

Analysis Transformer Insulation Capability Based On Polarization Index, Delta Tangent And Break Down Voltage Test

Analisis Kemampuan Isolasi Transformator Berdasarkan Hasil Uji Indeks Polarisasi, Tangen Delta Dan Break Down Voltage

Boni Purba, Lily S Patras, Novi M Tulung

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

e-mails : 18021103021@student.unsrat.ac.id , lily_spatras@unsrat.ac.id , novi.tulung@unsrat.ac.id

Received: [date]; revised: [date]; accepted: [date]

Abstract — Electricity is currently a basic need for almost everyone and transformers are an important part of electricity. One of the most important parts of a transformer is its insulation, so the quality of the insulation strength must be considered. The following are tests to determine the strength of the insulation in the transformer, namely polarization index, tangent delta, break down voltage. The purpose of the polarization index is to identify whether there is a leakage current in the transformer insulation by dividing the test results of 10 minutes by 1 minute. The tangent delta test functions to determine the capacitive leakage current in the transformer insulation, and for BDV it is a test on the tarfo oil with the aim of determining the breakdown voltage in the transformer oil. Based on the results of the transformer insulation strength analysis above, the analysis results show that the transformer insulation condition is in good condition so it can be concluded that the insulation strength quality is in good condition and suitable for operation.

Keywords – Break Down Voltage, Tangent Delta, Polarization Index, Insulation Strength

Abstrak — Listrik saat ini menjadi kebutuhan pokok hampir semua orang dan transformator salah satu bagian penting pada listrik. Salah satu bagian yang sangat penting pada trafo adalah isolasinya, sehingga kualitas kekuatan isolasinya harus diperhatikan. Berikut adalah pengujian yang untuk mengetahui kekuatan isolasi pada trafo yaitu indeks polarisasi, tangen delta, break down voltage. Tujuan dari indeks polarisasi adalah untuk mengidentifikasi apakah ada arus bocor pada isolasi trafo dengan membagi hasil uji 10 menit dengan 1 menit. Pengujian tangen delta berfungsi untuk mengetahui arus bocor kapasitif pada isolasi trafo, dan untuk BDV adalah pengujian pada minyak tarfo dengan tujuan untuk mengetahui tembus tegangan pada minyak trafo. Berdasarkan hasil analisa kekuatan isolasi trafo diatas didapatkan hasil analisa bahwasanya kondisi isolasi trafonya dalam keadaan bagus sehingga dapat disimpulkan bahwasanya kualitas kekuatan isolasi dalam keadaan bagus dan layak beroperasi.

Kata kunci – Break Down Voltage, Tangen Delta, Indeks Polarisasi, Kekuatan Isolasi dan Transformator.

I. PENDAHULUAN

Listrik saat ini menjadi kebutuhan pokok hampir semua orang setiap hari. Kebutuhan listrik di Indonesia semakin lama semakin meningkat itu disebabkan kebutuhan listrik dalam

negeri yang semakin meningkat dan untuk kepentingan umum juga seperti lampu lalu lintas dan lain lain, sehingga untuk memenuhi kebutuhan listrik yang semakin meningkat diperlukan sistem kelistrikan yang andal. Salah satu cara untuk menjaga sistem kelistrikan tetap bagus maka perlu dilakukan pemeliharaan kepada jaringan distribusi dan jaringan transmisi listrik. Yang perlu kita ketahui dalam jaringan distribusi dan transmisi transformator menjadi bagian penting karena transformator berfungsi menaikkan dan menurunkan daya listrik seperti menaikkan tegangan rendah menjadi tegangan tinggi serta sebaliknya dapat menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan lebih rendah sesuai ketentuan. Sehingga pemeliharaan dan pengujian rutin diperlukan untuk menjaga agar trafo beroperasi maksimal pada masa pemakaian [1].

Bahan isolasi pada Suatu transformator daya menjadi komponen yang sangat penting, dimana isolasi ini berfungsi sebagai penyekat untuk bagian bagian yang bertegangan dan sebagai pendingin. Kegagalan isolasi pada trafo diakibatkan oleh beberapa hal seperti lamanya pemakaian dan beban yang di pikul melebihi 80 %, yang menyebabkan kerusakan atau kegagalan saat pengoperasian. Kerusakan isolasi juga dapat disebabkan beberapa kondisi seperti tegangan lebih, suhu pengoperasian yang sangat tinggi dan pengaruh parameter lingkungan. Untuk mencegah terjadinya kegagalan trafo yang diakibatkan oleh kegagalan isolasi maka dilakukan beberapa pengukuran serta pengujian sehingga unjuk kerja dari trafo dapat diketahui .

Untuk itu penulis mencoba untuk mengetahui bagaimana unjuk kerja dari transformator daya yang ada pada Gardu Induk Paniki, sebagai penelitian tugas akhir. Adapun untuk mengetahui unjuk kerja trafo ini dengan melakukan beberapa pengukuran dan pengujian seperti pengukuran rugi-rugi isolasi melalui pengujian tangen delta, pengujian tegangan tembus dan pengukuran index polarisasi.

A. Transformator

Trafo adalah perangkat statis di mana rangkaian magnet dan belitan yang terdiri dari 2 kumparan atau lebih, melalui induksi elektromagnetik, mengubah daya (arus dan tegangan) dari satu sistem AC ke sistem AC lainnya. Tegangan dan arus lain mempunyai frekuensi yang sama. (IEC 60076 -1 tahun 2011) serta trafo merupakan salah satu alat utama dalam kelistrikan, dimana transformator berhubungan secara

langsung dengan jaringan transmisi dan jaringan distribusi listrik, serta trafo juga berfungsi menaikkan dan menurunkan daya listrik seperti menaikkan tegangan rendah menjadi tegangan tinggi serta sebaliknya dapat menurunkan tegangan tinggi menjadi tegangan lebih rendah sesuai ketentuan[2] [1].

B. Pengukuran Kekuatan Isolasi

Tujuan pengukuran ini adalah mengetahui keadaan isolasi pada belitan dan tanah atau antara dua belitan. cara yang sering adalah dengan memberikan tegangan DC dan menyatakan keadaan isolasi dalam megohm[13]. Resistansi insulasi yang diukur merupakan fungsi dari arus bocor yang melalui insulasi atau melalui jalur kebocoran pada permukaan luar. Uji ketahanan insulasi dapat dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, dan kebocoran pada permukaan luar, seperti kotoran pada bushing atau insulasi. Mega ohm meter biasanya memiliki kapasitas pengujian 500, 1000, 2500, atau 5000 VDC[2] [3].

C. Metode Indeks Polarisasi

Tujuan pengujian indeks polaritas adalah untuk memastikan bahwa perangkat cocok untuk pengoperasian atau bahkan untuk melakukan pengujian lonjakan arus. Indeks yang biasa digunakan untuk menyatakan pembacaan tahanan isolasi suatu transformator disebut serapan dielektrik, yang diperoleh dari pembacaan terus menerus dalam jangka waktu yang lebih lama dengan suplai tegangan yang konstan.[2] [10]

Pengujian ini berlangsung secara kontinyu dalam kurun waktu 1 menit dan selama 10 menit tersebut alat penguji insulasi tegangan tinggi akan mampu melakukan bias atau mengisi kapasitansi yang tinggi pada seluruh insulasi dan nilai resistansi yang terbaca akan meningkat jika insulasi bersih dan kering. Standar pengukuran waktu pengukuran 10 menit yang dibagi dengan nilai perhitungan 1 menit (IEC 60034)[4] [8] [15] .

Adapun perhitungan indeks polarisasi dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$IP = \frac{R10}{R1} \dots \dots (1.1)$$

Keterangan :

IP= Indeks Polarisasi

R10= Nilai tahanan isolasi saat pengujian 10 menit (Ω)

R1= Nilai tahanan isolasi saat pengujian 1 menit (Ω)

TABEL 1
STANDAR INDEKS POLARISASI PADA TRAF0

NO	Hasil Uji	Keterangan	Rekomendasi
1	<1,0	Berbahaya	Investigasi
2	1,0-1,1	Jelek	Investigasi
3	1,1-1,25	Dipertanyakan	Uji kadar air minyak,Uji tangen delta
4	1,25-2,0	Baik	
5	>2,0	Sangat Baik	

D. Metode tangen delta

Gangguan yang terjadi pada saat pengoperasian peralatan listrik bertegangan tinggi seringkali diakibatkan oleh rusaknya atau memburuknya kondisi isolasi akibat gangguan yang terjadi pada komponen peralatan [12]. Tange delta dikenal juga dengan loss angle test atau loss factor adalah salah satu cara dalam kelistrikan dalam mengetahui kualitas isolasi. Jika insulasi tidak ada kesalahan atau cacat maka insulasi tersebut akan mempunyai kapasitansi yang sempurna seperti halnya insulasi antara dua elektroda kapasitor[6].

Kapasitor berarus penuh akan mengontrol tegangan melalui sudut 90° jika memiliki sumber AC. Jika insulasi terkontaminasi maka nilai resistansi insulasi akan menurun sehingga mengakibatkan tingginya arus resistif yang mengalir melalui insulasi. Arus dan tegangan tidak akan berubah lebih dari 90° tetapi akan bergerak kurang dari 90°. Nilai kompensasi 90° menunjukkan tingkat kontaminasi isolasi[2][14].

Dibawah ini merumakan rumus yang di gunakan untuk mengetahui nilai tangen delta dari pada sebuah trafo.

$$Tan \delta = \frac{P}{V^2 \cdot \omega \cdot C} \dots \dots (1.2)$$

Keterangan :

Tan δ= Tangen Delta (%)

P= Losses Daya (W)

V= Tegangan (V)

ω= 2πf

C= Kapasitansi (F)

Tabel 2 merupakan satandar dalam pengukuaran tangen delta menurut SKDIR PLN 520

TABEL 2
STANDAR TANGEN DELTA PADA TRAF0

Hasil Uji	Kondisi
<0,5%	Bagus
≥0,5%-0,7%	Mengalami Penurunan
≥0,7%-1,0%	Perlu Investigasi
≥1,0%	Jelek,Perlu reklamasi

E. Metode Breakdown Voltage

Uji tegangan tembus dilakukan untuk mengetahui kemampuan minyak isolasi dalam menahan tegangan. Oli yang bening dan kering akan menampilkan nilai tegangan tembus yang tinggi. Air bebas dan partikel padat, terutama kombinasi keduanya, dapat menurunkan tegangan tembus secara signifikan. [11] . Dengan kata lain, pengujian ini dapat menjadi indikasi adanya kontaminan seperti kadar air dan partikel. Nilai tegangan tembus yang rendah dapat menunjukkan adanya kontaminan, dan tegangan tembus yang tinggi belum tentu menunjukkan bahwa oli bebas dari semua jenis kontaminan..[2] [7] :

$$Erata - rata = \frac{Vb(rata - rata)}{d} \left(\frac{KV}{mm} \right) \dots\dots\dots (1.3)$$

Keterangan :

- E rata-rata = Kekuatan Dielektrik (kv/mm)
- Vb = Tegangan Tembus (kv)
- d = Jarak sela (mm)

Berikut merupakan standar Standar yang di gunakan dalam pengukuran kekuatan isolasi pada trafo menggunakan metode Breakdown Voltage (BDV) International Electrotechnical Commission IEC 60422 [4].

Tabel 3
STANDAR BREAKDOWN VOLTAGE

Tegangan	Keterangan
<40Kv	Buruk
40-50Kv	Sedang
>50kv	Baik

II. DATA DAN PERHITUNGAN

A. Data Indeks Polarisasi

Berikut merupakan data dari pengukuran dengan menggunakan metode indeks polarisasi

TABEL 4
DATA PENGUJIAN INDEKS POLARISASI

NO	URAIAN KEGIATAN	Hasil Uji IP 2021		Hasil Uji 2022	
		1Menit(MΩ)	10Menit(MΩ)	1Menit(MΩ)	10Menit(MΩ)
1	Primer-Ground	3,40	4,60	19,98	28
2	Sekunder-Ground	4,28	5,70	27,25	35,7
3	Primer-sekunder	12	20,08	19,37	27,9

Tabel diatas merupakan data hasil pengukuran dimana data tersebut digunakan dalam mencari nilai dari pada Indeks Polarisasi pada tahun 2021 dan 2022 dimana data diatas adalah pengukuran dalam jangka waktu 1menit dan waktu 10 menit.

B. Data Tangen Delta Berikut merupakan data pengukuran tangen delta tahun 2021

TABEL 5
DATA TANGEN DELTA 2021

No	Insulation Tested	Tegangan (kV)	Frekuensi (Hz)	Daya (Watt)	Cap (pF)
1	CHL	12	50	3,2050	272,73
2	CH	12	50	20,240	4171,8
3	CH+CHL	12	50	56,337	11889
4	CL	12	50	97,518	18673

Tabel diatas adalah data hasil pengukuran untuk mengetahui nilai dari pada tangen delta tahun 2021 yang di

lakukan di trafo gardu induk paniki dalam rangka pemeliharaan berkala.

Berikut merupakan data pengukuran tangen delta tahun 2022

TABEL 6
DATA TANGEN DELTA 2022

No	Insulation Tested	Tegangan (kV)	Frekuensi (Hz)	Daya (Watt)	Cap (pF)
1	CHL	12	50	3,2853	272,54
2	CH	12	50	24,338	4035
3	CH+CHL	12	50	70,8638	11900
4	CL	12	50	72,368	8961,4

Tabel diatas adalah data hasil pengukuran untuk mengetahui nilai dari pada tangen delta tahun 2022 yang di lakukan di trafo gardu induk paniki dalam rangka pemeliharaan berkala.

C. Data Breakdown Voltage

Berikut merupakan data pengukuran breakdown voltage tahun 2020,2021,2022.

TABEL 7
DATA BREAKDOWN VOLTAGE

No	Uraian	Tanggal	Hasil Uji (kV)
1	Trafo2	28 - Agustus - 2020	64,2
2	Trafo2	20 - Februari - 2021	61,6
3	Trafo2	17 - Februari - 2022	77,9

Tabel diatas adalah data hasil pengujian breakdown Voltage dari tahun 2020, 2021 dan 2022 yang di lakukan di trafo gardu induk paniki dalam rangka pemeliharaan berkala.

D. Perhitungan Indeks Polarisasi

Berikut perhitungan indeks polarisasi pada tahun 2021

1. Primer – Ground (P-G)

$$IP = \frac{4,60}{3,40} = 1,35$$

2. Sekunder – Ground (S-G)

$$IP = \frac{5,70}{4,78} = 1,33$$

3. Primer – Ground (P-G)

$$IP = \frac{20,08}{12} = 1,67$$

Berikut perhitungan indeks polarisasi pada tahun 2022

1. Primer – Ground (P-G)

$$IP = \frac{28}{19,98}$$

$$= 1,4$$

2. Sekunder – Ground (S-G)

$$IP = \frac{35,27}{27,25}$$

$$= 1,31$$

3. Primer – Ground (P-G)

$$IP = \frac{27,9}{19,37}$$

$$= 1,44$$

E. Perhitungan Tangen Delta

Berikut perhitungan Uji Tangen Delta 2021

a. CHL

$$Tan \delta = \frac{P}{V^2 \cdot \omega \cdot C}$$

$$Tan \delta = \frac{3,2050}{12.000^2 \cdot 2 \times 3,14 \times 50 \times 272,73 \times 10^{-12}} 100\%$$

$$Tan \delta = 0,6024\%$$

b. CH $Tan \delta = \frac{P}{V^2 \cdot \omega \cdot C}$

$$Tan \delta = \frac{20,240}{12.000^2 \cdot 2 \times 3,14 \times 50 \times 4171,8 \times 10^{-12}} 100\%$$

$$Tan \delta = 0,1073\%$$

c. CH + CHL

$$Tan \delta = \frac{P}{V^2 \cdot \omega \cdot C}$$

$$Tan \delta = \frac{56,337}{12.000^2 \cdot 2 \times 3,14 \times 50 \times 11889 \times 10^{-12}} 100\%$$

$$Tan \delta = 0,1048\%$$

d. CL

$$Tan \delta = \frac{P}{V^2 \cdot \omega \cdot C}$$

$$Tan \delta = \frac{97,518}{12.000^2 \cdot 2 \times 3,14 \times 50 \times 18673 \times 10^{-12}} 100\%$$

$$Tan \delta = 0,1155\%$$

Berikut perhitungan Uji Tangen Delta 2022

a. CHL

$$Tan \delta = \frac{P}{V^2 \cdot \omega \cdot C}$$

$$Tan \delta = \frac{3,2853}{12.000^2 \cdot 2 \times 3,14 \times 50 \times 272,54 \times 10^{-12}} 100\%$$

$$Tan \delta = 0,2666\%$$

b. CH

$$Tan \delta = \frac{P}{V^2 \cdot \omega \cdot C}$$

$$Tan \delta = \frac{24,338}{12.000^2 \cdot 2 \times 3,14 \times 50 \times 4035 \times 10^{-12}} 100\%$$

$$Tan \delta = 0,1334\%$$

c. CH + CHL

$$Tan \delta = \frac{P}{V^2 \cdot \omega \cdot C}$$

$$Tan \delta = \frac{70,8638}{12.000^2 \cdot 2 \times 3,14 \times 50 \times 11900 \times 10^{-12}} 100\%$$

$$Tan \delta = 0,1317\%$$

d. CL

$$Tan \delta = \frac{P}{V^2 \cdot \omega \cdot C}$$

$$\tan \delta = \frac{72,368}{12.000^2 \cdot 2 \times 3,14 \times 50 \times 8961,4 \times 10^{-12}} 100\%$$

$$\tan \delta = 0,1786\%$$

III. HASIL DAN ANALISA

Hasil perhitungan di bab II dapat dianalisa sebagai berikut

A. Hasil Indeks Polarisasi

Berikut merupakan tabel hasil pengujian indeks polarisasi tahun 2021 dan 2022

TABEL 8
HASIL PERHITUNGAN INDEKS POLARISASI

No	Uraian Kegiatan	Hasil Uji IP 2021			Hasil Uji IP 2022		
		1Menit(MΩ)	10Menit(MΩ)	IP	1Menit(MΩ)	10Menit(MΩ)	IP
1	Primer-Ground	3,40	4,60	1,35	19,98	28	1,4
2	Sekunder-Ground	4,28	5,70	1,33	27,25	35,7	1,31
3	Primer-Sekunder	12	20,08	1,67	19,37	27,9	1,44

Tabel diatas merupakan data hasil pengukuran dan perhitungan Indeks Polarisasi pada tahun 2021 dan 2022 dimana data diatas adalah pengukuran dalam jangka waktu 1menit dan waktu 10 menit IP adalah hasil pembagian dari waktu 10 menit di bagi dengan 1 menit.

B. Hasil Tangen Delta

Berikut merupakan tabel hasil pengujian tangen delta 2021 dan 2022

TABEL 9
PENGUJIAN TANGEN DELTA 2022

No	Insulation Tested	Tegangan (kV)	Frekuensi (Hz)	Daya (Watt)	Tan δ	Cap (pF)
1	CHL	12	50	3,2050	0,2599%	272,73
2	CH	12	50	20,240	0,1073	4171,8
3	CH+CHL	12	50	56,337	0,1048%	11889
4	CL	12	50	97,518	0,1155%	18673

Tabel diatas adalah data hasil pengukuran serta hasil perhitungan nilai dari pada tangen delta tahun 2021 yang di lakukan di trafo gardu induk paniki dalam rangka pemeliharaan berkala.

TABEL 10
HASIL PERHITUNGAN TANGEN DELTA 2022

No	Insulation Tested	Tegangan (kV)	Frekuensi (Hz)	Daya (Watt)	Tan δ	Cap (pF)
1	CHL	12	50	3,2853	0,2666%	272,54
2	CH	12	50	24,338	0,1334	4035
3	CH+CHL	12	50	70,8638	0,1317%	11900
4	CL	12	50	72,368	0,1786%	8961,4

Tabel diatas adalah data hasil pengukuran serta hasil perhitungan nilai dari pada tangen delta tahun 2022 yang di lakukan di trafo gardu induk paniki dalam rangka pemeliharaan

berkala.

C. Hasil Breakdown Voltage

Berikut merupakan tabel hasil pengujian Breakdown Voltage tahun 2020, 2021 dan 2022

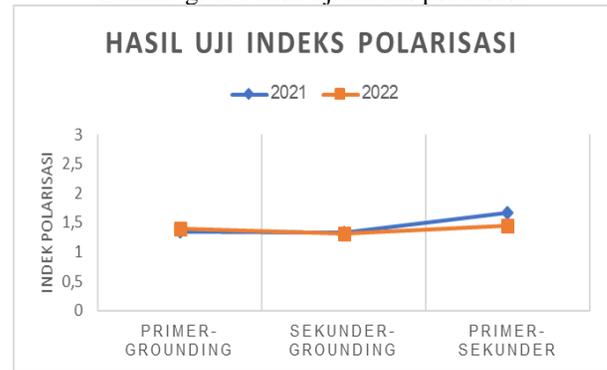
TABEL 11
DATA PERHITUNGAN BREAKDOWN VOLTAGE

No	Uraian	Tanggal	Hasil Uji (kV)	Keterangan
1	Trafo2	28 - Agustus - 2020	64,2	Baik
2	Trafo2	20 - Februari - 2021	61,6	Baik
3	Trafo2	17 - Februari - 2022	77,9	Baik

Tabel diatas adalah data hasil pengujian serta ketenangan kualitas dari pada breakdown Voltage dari tahun 2020, 2021 dan 2022 yang di lakukan di trafo gardu induk paniki dalam rangka pemeliharaan berkala.

D. Analisa Hasil Indeks Polarisasi

Berikut grafik hasil uji indeks polarisasi

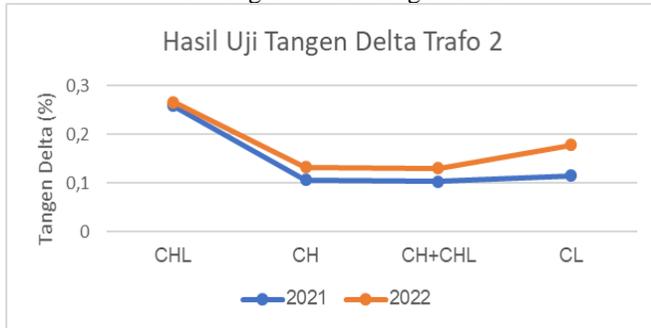


Gambar 1 Grafik hasil uji Indeks Polarisasi

Berdasarkan Gambar diatas dapat kita ketahui nilai dari pada pengujian indeks polarisasi pada tahun 2021 dan 2022 pada bagian pengujian Primer -grounding dimana di tahun 2021 menghasilkan angka sebesar 1,35 (Baik) dan pada tahun 2022 mengalami kenaikan yang menjadi 1,4 (Baik). Pada pengujian Sekunder-Grounding pada tahun 2021 menghasilkan nilai sekitar 1,33(Baik) dan pada tahun 2022 mengalami penurunan sedikit menjadi 1,31(Baik). Pada pengujian Primer -Sekunder tahun 2021 menghsilkan nilai sebesar 1,67(Baik) dan pada tahun 2022 mengalami penurunan sedikit menjadi 1,44(Baik). Dari sini dapat kita ketahui kualitas isolasi trafo 2 Gardu induk Paniki masih dalam keadaan bagus dan masih layak untuk di operasikan.

E. Analisa Hasil Tangen Delta

Berikut grafik hasil tangen delta

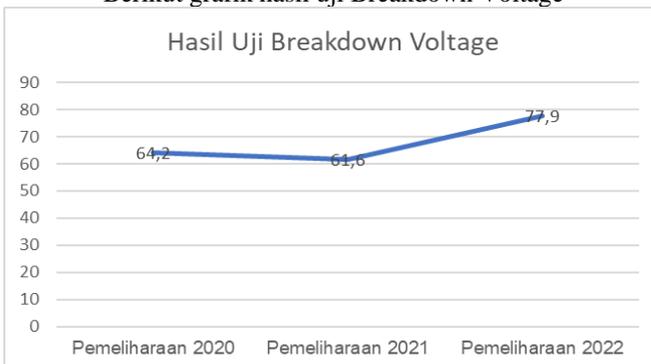


Gambar 2 Grafik hasil uji Tangen Delta

Dari hasil uji Tangen delta dan hasil perhitungannya bisa kita lihat kualitas belitan pada trafo 2 Gardu Induk Paniki dalam keadaan bagus, dikarenakan nilai tangen delta pada tahun 2021 dan 2022 masih dalam kondisi bagus (baik) dimana dalam standar yang berlaku nilai tangen delta pada trafo yang diijinkan adalah kurang dari 0,5% (Bagus). Dari gambar diatas juga bisa kita lihat nilai tangen deltanya hanya mengalami penurunan dan itu masih dibatas wajar karena masih dibawah 0,5%.

F. Analisa Hasil Breakdown Voltage

Berikut grafik hasil uji Breakdown Voltage



Gambar 3 Grafik hasil uji Break Down Voltage

Dari data hasil pengujian Breakdown Voltage diatas pada tahun 2020,2021 dan 2022 dapat dilihat bahwasanya nilai BDV mengalami penurunan sedikit pada tahun 2021 dan kenaikan signifikan pada tahun 2022. Menurut standar yang berlaku nilai BDV yang bagus adalah diatas 50Kv dan dari hasil pengujian BDV pada trafo 2 Gardu Induk Paniki pada tahun 2020, 2021 dan 2022 semuanya diatas 50Kv(Bagus) ini menunjukkan bahwasanya kualitas dari pada minyak di trafo Gardu Induk Paniki keadaan bagus.

G. Analisis Transformator daya berdasarkan tangen delta, BDV dan IP

Berdasarkan analisa kekuatan isolasi dengan metode indeks polarisasi didapatkan hasil analisa bahwasanya kondisi isolasi trafonya dalam keadaan bagus karena masih sesuai standar yang berlaku yaitu nilai IP nya harus diatas 1,25. menurut metode tangen delta menunjukkan kualitas dari pada isolasi trafo masih dalam keadaan bagus dan sesuai standar yaitu nilai tangen deltanya harus lebih kecil dari 0,5%, dan menurut

metode Breakdown Voltage kondisi isolasi pada trafo 2 Gardu Induk paniki dalam keadaan bagus karena hasil dari pada pengukuran BDV nya masih diatas 50 Kv yang merupakan standar yang berlaku.Maka dapat dikatakan kondisi trafo 2 gardu induk Paniki dalam keadan baguus atau layak beroperasi. Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan dengan tabel berikut

H.Data Analisis Transformator daya

No	Uraian	Tahun	Kondisi		
			Indeks Polarisasi	Tangen Delta	Breakdown Voltage
1	Pemeliharaan	2020	Baik	Baik	Baik
2	Pemeliharaan	2021	Baik	Baik	Baik
3	Pemeliharaan	2022			Baik

Dari data tabel diatas merupakan hasil pemeliharaan pada trafo daya di gardu induk Paniki pada tahun 2020, 2022 dan 2023. Untuk mengetahui kualitas Isolasi pada trafo daya di gardu induk Paniki maka dilakukan pengujian indeks polarisasi, tangen delta dan breakdown voltage. Dari data tabel diatas dapat kita simpulkan kualitas isolasi pada trafo menurut hasil pengujian indeks polarisasi, tangen delta dan breakdown voltage semuanya dalam keadaan baik dan layak pakai.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah melakukan analisa data pada kualitas tahanan isolasi di Gardu Induk Paniki dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Isolasi pada transformator tenaga 2 di Gardu Induk Paniki telah dievaluasi atau di uji kualitasnya dengan menggunakan metode yaitu Indeks Polarisasi,Tangen Delta dan Breakdown Voltage.
2. Hasil pengujian kekuatan isolasi pada transformator tenaga ke 2 di Gardu Induk Paniki sebagai berikut:
 - Dari hasil pengujian kekuatan isolasi dengan menggunakan metode indeks polarisasi menunjukkan bahwasanya kualitas isolasinya masih bagus karena nilai indeks polarisasi yang dihasilkan masih di atas 1,25 karena menurut standa nilai indeks polarisasi yang bagus adalah diatas 1,25.
 - Dari data analisa kekuatan isolasi dengan menggunakan metode tangen delta menunjukkan nilai tangen deltanya dibawah atau lebih kecil dari 0,5%, jadi bisa disimpulkan kualitas isolasi pada trafo saat ini dalam kualitas bagus karena masih dalam batass toleransi standar yang berlaku.
 - Dari hasil pengujian kekuatan isolasi pada trafo 2 dengan menggunakan metode Breakdown Voltage menunjukkan kualitas dari pada minyak isoasli masi dalam kondisi baik karena menurut standar yang berlaku kualitas minyak trafo bagus jikalau

nilai dari pada pengukuran BDV nya diatas 40Kv/2,5mm.

3. Setelah menganalisa pengujian Kekuatan isolasi trafo 2 di Gardu Induk Paniki tahun 2021 ke 2022 bila dibandingkan dengan standar PLN yang berlaku dapat disimpulkan kualitas isoalnya masuk kategori bagus (baik) untuk semua metode pengujian.

B. Saran

Untuk pengukuran indeks polarisasi dan tangen delta di trafo 2 Gardu induk Paniki diharapkan pengujiannya dilakukan lebih lengkap supaya lebih akurat data kekuatan isolasi diketahui.

Kepada bapak ibuk yang kerja di gardu induk paniki harus tetap rutin melakukan pengukuran isolasi karena dari hasil analisa di tangen delta dan indeks polarisasi mengalami penurunan kualitas isolasi, kenapa hal ini dilakukan supaya tetap terpantau kualitas isolasi pada trafo gardu induk ini.

- [11] Robabani Firdaus Muhamad, Dedi Nugroho, Gunawan (2020). *Penentuan Kelayakan Tahanan Isolasi Pada Transformator 60 MVA Di Gardu Induk 150 kV Tegal Dengan Menggunakan Indeks Polarisasi, Tangen Delta, Dan Breakdown Voltage*. Semarang.
- [12] ani Aisteti Alinda, Margono, Ken Hasto (2020) *Analisa tahanan isolasi transformator 3 di PT.PLN (PERSERO) gardu induk 150KV Pati*
- [13] Suganda, Abdul Muis (2021) *Analisa Kualitas Tahanan Isolasi Transformator Daya*
- [14] Ababil Khairunnisa (2023). *Analisis Perbandingan Kelayakan Tahanan Isolasi Transformator Daya Menggunakan Pengujian Indeks Polarisasi, Tangen Delta, BDV Dan Rasio Tegangan Di Gardu Induk 150KV Ulee Kareng. Aceh*
- [15] Fajarwati Miranti (2018). *Analisis Kondisi Hasil Pengujian Transformator III 150/20Kv 16MVA Gi Jajar Dalam Keadaan Padam*. Surakarta.

V. KUTIPAN

- [1] V. Alfionita and J. Barat, “Analisa Tahanan Isolasi Transformator Tenaga Di Gardu Induk Sepatan Dengan Metode Indeks Polarisasi, Tangen Delta Dan Break Down Voltage,” 2020.
- [2] “ PT. PLN (Persero). (2014), Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga. *Nucleic Acids Research*, 34(11), e77–e77.”
- [3] P Agung Fajar Muhammad “SKRIPSI ANALISIS HASIL PENGUJIAN TRANSFORMATOR 1 GARDU INDUK 70/20 KV MAULafa NUSA TENGGARA TIMUR”.
- [4] Yusuf Khozin Ahmad (, “*Analisis Tahanan Isolasi Transformator Berdasarkan Hasil Uji Indeks Polarisasi, Tangen Delta dan Break Down Voltage (Studi Kasus : Gardu Induk 150kV Rawalo, Banyumas, Jawa Tengah)*. Jawa Tengah. 202,” 2021.
- [5] “Utami Purwanti Bekt(2022) *EVALUASI DAN PERBAIKAN TAHANAN ISOLASI TRANSFORMATOR 60 MVA/150/20 KV CIMANGGIS II.*”
- [6] Saputro Adi Tomy (2018). *Analisis Hasil Pengujian Tahanan Isolasi Transformator Daya Berdasarkan Hasil Uji Indeks Polarisasi, Tangen Delta, Rasio Tegangan, BDV (Break Down Voltage)*. Surakarta.”.
- [7] M. S. Anindyantoro, “PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA 2017”.
- [8] Anindyantoro Syahendra Muhammad (2017), *Analisis Tahanan Isolasi Pada Tranformator Tenaga Di Gardu Induk Wonogiri*. Surakarta
- [9] Fajarwati Miranti (2018). *Analisis Kondisi Hasil Pengujian Transformator III 150/20Kv 16MVA Gi Jajar Dalam Keadaan Padam*. Surakarta.
- [10] P Agung Fajar Muhammad (2020) *Analisis Hasil Pengujian Transformator 1 Gardu Induk 70/20 KV Maulafa Nsa Tenggara Timur*.



Boni Purba, lahir di Padang pada tanggal 03 Juli 2000. Di tahun 2018 penulis mengenyam pendidikan kuliah di Universitas Sam Ratulangi Manado dengan jurusan Teknik Elektro, dan mengambil konsentrasi minat Teknik Tenaga Listrik. Selama berkuliah di Universitas Sam Ratulangi penulis juga melakukan magang kurang lebih 3 bulan di PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandara Udara Sam Ratulangi-Manado pada bulan Februari-April 2022 dan pernah tergabung dalam organisasi kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Elektro (HME).