

Analisis Kondisi Isolasi Generator Unit 2 PT Indonesia XYZ Menggunakan Metode Pengujian *Insulation Resistance* dan *Polarity Index*

Arsril Ardito PH^{1*}, Waluyo¹

¹Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Email : dito1158@gmail.com

Received 24 01 2024 | Revised 31 01 2024 | Accepted 31 01 2024

ABSTRAK

*Tahanan isolasi pada generator yang baik merupakan syarat khusus yang diperlukan pada suatu generator, khususnya stator dan rotor. Jika nilai tahanan isolasi dibawah standar yang berlaku maka dapat menyebabkan kerusakan pada generator tersebut. Pada penelitian kali ini akan dilakukan analisis kondisi isolasi tersebut menggunakan perhitungan *Insulation Resistance* dan indeks polarisasi menggunakan alat test Megger MIT 520 agar kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh tahanan isolasi dapat diminimalisir. Metode yang digunakan dimulai dengan pengukuran, perhitungan dan spesifikasi, melakukan perhitungan manual, melakukan perbandingan dengan standar IEEE 43-2000 dan kesimpulan. Hasil penelitian sebelum generator dibersihkan menunjukkan bahwa nilai tahanan isolasi pada generator sebelum dilakukan pemeliharaan adalah 12,55 G ohm itu masih di bawah standar, yang dimana standar yang telah ditentukan adalah 12,8 G ohm. Untuk nilai *Polarity index* di dapat hasil Good saat sebelum pembersihan dan mendapat nilai excellent setelah dilakukan pembersihan pada generator.*

Kata kunci: petunjuk penulisan, template dokumen, format, style, abstrak

ABSTRACT

Good generator Insulation Resistance is a special requirement required for a generator, especially the stator and rotor. If the Insulation Resistance value is below the applicable standard, it can cause damage to the generator. In this research, we will analyze the condition of the insulation using calculations of Insulation Resistance and polarization index using the Megger MIT 520 test tool so that the damage that can be caused by Insulation Resistance can be minimized. The method used begins with collecting calculation and specification data, carrying out manual calculations, carrying out calculations using IEEE 43-2000 standards and conclusions. The results of the research before the generator was cleaned showed that the insulation value of the generator before maintenance was 12.55 G ohms, which was still below the standard, where the standard that had been determined was 12.8 G ohms. For the Polarity index value, we got a good result before cleaning and got an excellent value after cleaning the generator.

Keywords: Generator, insulation, Insulation resistance, Megger MIT502, Polarity Index

1. PENDAHULUAN

Pemeliharaan terhadap peralatan listrik pada umumnya bertujuan untuk mempertahankan kondisi peralatan agar dapat mendekati kondisi yang dispesifikasi oleh perusahaan pembuatnya atau fading tidak dapat dioperasikan sebagaimana mestinya. Salah satu jenis pemeliharaan yang dilakukan dalam kegiatan *Combustion Inspection* yaitu pemeliharaan periodik yang dilakukan setiap 8000 jam *creator* beroperasi adalah pemeriksaan stator *creator*, kegiatan yang dilakukan dapat berupa pengujian tahanan isolasi (*Insulation Resistance Test*) dan *Polarization Index Test*. Pengujian ini dilakukan untuk mendeteksi adanya kelemahan isolasi tahanan. Pengujian isolasi secara rutin dapat dilakukan dengan menggunakan megger yang pembacaannya langsung dalam megaohm(Siswanto, 1988).

Dengan diadakannya pengujian seperti ini diharapkan akan menurunkan frekuensi kerusakan secara mendadak serta menurunkan biaya pemeliharaan secara keseluruhan. yang dimaksud dengan Tahanan isolasi adalah ukuran kebocoran arus yang melalui isolasi. Tahanan berubah ubah karena pengaruh temperatur dan lamanya tegangan yang diterapkan pada lilitan tersebut, oleh karena itu factor- faktor tersebut harus dicatat pada waktu pengujian. Nilai tegangan minimum pengujian adalah satu kilovolt sebanding dengan satu(1) megaohm nilai resistansi pada lilitan stator *creator*, nilai tahanan yang rendah dapat menunjukkan lilitan dalam keadaan kotor atau basah(Indra, 2022).

Pengujian tahanan insulasi dan *opposition indicator* pada motor listrik atau *creator* listrik adalah suatu metode atau alat yang sangat berguna untuk mengevaluasi apakah terdapat penumpukan kotoran atau uap air pada kumparan, juga mengukur tingkat deteriorasi atau penuaan pada bahan insulasikumparan. Isi dari standar IEEE No. 43- 2000 meliputi prosedur pengukuran IR dan PI secara terperinci. Pada tulisan ini akan memberikan panduan yang rangkum dalam melaksanakan pengujian IR dan PI.(Faisal, 2019)

Sistem insulasi berfungsi untuk menghindari gangguan antar belitan dalam kumparan motor atau *creator*. Kumparan stator pada umumnya dirancang dapat bekerja penuh selama 20- 40 tahun. Tapi hal ini tergantung dari kondisi pengoperasian. Praktisnya, insulasi adalah suatu senyawa organik yang berisi air sebagai salah satu bahannya. Kenaikan suhu yang berlebihan akan' mengeringkan' dan mengoksidasi serta membuat bahan insulasi tersebut menjadi rapuh atau getis.(Priagusno, 2020)

Akhirnya insulasi tersebut akan pecah saat dihadapkan pada getaran dan benturan. Karena umur *creator* atau motor listrik utamanya tergantung pada keadaan insulasinya, kondisi insulasi harus diperhatikan dan diukur secara teratur. Dalam hal ini, pengukuran IR dan PI adalah dua metode yang secara universal diterima sebagai bentuk diagnosa kondisi insulasi tersebut. Kedua metode ini telah digunakan selama lebih dari 75 tahun.(Utomo , 2018)

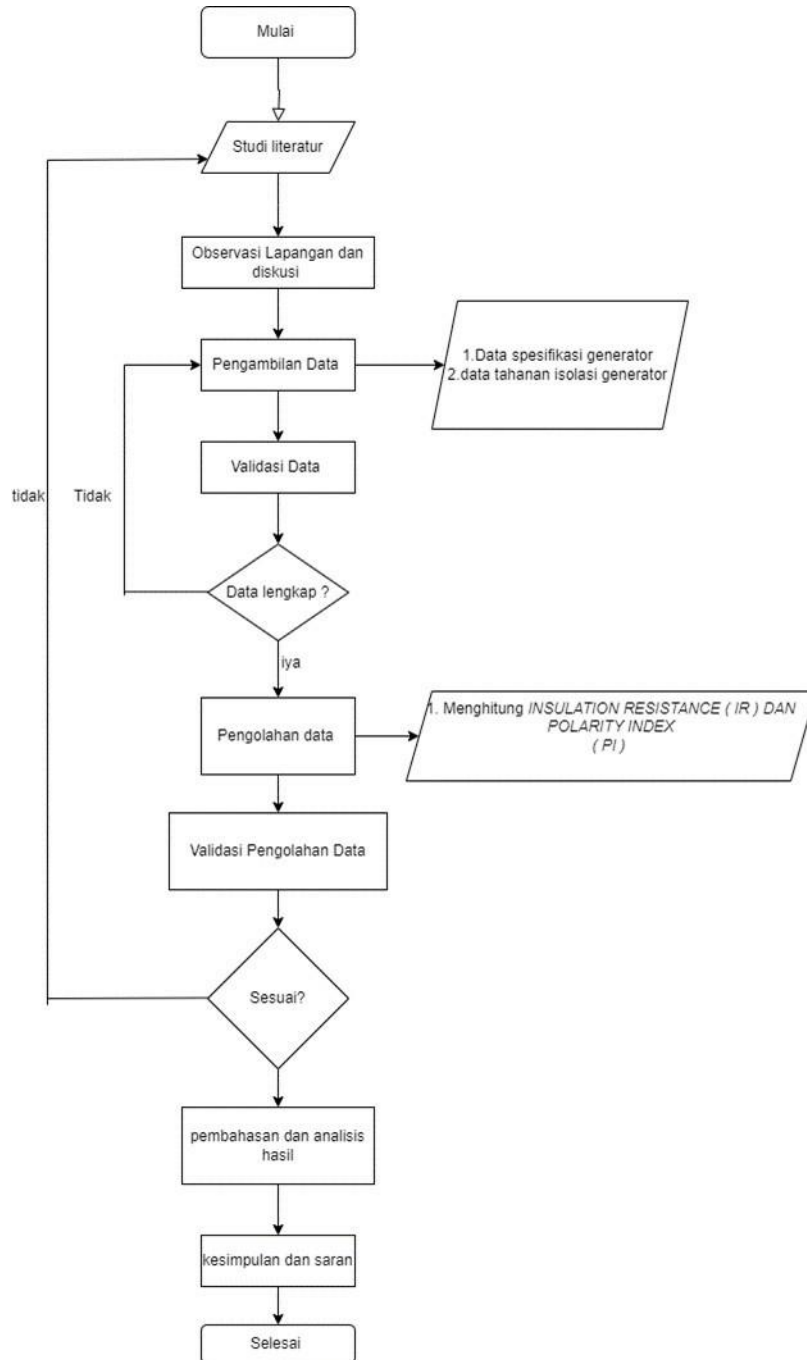
Pengujian IR mengukur tahanan dari insulasi elektrik antara penghantar tembaga dan inti stator atau rotor. Idealnya, nilai tahanan insulasi ini tak terhingga(horizonless) karena tujuan dari insulasi sendiri adalah menghalangi aliran arus antar penghantar tembaga dengan inti. Tapi pada kenyataannya, hal ini tidak memungkinkan. Untuk itu nilai tahan insulasi harus bernilai tinggi untuk menghindari arus bocor yang kentara atau besar. Nilai IR yang rendah menunjukkan bahwa bahan insulasi tadi telah menurun kemampuannya atau rusak.(Pratama, 2022)

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini bertujuan untuk memudahkan saat terjadi maintenance pada generator untuk mengetahui kondisis isolasi.

2. METODE PENELITIAN PENGUJIAN *INSULATION RESISTENCE* DAN *POLARITY INDEX*

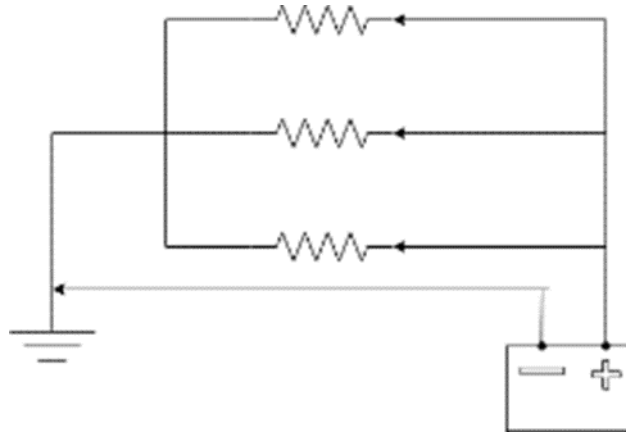
2.1. Diagram Alir

Dalam proses penelitian, metodologi merupakan uraian beberapa tahapan yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian. Secara umum tersusun dalam diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses Penelitian Analisis pengujian tahanan isolasi generator unit 2 PT.Indonesia XYZ Menggunakan metode *Insulation Resistance* (IR) dan *Polarity index* (PI)

2.2 Rangkaian Pengujian



Gambar 2 Rangkaian Pengujian PI dan IR

Gambar 2 di atas merupakan rangkaian pengujian dari *Polarity index* dan *Insulation resistance*. Pengujian ini menggunakan alat Megger Test MIT502, pengujian ini dilakukan untuk melihat seberapa baik nya nilai tahanan isolasi dari setiap fasa generator unit 2 PT.Indonesia XYZ. Pengujian ini dilakukan selama 10 menit dan dilihat hasilnya tiap menit dari menit 1 sampai menit 10.

Pada pengujian ini harus dalam lingkungan suhu yang baik agar saat pengukuran tampak lebih optimal, suhu dapat mempengaruhi hasil pengukuran karna saat kelembaban suhu makin besar maka hasil dielektrik akan turun begitupun sebaliknya saat kelembaban suhu makin kecil maka hasil dielektrik akan naik. Saat pengukuran ada banyak yang dibersihkan salah satunya debu debu pada stator dan rotor generator yang terdapat pada sisa sisa uap yang tidak tersaring, saat pengujian tahanan isolasi dilakukan dalam langkah penanggulangannya dan *overheat* dapat diatasi setelah melakukan *rewinding* kumparan pada stator, mengganti *retaining ring* serta melakukan *balancing* pada rotor. Setelah melakukan perbaikan suhu pada generator kembali normal.

2.2.1 Alat pengujian

Alat yang digunakan pada pengujian *Insulation Resistance* dan *Polarity index* adalah alat ukur Megger MIT502 sebagai berikut :



Gambar 3 Alat Megger MIT502

Adapun prosedur Sop dari pengujian menggunakan Megger MIT502 sebagai berikut :

1. Pasang megger positif yang berkabel merah ke generator, lalu megger yang negative berkabel hitam ke ground
2. Nyalakan Megger MIT520
3. Setting tegangan inject 5000 Vdc
4. Atur waktu pengujian ke 10 menit
5. Tekan tombol test pada megger sampai lampu merah nya berkedip
6. Monitor waktu pengujian nya setiap 1 menit di catat hasilnya dari menit pertama sampai menit 10
7. Catat hasil waktu nya tiap menit
8. saat sudah waktu ke 10 menit catat hasil pengukuran semua nya pada blanko lalu langsung keluar hasil pengukuran nya, Setelah itu pindahkan ke phasa lainya dan ulangi langkah nya seperti awal

Pada pengujian ini harus dalam lingkungan suhu yang baik agar saat pengukuran tampak lebih optimal, suhu dapat mempengaruhi hasil pengukuran karna saat kelembaban suhu makin besar maka hasil dielektrik akan turun begitupun sebaliknya saat kelembaban suhu makin kecil maka hasil dielektrik akan naik. Saat pengukuran ada banyak yang dibersihkan salah satunya debu debu pada stator dan rotor generator yang terdapat pada sisa sisa uap yang tidak tersaring, saat pengujian tahanan isolasi dilakukan dalam langkah penanggulangannya dan overheat dapat diatasi setelah melakukan *rewinding* kumparan pada stator, mengganti *retaining ring* serta melakukan *balancing* pada rotor. Setelah melakukan perbaikan suhu pada generator kembali normal.

2.3 Langkah – Langkah Penelitian

1. Pengumpulan Data

Data spesifikasi Generator unit 2 PLTP XYZ dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Spesifikasi Generator Unit 2

Parameter	Keterangan
Pabrik Pembuat	Mitsubishi Electric Corporation
Phase	3
Frekuensi	50 Hz
Tegangan pada Terminal	11.800 Volt
Arus pada Beban Nominal	3.364 Ampere

Daya Semu	68,7500 MVA
Daya Nyata	55 MW
Faktor Daya ($\cos \phi$)	0,8 lagging
Arus Eksitasi saat 0,8 Lagging	999 Ampere
Tegangan Eksitasi saat 0,8Lagging	194 Volt
Kecepatan	3000 Rpm
Jumlah Kutub	2
Jumlah lilitan stator	96

Data hasil pengukuran sebelum dibersihkan phasa- ground dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Data hasil pengukuran sebelum dibersihkan phasa- ground

Time		Taha	
Minute		Fasa U - G	
1		7,4 1	
2		11,30	
3		14,40	
4		17,10	
5		19,70	
6		21,70	
7		24,30	
8		24,40	
9		27,40	
10		29,00	

Data hasil pengukuran setelah dibersihkan phasa- ground dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 Data hasil pengukuran sesudah dibersihkan phasa- ground

Waktu	Tahanan Isolasi ($G\Omega$)		
	Fasa U - G	Fasa V - G	Fasa W - G
1	7,25	7,12	7,19
2	10,9 0	11,0 0	10,70
3	13,7 0	14,1 0	13,60
4	16,1 0	17,9 0	16,00
5	18,2 0	19,6 0	18,30

6	20,3 0	22,0 0	20,40
7	21,9	24,9 0	22,40
8	23,9 0	26,4 0	24,40
9	25,5 0	28,5 0	26,30
10	27,4	30,5	28,1

2. Pengolahan Data

Pada pengolahan data ini menggunakan rumus *Insulation Resistance* dan *Polarity index* diantaranya sebagai berikut :

1. *Insulation resistance*

Nilai *Average Insulation Resistance* lilitan Stator masing-masing Phasa dihitung dengan persamaan (1) :

$$IR_{\text{average}} = \frac{\sum IR(G\Omega)}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

IR_{average} = Nilai *Insulation Resistance* rata-rata

n = Banyak jumlah Data

IR = *Insulation Resistance* hasil pengukuran

2. *Polarity index*

Dari data hasil pengukuran *Insulation Resistance* (IR) lilitan generator di atas dapat dihitung nilai PI-nya yaitu; pengukuran IR 10 menit dibagi dengan nilai IR pengukuran menit pertama, secara matematis dapat dihitung dengan persamaan (2) :

$$PI = \frac{\text{Pengukuran } R_{IS} \text{ 10 menit}}{\text{Pengukuran } R_{IS} \text{ 1 menit}} \dots\dots\dots (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Nilai *Average Insulation Resistance* lilitan Stator Phasa U, V dan W.

Nilai minimum *Insulation Resistance* (IR) lilitan stator generator 11,5 KV PLTP XYZ adalah: $IR_{min} = (V_{rms} + 1) G\Omega$

$$IR_{min} = (11.8 + 1)$$

$$G\Omega \quad IR_{min} = 12,8 G\Omega$$

Setelah dihitung dapat dilihat bahwa nilai minimum dari *Insulation Resistance* di generato unit 2 adalah 12,8 GΩ .

Berikut perhhitungan tiap fasa dari generator unit 2 :

$IR_{average}$ Fasa U:

$$IR_{average} = \frac{196,7}{10} G\Omega$$

$$IR_{average} = 19,67 G\Omega$$

Pada fasa U di dapat nilai IR nya yaitu 19,67 GΩ, nilai ini berada diatas nilai minimum dari yang telah ditentukan yaitu 12,8 GΩ dan sudah berada dalam kondisi baik.

$IR_{average}$ Fasa V:

$$IR_{average} = \frac{90,87}{10} G\Omega$$

$$IR_{average} = 9,08 G\Omega$$

Pada fasa V di dapat nilai IR nya yaitu 9,08 GΩ, nilai ini berada dibawah nilai minimum dari yang telah ditentukan yaitu 12,8 GΩ dan belum berada pada kondisi yang baik

$IR_{average}$ Fasa W:

$$IR_{average} = \frac{125,56}{10} G\Omega$$

$$IR_{average} = 12,55 G\Omega$$

Pada fasa W di dapat nilai IR nya yaitu 12,55 GΩ, nilai ini berada sedikit dibawah nilai minimum dari yang telah ditentukan yaitu 12,8 GΩ.

Dari hasil perhitungan nilai rata-rata *Insulation Resistance* (IR) masing-masing fasa dapat diketahui bahwa nilai tahanan isolasi lilitan stator pada fasa V dan W pada saat sebelum dilakukan pemeliharaan masih dibawah nilai *Insulation Resistance* (IR) minimum yang distandarkan oleh (IEEE, 2000) yaitu 12,8 GΩ. Ini artinya kondisi isolasi lilitan stator generator tidak baik, dengan nilai tahanan isolasi stator dibawah nilai IR minimum dapat menyebabkan timbulnya arus bocor dari stator terhadap ground, sehingga dapat membahayakan keselamatan manusia yang ada disekitarnya dan dapat menyebabkan timbulnya arus hubung singkat pada belitan generator.

2. Analisis Polarity index (PI) Genrator Unit 2

Setelah mendapatkan nilai *Insulation Resistance* kita dapat menghitung nilai dari Polarity indexnya sebagai berikut :

Nilai PI untuk Phasa U :

$$PI = \frac{29,00}{7,41}$$

$$PI = 3,91$$

Nilai PI untuk Phasa V :

$$PI = \frac{11,8}{5,46}$$

$$PI = 2,36$$

Nilai PI untuk Phasa W ;

$$PI = \frac{16,50}{5,98}$$

$$PI = 2,75$$

$$PI = 3,0$$

Dari perhitungan nilai Polarization Index (PI) di atas dapat dilihat bahwa nilai PI sebesar 3,0. ini menunjukkan bahwa generator dalam kondisi ***Good***¹. Untuk mendapatkan nilai ***Excellent*** maka winding generator perlu dilakukan pemeliharaan dengan cara membersihkan winding dari debu atau kotoran lainnya dan dilakukan pemanasan dengan heater agar didapatkan kondisi yang kering.

Analisis nilai *Polarization Index* (PI) setelah dilakukan pemeliharaan:

Untuk phasa U :

$$PI = \frac{27,4}{7,25}$$

$$PI = 3,79$$

Untuk Phasa V :

$$PI = \frac{30,5}{7,12}$$

$$PI = 4,28$$

Untuk phasa W :

$$PI = \frac{28,1}{7,19}$$

$$PI = 4,01$$

Jadi nilai *Polarization Index* (PI) generator adalah :

PI = 4,01

Nilai polarization Index (PI) Naik drastis menjadi 4,01 (kondisi Exxcellent), ini berarti setelah dilakukan pembersihan nilai PI menjadi lebih baik dari sebelumnya dan membuat performa generator menjadi lebih baik.

Tabel 4 Data Nilai Pi sebelum dan sesudah pemeliharaan

Nilai <i>Polarization Index</i> (PI)					
Sebelum Pemeliharaan			Sesudah Pemeliharaan		
fasa			fasa		
U	V	W	U	V	W
3,91	2,36	2,75	3,79	4,28	4,01

Dari Table 4 di atas dapat dilihat kenaikan pada Pada paha V dan W yang dimana berat sebelum pemeliharaan pada fasa V dan W performanya kurang baik dan sangat perlu pemeliharaan, dapat dilihat setelah pemeliharaan Nilai PI sangat naik. Berbeda dengan di Fasa U mengalami penurunan pada saat sebelum dan sesudah pemeliharaan.

Analisis Kondisi Isolasi Generator Unit 2 PT Indonesia XYZ Menggunakan Metode Pengujian Insulation Resistance dan Polarity Index

4. KESIMPULAN

1. Untuk mengetahui kondisi isolasi generator dilakukan cara perhitungan dengan Insulation resistance. Dilakukan nya metode itu untuk bisa mengetahui kualitas dari isolasi pada belitan generator. Dengan Pengujian *Insulation Resistance* (IR) dapat mengetahui kondisi generator untuk menentukan tindakan pemeliharaan sederhana yaitu setiap 8000 jam generator beroperasi (Combustion Inpection).

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan perhitungan nilai *Insulation Resistance* di dapatkan hasil 12,55 G Ω yang dimana nilai tersebut masih berada di bawah minimum dari standar IEEE yaitu 12,88 G Ω , ini juga sangat bisa membahayakan para pekerja ataupun merugikan perusahaan karna dapat menimbulkan arus hubung singkat pada belitan generator. Lalu setelah dilakukan perhitungan insulation resistance, kita dapat menghitung nilai arus bocor dari setiap fasa pada generator yaitu pada fasa U,V dan W.

2. Setelah melakukan perhitungan *Insulation Resistance* kita dapat menghitung nilai *Polarity index* dari generator unit 2 PLTP Kamojang. Sebelum dilakukan pemeliharaan setelah melakukan pengujian dan perhitungan didapat nilai *Polarity index* sebesar 3.0 nilai ini termasuk dalam kategori Good yang dimana nilai tersebut sudah dalam kategori yang baik sesuai standar dari IEEE no 43- 2000, tapi hasil ini masih bisa didapat nilai lebih baik. Terbukti setelah dilakukan pemeliharaan didapat kan nilai 4.0 termasuk dalam kategori excellent yang dimana ini adalah termasuk kategori terbaik menurut standar IEEE.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada PT Indonesia Power Kamojang Pomu yang telah memperbolehkan penulis untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Faisal, A. (2019). Analisis Polaritation Index (PI) Generator PLTG. Skripsi. 4-5

IEEE. (2000). IEEE Recommended Practice For Testing *Insulation Resistance* OF Rotating Machine. IEEE-SA Standards Board. 15-35

Indra, M. H. (2022). Pengujian Tahanan Isolasi Pada Transformator Distribusi 160. Jurnal Amplifier. 7-11

Siswanto, H. (1988). Generator and Electrical equipment maintenance manual. PT Indonesia Power Kamojang POMU Garut. Manual Book. 45-70

Pratama, T. S. (2022). Analisa pengukuran Tahanan Isolasi dan pemeliharaan. Laporan Akhir. 6-7

Priagusno, H. (2020). Analisa Nilai Resistansi Isolasi Generator 200 MW Dengan Media. Rekayasa Elektrikal dan Energi. 20-29

utomo, A. R. (2018). Studi AnalisisTahanan Isolasi 90 MW. skripsi . 40