

BAB IV PEMBAHASAN

1.1 Data Penelitian

Pada penelitian laporan akhir ini, penulis akan menganalisa mengenai uji kelayakan tahanan isolasi transformator daya 30 MVA di Gardu Induk Sungai Juaro PT PLN (Persero) UIP3B Palembang, berdasarkan hasil uji Indeks Polarisasi yang didapat dari pemeliharaan 2 tahunan transformator daya 30 MVA ini pada tahun 2024 - 2026. Maka dari itu dibutuhkan hasil pengukuran dari pengujian tahanan isolasi yang didapat dari data berikut :

1.1.1 Data Pengujian Tahanan Isolasi 2024

Tabel 4. 1 Data Pengujian Tahanan Isolasi 2024

No	Teminal Pengujian Tahanan Isolasi	Waktu Pengujian	
		Menit 1	Menit 10
1.	Primer- Sekunder	18800	28800
2.	Primer - Tersier	14900	22500
3.	Primer - Ground	14900	22500
4.	Sekunder - Tersier	17500	25500
5.	Sekunder - Ground	17500	25500
6.	Tersier - Ground	17500	25500

1.1.2 Data Pengujian Tahanan Isolasi 2026

Tabel 4. 2 Data Pengujian Tahanan Isolasi 2026

No	Teminal Pengujian Tahanan Isolasi	Waktu Pengujian	
		Menit 1	Menit 10
1.	Primer- Sekunder	20400	45900
2.	Primer - Tersier	13900	23500
3.	Primer - Ground	13900	23500
4.	Sekunder - Tersier	18800	28800
5.	Sekunder - Ground	18800	28800
6.	Tersier - Ground	18800	28800

1.2 Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Transformator

Nilai indeks polarisasi dapat dirumuskan seperti persamaan (2.), yaitu:

$$IP = \frac{\text{pengukuran tahanan isolasi pada menit ke 10}}{\text{pengukuran tahanan isolasi pada menit ke 1}}$$

Berdasarkan rumus diatas dan data pada tabel 4.1 dan 4.2 dapat dilakukan sebuah perhitungan untuk memperoleh nilai IP dari pengujian tersebut sebagai berikut :

1.2.1 Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2024

1. Perhitungan terminal sisi primer – sekunder

Pengukuran 1 menit = 18800

Pengukuran 10 menit = 28800

$$\text{Nilai IP} = \frac{28800}{18800} = 1,53$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi primer – sekunder 1,53

2. Perhitungan terminal sisi primer – tersier

Pengukuran 1 menit = 14900

Pengukuran 10 menit = 22500

$$\text{Nilai IP} = \frac{22500}{14900} = 1,51$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi primer – tersier 1,51

3. Perhitungan terminal sisi primer – ground

Pengukuran 1 menit = 14900

Pengukuran 10 menit = 22500

$$\text{Nilai IP} = \frac{22500}{14900} = 1,51$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi primer – ground 1,51

4. Perhitungan terminal sisi sekunder – tersier

Pengukuran 1 menit = 17500

Pengukuran 10 menit = 25500

$$\text{Nilai IP} = \frac{25500}{17500} = 1,45$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi sekunder – tersier 1,45

5. Perhitungan terminal sisi sekunder – ground

Pengukuran 1 menit = 17500

Pengukuran 10 menit = 25500

$$\text{Nilai IP} = \frac{25500}{17500} = 1,45$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi sekunder – ground 1,45

6. Perhitungan terminal sisi tersier - ground

Pengukuran 1 menit = 17500

Pengukuran 10 menit = 25500

$$\text{Nilai IP} = \frac{25500}{17500} = 1,45$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi tersier – ground 1,45

1.2.2 Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2026

1. Perhitungan terminal sisi primer – sekunder

Pengukuran 1 menit = 20400

Pengukuran 10 menit = 45900

$$\text{Nilai IP} = \frac{45900}{20400} = 2,25$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi primer – sekunder 2,25

2. Perhitungan terminal sisi primer – tersier

Pengukuran 1 menit = 13900

Pengukuran 10 menit = 23500

$$\text{Nilai IP} = \frac{23500}{13900} = 1,69$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi primer – tersier 1,69

3. Perhitungan terminal sisi primer – ground

Pengukuran 1 menit = 13900

Pengukuran 10 menit = 23500

$$\text{Nilai IP} = \frac{23500}{13900} = 1,69$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi primer – ground 1,69

4. Perhitungan terminal sisi sekunder – tersier

Pengukuran 1 menit = 18800

Pengukuran 10 menit = 28800

$$\text{Nilai IP} = \frac{28800}{18800} = 1,53$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi sekunder – tersier 1,53

5. Perhitungan terminal sisi sekunder – ground

Pengukuran 1 menit = 18800

Pengukuran 10 menit = 28800

$$\text{Nilai IP} = \frac{28800}{18800} = 1,53$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi sekunder – ground 1,53

6. Perhitungan terminal sisi tersier - ground

Pengukuran 1 menit = 18800

Pengukuran 10 menit = 28800

$$\text{Nilai IP} = \frac{28800}{18800} = 1,53$$

Jadi, nilai Indeks Polarisasi yang diperoleh pada pengukuran sisi tersier – ground 1,53

1.3 Data Hasil Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Transformator

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan transformator daya 30 MVA di Gardu Induk Sungai Juaro, hasil pengujian tahanan isolasi yang telah diperoleh selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memperlihatkan perubahan nilai tahanan isolasi dari menit ke-1 hingga menit ke-10 pada masing-masing terminal pengujian.

1.3.1 Tabel Hasil Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2024

Tabel 4. 3 Data Hasil Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2024

No	Terminal Pengujian Tahanan Isolasi	IP
1.	Primer- Sekunder	1,53
2.	Primer - Tersier	1,51
3.	Primer - Ground	1,51
4.	Sekunder - Tersier	1,45
5.	Sekunder - Ground	1,45
6.	Tersier - Ground	1,45

1.3.2 Tabel Hasil Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2026

Tabel 4. 4 Data Hasil Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2026

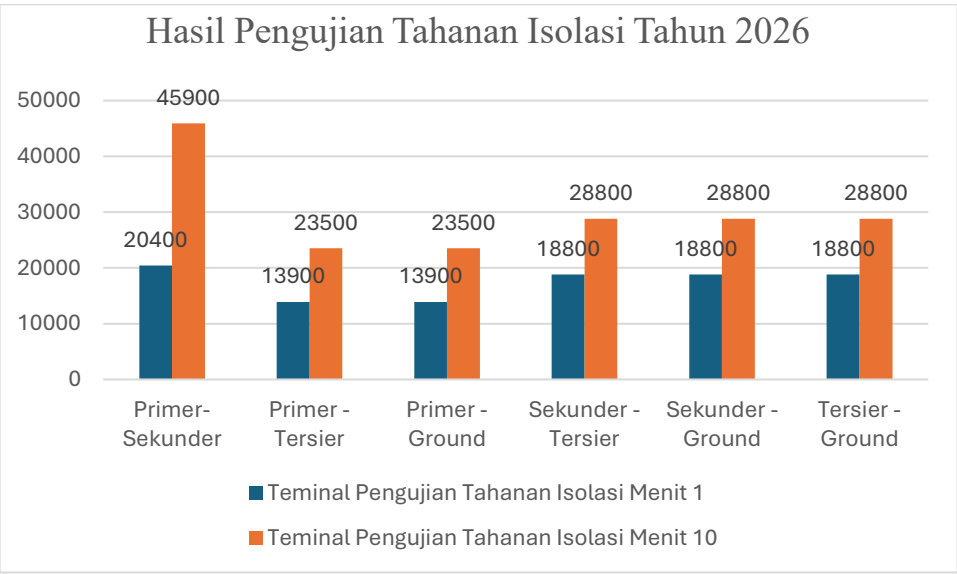
No	Terminal Pengujian Tahanan Isolasi	IP
1.	Primer- Sekunder	2,25
2.	Primer - Tersier	1,69
3.	Primer - Ground	1,69
4.	Sekunder - Tersier	1,53
5.	Sekunder - Ground	1,53
6.	Tersier - Ground	1,53

1.3.3 Grafik Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Tahun 2024



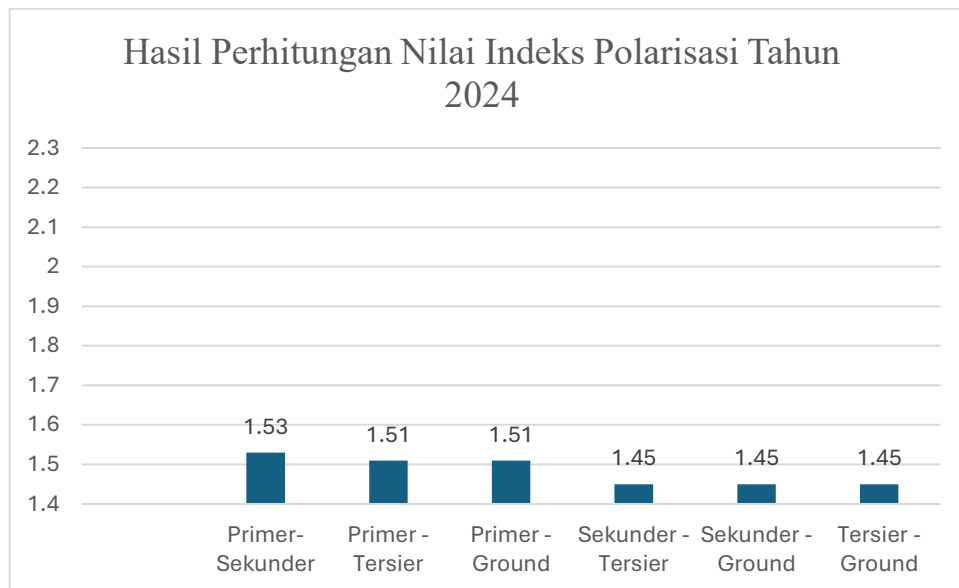
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Tahun 2024

1.3.4 Grafik Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Tahun 2026



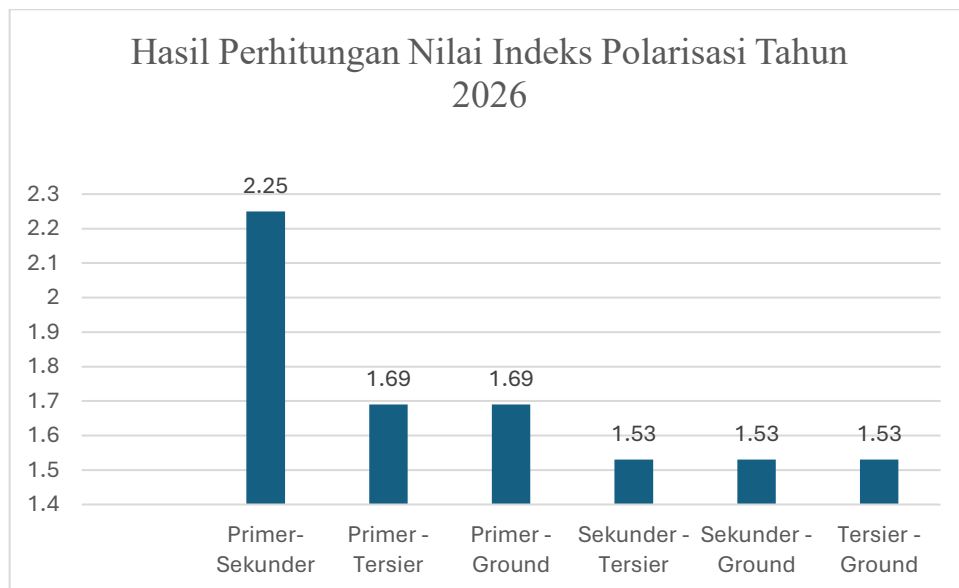
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Tahun 2026

1.3.5 Grafik Hasil Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2024



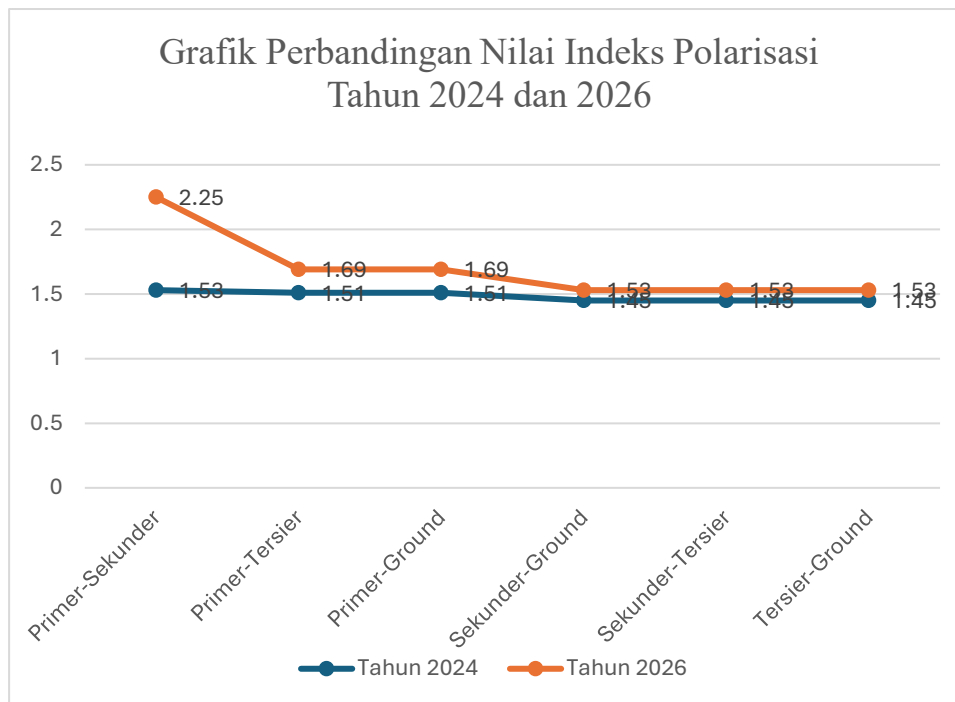
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2024

1.3.6 Grafik Hasil Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2026



Gambar 4. 4 Grafik Hasil Perhitungan Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2026

1.3.7 Grafik Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2024 dan 2026



Gambar 4. 5 Grafik Nilai Indeks Polarisasi Tahun 2024 dan 2026

1.4 Analisis Data Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks polarisasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa seluruh terminal pengujian mengalami peningkatan nilai tahanan isolasi dari menit pertama ke menit kesepuluh, baik pada pengujian tahun 2024 maupun 2026. Kenaikan nilai tahanan isolasi ini sesuai dengan prinsip dasar pengujian indeks polarisasi, arus serapan akan menurun seiring waktu sehingga nilai tahanan isolasi yang terukur meningkat apabila kondisi isolasi dalam keadaan kering dan bersih.

Pada pengujian tahun 2024, nilai indeks polarisasi tertinggi terdapat pada terminal Primer–Sekunder sebesar 1,53, sedangkan nilai terendah terdapat pada terminal Sekunder–Tersier, Sekunder–Ground, dan Tersier–Ground sebesar 1,45. Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1, seluruh hasil perhitungan memiliki nilai yang sama dengan hasil pengujian sehingga menunjukkan perhitungan telah dilakukan dengan benar.

Pada pengujian tahun 2026 terjadi peningkatan nilai indeks polarisasi pada sebagian besar terminal pengujian. Berdasarkan Gambar 4.2, nilai tertinggi

diperoleh pada terminal Primer–Sekunder sebesar 2,25, sedangkan nilai terendah terdapat pada terminal Sekunder–Tersier, Sekunder–Ground, dan Tersier–Ground sebesar 1,53. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan isolasi dalam menahan arus bocor dibandingkan tahun 2024.

Perbandingan nilai indeks polarisasi tahun 2024 dan 2026 yang ditunjukkan pada Gambar 4.3 memperlihatkan adanya peningkatan pada hampir seluruh terminal pengujian. Peningkatan paling signifikan terjadi pada terminal Primer–Sekunder yang naik dari 1,53 menjadi 2,25. Sementara itu, terminal Primer–Tersier dan Primer–Ground meningkat dari 1,51 menjadi 1,69. Pada terminal Sekunder–Tersier, Sekunder–Ground, dan Tersier–Ground juga terjadi peningkatan dari 1,45 menjadi 1,53.

Peningkatan nilai indeks polarisasi menunjukkan bahwa kondisi isolasi transformator pada tahun 2026 masih terjaga dengan baik. Hal ini dapat dipengaruhi oleh pelaksanaan pemeliharaan secara rutin, kondisi minyak transformator masih dalam keadaan baik, serta minimnya pengaruh kelembaban dan kontaminasi pada sistem isolasi. Dengan demikian, hasil perhitungan menunjukkan bahwa sistem isolasi transformator tidak mengalami penurunan kualitas selama periode tahun 2024 hingga 2026.

1.5 Analisis Kondisi Isolasi Transformator Berdasarkan Nilai Indeks Polarisasi

Berdasarkan standar IEEE 43-2013, nilai indeks polarisasi digunakan untuk mengevaluasi kondisi isolasi transformator. Nilai indeks polarisasi yang berada pada rentang 1,25–2,0 menunjukkan kondisi isolasi yang baik dan layak dioperasikan, sedangkan nilai indeks polarisasi di atas 2,0 menunjukkan kondisi isolasi yang sangat baik. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, seluruh terminal pengujian memiliki nilai indeks polarisasi di atas 1,25 sehingga memenuhi standar kelayakan isolasi transformator.

Hasil pengujian tahun 2026 menunjukkan bahwa terminal Primer–Sekunder memiliki nilai indeks polarisasi sebesar 2,25. Nilai tersebut termasuk kategori sangat baik karena melebihi batas 2,0. Kondisi ini menunjukkan bahwa isolasi antara belitan primer dan sekunder masih memiliki tingkat kekeringan dan

kebersihan yang sangat baik serta tidak menunjukkan adanya indikasi kerusakan isolasi.

Terminal Primer–Tersier dan Primer–Ground memperoleh nilai indeks polarisasi sebesar 1,69. Nilai tersebut berada dalam kategori baik dan menunjukkan bahwa sistem isolasi masih mampu mencegah terjadinya kebocoran arus maupun gangguan listrik yang dapat memengaruhi kinerja transformator. Selain itu, nilai tahanan isolasi yang meningkat selama pengujian menunjukkan adanya karakteristik penyerapan dielektrik yang normal.

Pada terminal Sekunder–Tersier, Sekunder–Ground, dan Tersier–Ground diperoleh nilai indeks polarisasi sebesar 1,53. Walaupun nilai terendah dibandingkan terminal lainnya, nilai tersebut masih berada di atas batas minimum standar kelayakan. Dengan demikian, kondisi isolasi pada bagian tersebut masih tergolong baik dan belum memerlukan tindakan perbaikan khusus.

Jika dibandingkan dengan hasil pengujian tahun 2024, seluruh nilai indeks polarisasi pada tahun 2026 menunjukkan kecenderungan meningkat. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kualitas isolasi transformator tidak mengalami penurunan selama periode pengamatan. Hasil ini memperlihatkan bahwa program pemeliharaan yang dilakukan terhadap Transformator Daya 30 MVA di Gardu Induk Sungai Juaro telah berjalan dengan baik sehingga kondisi isolasi tetap terjaga.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa sistem isolasi Transformator Daya 30 MVA 1 di Gardu Induk Sungai Juaro berada dalam kondisi baik hingga sangat baik dengan rentang nilai Indeks Polarisasi sebesar 1,53–2,25. Seluruh hasil pengujian memenuhi standar IEEE 43-2013 sehingga transformator dinyatakan masih layak untuk dioperasikan dalam sistem penyaluran tenaga listrik