida menggunakan asam klorida $Mg(OH)_2(s) + 2HCl \rightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$, ketika polutan ini dipaparkan kepermukaan isolator *porcelain* maka nilai arus bocor ini akan lebih besar **(Wildawati, 2018)**. Pada penelitian kali ini *Peneliti* akan membahas tentang studi arus bocor isolator *porcelain* dengan mengkontaminasi polutan tiruan $MgCl_2$ serta bertujuan untuk memperoleh besar arus bocor isolator *porcelain* ketika dikontaminasi oleh polutan tiruan $MgCl_2$.

2. METODOLOGI

2.1. Metodologi Penelitian

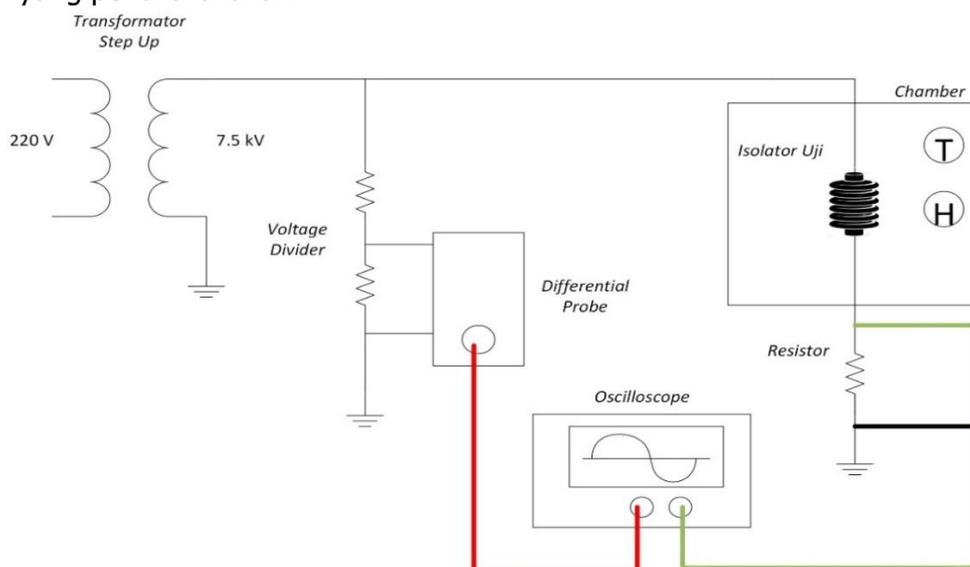
Pada penelitian ini, *peneliti* melakukan percobaan dengan mengukur isolator *porcelain* yang terkontaminasi polutan magnesium klorida. Untuk ketahanan tegangan isolator pada penelitian kali ini adalah 11Kv. Data yang diambil adalah data arus bocor isolator *porcelain* akibat terkontaminasi polutan magnesium klorida, setelah melakukan percobaan untuk pengambilan data arus bocor, parameter yang mempengaruhi nilai arus bocor adalah suhu, kelembapan, dan massa polutan yang dipaparkan kepermukaan isolator, kemudian didapat hasil data dan analisis lalu didapatkan kesimpulan atas data dan analisis.

Dalam melakukan penelitian ini, langkah yang dilakukan saat penelitian adalah mencampur zat kimia dari polutan dengan air sebanyak 100ml, kemudian polutan yang di campurkan sebanyak 3 kali yaitu mulai dari 0gr, 2gr, dan 4gr, setelah dicampurkan kemudian di ukur konduktifitas larutannya, setelah diukur langkah selanjutnya di semprotkan kepermukaan isolator secara merata, setiap pengukuran arus bocor, polutan yang dipaparkan kepermukaan isolator pergramnya dibersihkan terlebih dahulu, untuk mengukur nilai arus bocor menggunakan *osciloscop*. Percobaan yang dilakukan sebanyak 3 kali.

Metode pelapisan yang dipergunakan dalam penyemprotan. Simulasi polutan buatan yang dilakukan menurut standard IEC 507 (1991) dengan berat polutan buatan. Proses pengkabutan dilakukan selama 10 menit setiap kali pengujian, dan diukur tegangan AC minimumnya dengan menaikkan tegangan pada kecepatan 3 kV/detik sebanyak 3 kali pada isolator *porcelain*. Parameter yang digunakan untuk mengukur nilai arus bocor pada isolator *porcelain* adalah suhu, kelembapan, dan massa polutan. Pembacaan tegangan pada permukaan isolator sesuai dengan tingkat polutan yang melekat diukur menggunakan *osiloscope* digital.

2.3. Pengambilan Data

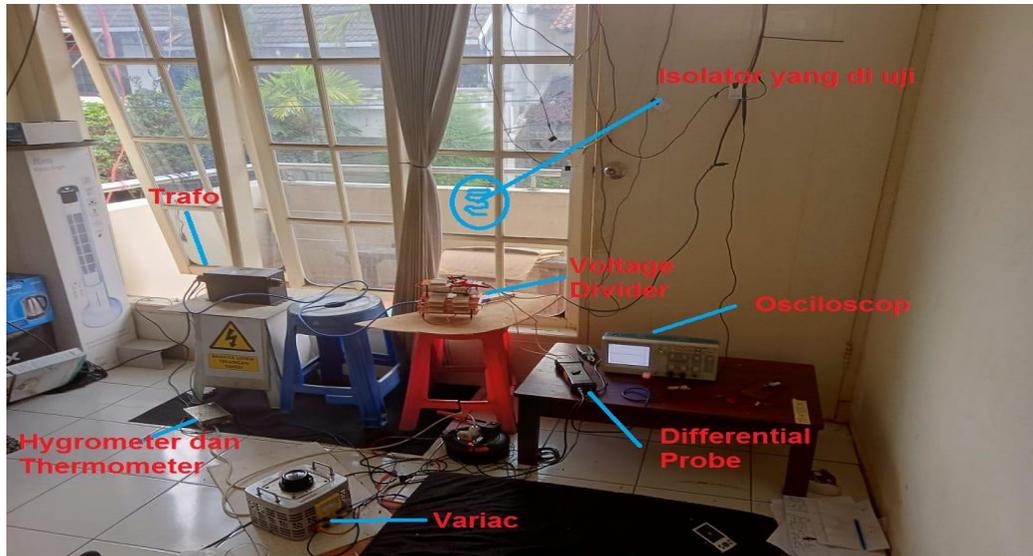
Data-data yang digunakan sebagai sumber penelitian merupakan data aktual yang diambil dari penelitian yang penulis lakukan.



Gambar 1. Wiring Diagram Penelitian

Data yang diperoleh melalui beberapa metode diantaranya mengukur suhu *chamber* dengan *thermometer* kemudian mengukur kelembapan dengan menggunakan *hygrometer*, setelah itu memasukan polutan dengan cara menyemprotkan di atas sirip-sirip isolator yang akan diuji

secara merata. Teknik pengambilan data dapat dilihat dari Gambar 2, dimana tegangan dari jaringan PLN (220 Volt) kemudian di *step up* menjadi 7600 Volt. Lalu arus listrik mengalir tepat diatas isolator *porcelain*, lalu pin bawah isolator dihubungkan pada resistor yang telah dihubungkan ke *oscilloscope* untuk melihat pola sinyal dan besar arus bocor.



Gambar 2. Rangkaian Pengujian



Gambar 3. Voltage Devider



Gambar 4. Trafo Step-Up



Gambar 5. Deferential Probe



Gambar 6. Isolator Porcelain

Adapun perhitungan untuk menunjang pada penelitian kali ini untuk menghitung nilai arus bocor isolator *porcelain*, dijelaskan sebagai berikut.

$$I_{LC} = \frac{V}{R} \tag{1}$$

Dimana :

- I_{LC} = Arus Bocor pada Isolator
- V = Tegangan yang Terbaca oleh *Oscilloscop*
- R = Resistansi Dengan Menggunakan Resistor

2.4 Metode Pengukuran

Dalam percobaan kali ini terdapat beberapa metode dalam melakukan pengukuran arus bocor. Ada 4 langkah pengukuran dengan menggunakan jenis isolator *porcelain* dan jenis polutan tiruan dari $MgCl_2$, langkah pengukuran tersebut meliputi :

1. Pengukuran konduktivitas larutan pada polutan dengan menggunakan alat *conditvity meter*
2. Pengukuran suhu dan kelembapan setelah selesai mengukur larutan pada polutan
3. Pengukuran *output trafo*
4. Pengukuran tegangan dan arus pada isolator dengan menggunakan alat *ocsiloscop*

3. HASIL DAN ANALISIS

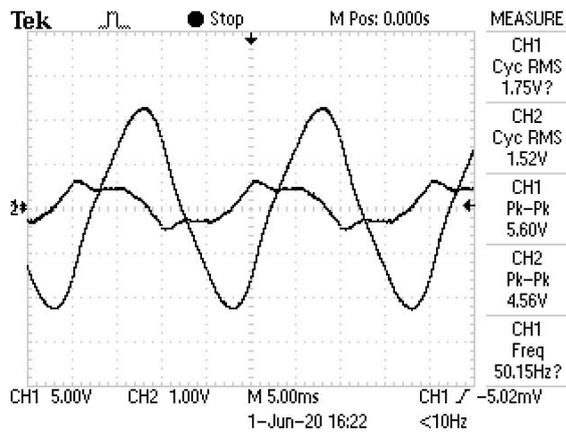
3.1 Data Pengukuran Arus Bocor Isolator Porcelain

Dari data penelitian yang telah dilakukan, penulis telah mendapatkan data dari beberapa percobaan, yaitu data nilai arus bocor isolator *porcelain* dengan tanpa polutan dan kemudian penulis mendapatkan data nilai arus bocor Ketika diberi atau dikontaminasi polutan bautan $MgCl_2$.

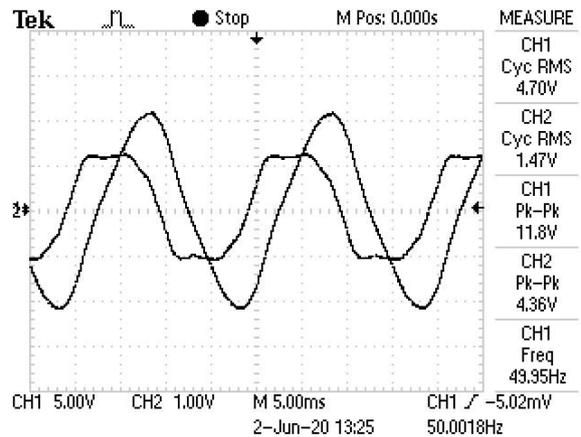
Tabel 1. Data Pengukuran Arus Bocor Isolator Porcelain

Isolator	Polutan	Massa Polutan	Suhu	Kelembaban	Arus Bocor (μA)
Porcelain	Tanpa Polutan	0	28,4	70,4	17,5
	$MgCl_2$	2 gr	29,5	57,9	47
		4 gr	30,4	57,5	73,1

Dari data Tabel 1. Data pengukuran arus bocor isolator *porcelain*. Dapat dianalisis bahwa pada saat isolator *porcelain* tidak dikontaminasi polutan suhu yang rendah akan menimbulkan kelembapan udara yang tinggi dan kelembapan yang tinggi akan menimbulkan partikel embun yang mengapung ke udara kemudian menempel ke permukaan isolator, maka isolator tersebut akan menimbulkan arus bocor. Pada saat isolator dikontaminasi polutan sebanyak 2gr, terlihat pada saat kondisi suhu sebesar 29,5 °C dan kelembapan sebesar 57,9%, nilai suhu dan kelembapan lebih kecil dari percobaan pertama dengan tanpa dikontaminasi polutan, namun nilai arus bocor lebih besar dari percobaan pertama, hal ini dikarenakan pada percobaan ke 2, permukaan isolator dikontaminasi polutan yang menyebabkan nilai arus bocor lebih besar dari percobaan pertama. Hal yang sama terjadi pada percobaan ke 3 dengan dikontaminasi polutan sebanyak 4gr, nilai arus bocor lebih besar dari percobaan pertama dan percobaan ke 2.

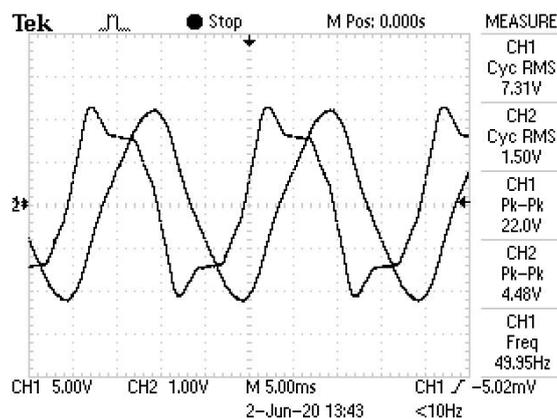


Gambar 7. Isolator Porcelain Tanpa Polutan



Gambar 8. Isolator Berpolutan 2gr MgCl₂

Dari Gambar 7 dan Gambar 8. Dapat dianalisis bahwa ketika gelombang arus bocor mendekati sinusoidal artinya nilai arus bocor akan semakin besar. Terbukti pada gambar, nilai arus bocor pada percobaan pertama sebesar 17,5 μ A, pada percobaan ke 2 nilai arus bocor meningkat menjadi 47 μ A, peningkatan nilai arus bocor Ketika isolator tidak dikontaminasi polutan dan Ketika dikontaminasi polutan meningkat sebesar 29,5 μ A.



Gambar 9. Isolator Berpolutan MgCl₂ 4gr

Pada Gambar 9. Dapat dianalisis bahwa gelombang arus bocor mendekati sinusoidal artinya nilai arus bocor yang timbul cukup besar jika dibandingkan dengan percobaan pertama dan ke 2. Gelombang arus bocor lebih besar terdapat pada Gambar 9 dengan nilai arus bocor sebesar 73,1 μ A, peningkatan nilai arus bocor cukup besar, yaitu pada percobaan pertama sampai percobaan ke 3 peningkatan terjadi sebesar 55,6 μ A.

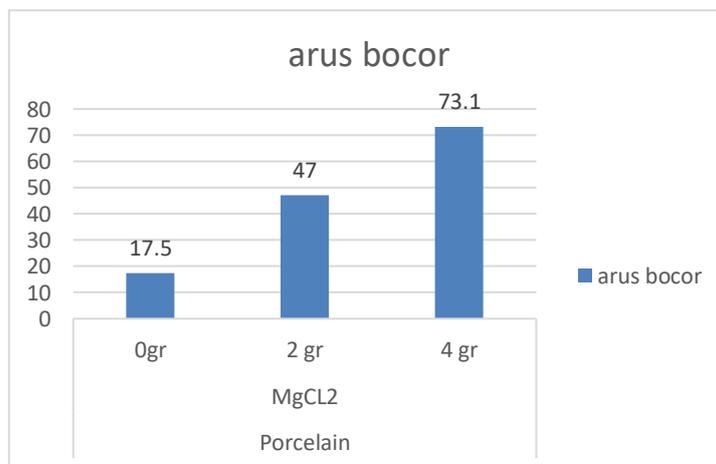
3.2 Data Konduktifitas Larutan dan Nilai ESDD Isolator Porcelain

Setelah gambar diatas menunjukkan nilai arus bocor ketika isolator dikontaminasi polutan tiruan pergramnya, maka tabel di bawah ini menunjukkan nilai ESDD yang terjadi terhadap tingkat polutan.

Tabel 2. Data Konduktifitas Larutan dan ESDD Isolator Porcelain

Isolator	Polutan	Massa Polutan	Konduktifitas Larutan (mS/cm)	Luas Isolator	ESDD (mg/cm ²)
Porcelain	MgCl ₂	2 gr	3.08	789.135	0.19
		4 gr	4.54		0.29

ESDD (*Equivalent Salt Density Deposit*) merupakan tingkat endapan garam/zat konduktif pada permukaan isolator. Pada Tabel 2. Dapat dianalisis bahwa terjadi kenaikan nilai ESDD yang terjadi akibat banyaknya zat konduktif atau endapan polutan yang dipaparkan pada permukaan isolator. Terbukti pada saat zat polutan sebesar 2gr nilai ESDD sebesar 0,19 mg/cm², kemudian pada saat zat polutan sebanyak 4gr nilai ESDD meningkat menjadi 0,29 mg/cm². Kemudian peningkatan nilai ESDD sebesar 0,10 mg/cm², nilai konduktifitas larutan juga meningkat sebesar 1,46 mS/cm. Hal ini dikarenakan ketika polutan yang dilarutkan kedalam air pergramnya maka nilai konduktivitas larutan akan semakin besar, hal ini yang menyebabkan zat konduktif pada larutan polutan dan nilai ESDD akan semakin besar.



Gambar 10. Grafik Arus Bocor Isolator Porcelain

Pada Gambar 10. Dapat dianalisis bahwa terjadi kenaikan nilai arus bocor isolator *porcelain* pergramnya, dilihat dari gambar grafik, nilai arus bocor minimum untuk isolator *porcelain* sebesar 17,5 µA, dan untuk nilai arus bocor maksimum isolator *porcelain* sebesar 73,1 µA. Hal ini dikarenakan ketika isolator dipaparkan polutan akan menyebabkan kondisi isolator dalam keadaan konduktif dan nilai arus bocor akan besar.

4. KESIMPULAN

Dari hasil di atas didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

Pada data pengukuran arus bocor isolator *porcelain*. Terdapat kenaikan nilai arus bocor pada isolator *porcelain* pergramnya dengan nilai terendah yaitu tanpa polutan sebesar 17,5 μA .

Dilihat dari data pengukuran arus bocor isolator *porcelain*. Terdapat kenaikan nilai arus bocor dengan dikontaminasi polutan sebesar 2gr dan 4gr, untuk nilai arus bocor terkecil Ketika dikontaminasi polutan MgCl_2 sebesar 47 μA , dan kemudian untuk nilai arus bocor terbesar ketika dikontaminasi polutan MgCl_2 sebesar 73,1 μA .

Besar nilai arus bocor pada isolator *porcelain* akan berbeda Ketika seberapa besar tingkat polutan yang dipaparkan ke permukaan isolator *porcelain*, karena Ketika isolator dikontaminasi polutan buatan atau tiruan pergramnya maka isolator tersebut akan menimbulkan konduktif dan nilai arus bocor akan semakin besar.

Dilihat dari data konduktifitas larutan dan ESDD isolator *porcelain*, terjadi kenaikan nilai ESDD ketika dikontaminasi polutan MgCl_2 pergramnya. Untuk nilai ESDD isolator *porcelain* paling kecil sebesar 0,19 mg/cm², kemudian untuk nilai ESDD isolator *porcelain* paling besar 0,29 mg/cm².

DAFTAR PUSTAKA

- Angelina. (2012). *Pengaruh Kelembaban Udara Terhadap Arus Bocor Isolator Post 20 kV Terpolusi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Hamid, M. (2013). Study the Flashover Voltage For Outdoor Polimer Insulators Under Desert Climatic Condition. *Egyptian Journal of Petroleum*, 1-8.
- Hendi, D. S. (2013). *Isolator Jaringan Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Kusuma, A. (2017). *Acceleration Aging On Polymer Insulator 20kV Analysis Due To Contamination Base On Leakage Current Measurement*. Surabaya: Institut Sepuluh November.
- Rudi, S. S. (2008). *Pengaruh Polutan Terhadap Tahanan Permukaan Isolator Epoxy Resin*. Depok: Universitas Indonesia.
- Wildawati, Z. R. (2018). *Karakteristik dan Dinamika Molekuler Pada MgCL2*. Padang: Physical Chemistry Laboratory.
- Wilvian. (2012). *Pengaruh Kelembaban terhadap Tegangan Flashover AC Isolator Piring*. Medan: Universitas Sumatera Utara.