

UJI TEGANGAN TEMBUS MINYAK *ON LOAD TAP CHANGER* DI GARDU INDUK 150KV RANGKAS BARU

Pasa Meliansyah

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: 2283190055@untirta.ac.id

Didik Aribowo

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: d_aribowo@untirta.ac.id

Abstract

In transformers installed and used in electric power systems, especially at substations (GI) there are often disturbances or problems. One of the problems with the transformer can occur due to the failure of the insulating oil which can be caused by a decrease in the value of the translucent voltage, therefore it is necessary to carry out maintenance to prevent and localize interference. Tap Changer oil is different from oil in the main tank (in terms of placement), in terms of type and function Tap Changer oil with oil in the main tank has similarities from the type of oil and its function as insulation, cooling and protecting windings from oxidation. With the method of observation (observation) in the field of all equipment worked on and with the literature method can be known the process of replacing oil On Load Tap Changer. From the results of the oil translucent voltage test study, it is known that the value of the penetrating voltage of the On Load Tap Changer oil sample used in the transformer is an average value of 38.8 kV, it can be known that the value of the new oil penetrating voltage (sample 1) being filtered is 86.8 kV, the value of the new oil penetrating voltage (sample 2) being filtered is worth 88 kV, and the value of the new oil penetrating voltage (sample 3) being filtered is 98.2 kV.

Keywords: *Oil Insulation, Tap Changer, Oil Translucent Stress Test*

Abstrak

Pada transformator yang terpasang dan digunakan dalam sistem tenaga listrik khususnya di Gardu Induk (GI) sering terjadi gangguan atau masalah. Permasalahan pada transformator salah satunya dapat terjadi karena kegagalan minyak isolasi yang dapat disebabkan oleh menurunnya nilai tegangan tembus, oleh karena itu perlu dilakukan pemeliharaan untuk mencegah dan melokalisir gangguan. Minyak *Tap Changer* berbeda dengan minyak di *main tank* (secara penempatannya), secara jenis dan fungsinya minyak *Tap Changer* dengan minyak di *main tank* memiliki kesamaan dari jenis minyak dan fungsinya sebagai isolasi, pendingin dan pelindung belitan dari oksidasi. Dengan metode observasi (pengamatan) dilapangan terhadap semua peralatan yang dikerjakan dan dengan metode literatur dapat diketahui proses penggantian minyak *On Load Tap Changer*. Dari hasil penelitian uji tegangan tembus minyak diketahui nilai tegangan tembus sampel minyak *On Load Tap Changer* yang digunakan di trafo adalah bernilai rata-rata 38,8 kV, dapat diketahui nilai tegangan tembus minyak baru (sampel 1) yang

Received Oktober 07, 2022; Revised November 2, 2022; Desember 03, 2022

* Pasa Meliansyah, 2283190055@untirta.ac.id

sedang difilterisasi adalah bernilai 86,8 kV, nilai tegangan tembus minyak baru (sampel 2) yang di filterisasi adalah bernilai 88 kV, dan nilai tegangan tembus minyak baru (sampel 3) yang sedang difilterisasi adalah bernilai 98, 2 kV.

Kata kunci: Isolasi Minyak, *Tap Changer*, Uji Tegangan Tembus Minyak.

LATAR BELAKANG

Transformator daya adalah peralatan listrik yang memiliki fungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya menyalurkan tenaga listrik dari tegangan rendah ke tegangan yang lebih tinggi. Transformator daya merupakan salah satu peralatan listrik yang memiliki peranan penting dalam proses penyaluran tenaga listrik yang telah dibangkitkan oleh pembangkit sampai pendistribusian ke pelanggan.[1]

Menurut Syahputra (2020) Transformator daya memiliki fungsi untuk menyalurkan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah, atau dari tegangan rendah ke tegangan yang lebih tinggi. Transformator daya adalah peralatan sistem tenaga listrik yang digunakan digardu listrik salah satunya yaitu digardu induk sebagai bagian dari sub transmisi.[2]

Kualitas tegangan listrik salah satunya dinilai dari kestabilan dalam suatu jaringan. Transformator diharuskan memiliki tegangan keluaran (*output*) yang stabil dengan besaran tegangan *input* tidak selalu sama. Tegangan *output* dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem dengan tegangan *input* yang berbeda-beda melalui pengubahan banyaknya belitan sehingga dapat merubah rasio antara belitan primer dan sekunder. Penyesuaian rasio belitan ini adalah fungsi dari *Tap Changer*. [3]

KAJIAN TEORITIS

A. *Tap Changer*

Tap Changer merupakan peralatan listrik yang memiliki fungsi untuk menyesuaikan tegangan output yang stabil dari transformator yang besaran tegangan masukannya tidak selalu sama (berbeda-beda). Dengan mengubah banyaknya belitan pada sisi primer dapat merubah rasio antara belitan primer dan sekunder sehingga

tegangan *output* sekunder dengan kebutuhan sistem meskipun tegangan input primernya tidak selalu sama (berbeda-beda). Penyesuaian tegangan *output* sekunder yang harus stabil dan sama dengan kebutuhan sistem dilakukan melalui *Tap Changer*. [4]

Tap Changer transformator daya ditempatkan terpisah dengan main tank dan ditempatkan didalam tabung/compartement dan direndam oleh minyak. Oleh sebab itu minyak *Tap Changer* ditempatkan berbeda dengan minyak yang ada di *main tank* (tangki utama) karena kualitas minyak *Tap Changer* cepat menurun akibat pengoperasian OLTC terjadi *Switching* ketika kontak-kontak didalam OLTC berpindah posisi (Tap). [5]

B. Minyak Isolasi Pada Tranformator Daya

Minyak transformator adalah salah satu media isolasi yang bersifat cair, digunakan sebagai isolasi dan pendingin oleh transformator. Minyak ini berfungsi sebagai pendingin yang menyalurkan panas ke sirip-sirip transformator. Selain sebagai pendingin, minyak isolasi juga memiliki kegunaan lainnya yaitu sebagai peredam busur api apabila terjadi percikan-percikan pada belitan transformator ketika tranformator dioperasikan. Jenis minyak isolasi yang sering digunakan oleh transformator daya adalah jenis minyak mineral. Minyak mineral diproses kembali agar memiliki tahanan isolasi tinggi, agar memiliki karakteristik panas yang stabil dan memenuhi persyaratan teknis lainnya sebagai media isolasi. [6]

Kumparan-kumparan dan inti transformator daya sebagian besar terendam oleh minyak transformator. Dalam hal ini minyak transformator memiliki sifat sebagai media pemindah panas serta sebagai isolasi sehingga berfungsi sebagai media pendingin dan media isolasi [7]. Minyak Transformator memiliki peranan penting dalam proses penyaluran tenaga listrik. Minyak transformator memiliki fungsi sebagai media isolasi, berfungsi sebagai pendingin pada transformator [8]. Pengoperasian transformator bergantung pada umur dan kualitas sistem isolasinya. Isolasi pada transformator tidak hanya dari 1 komponen saja. Minyak transformator menjadi salah satu media isolasi pada transformator. Oleh karena itu minyak transformator ini perlu diperhatikan umur dan kualitasnya. [9]

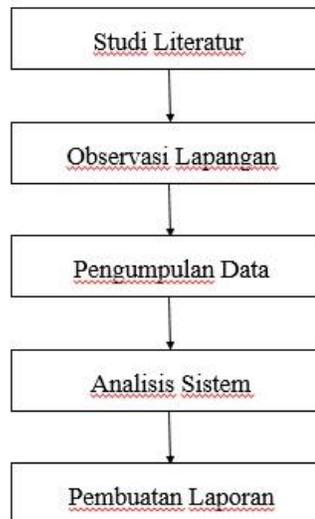
Minyak isolasi transformator yang sering digunakan oleh transformator daya yaitu jenis minyak mineral. Dalam buku pedoman penerapan spesifikasi dan pemeliharaan minyak isolasi, SPLN 49-1 disebutkan minyak isolator transformator perlu memenuhi

beberapa spesifikasi tertentu agar proses isolasi dari minyak transformator dapat berjalan optimal. Adapun spesifikasi minyak trafo bekas pakai menurut SPLN 49-1 : 1982 untuk parameter tegangan tembusnya adalah meliputi 50kV/2,5 mm untuk tegangan > 170kV. 40 kV/2,5 mm untuk tegangan 70-170 kV. Kemudian 30 kV/2,5 mm untuk tegangan < 70 kV. [4]

Minyak di *Tap Changer* ditempatkan terpisah dengan minyak yang ada di *main tank* (tangki utama), akan tetapi jenis minyak dan fungsi dari minyak OLTC ini sama dengan minyak yang trafo yang ada di *main tank* yaitu sebagai media isolasi, sebagai pendingin, serta sebagai pelindung belitan dari oksidasi.[5]

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah observasi. Peneliti secara langsung melakukan pengamatan dilapangan terhadap objek yang diteliti untuk mengamati keadaan yang sebenarnya dilapangan. Dalam hal ini pengamatan dilakukan di Gardu Induk (GI) 150 kV Rangkas Baru yang merupakan salah satu wilayah kerja dari PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung. Untuk membantu dalam penyusunan penelitian, maka dalam hal ini diperlukan adanya susunan kerangka kerja yang jelas tahapan-tahapannya seperti pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Dari gambar 1 diatas maka dapat diuraikan pembahasan dari masing-masing tahapan dalam penelitian seperti berikut ini:

a. Studi Literatur

Dalam tahap ini, mencari landasan-landasan yang diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, artikel jurnal ilmiah untuk melengkapi konsep dan teori agar memiliki landasan teori yang baik dan sesuai.

b. Observasi Lapangan

Dalam tahap ini peneliti melakukan pengamatan langsung dilapangan tempat peneliti melakukan penelitian.

c. Pengumpulan Data

Dalam tahap ini peneliti melakukan pengumpulan data dengan metode wawancara dan pengamatan langsung terhadap objek penelitian sehingga diperoleh data dan informasi yang diperlukan oleh peneliti.

d. Analisa Sistem

Dalam tahap ini peneliti telah mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian, data-data ini kemudian diolah, dianalisa, dan dievaluasi untuk memperoleh hasil penelitian yang sesuai.

e. Penyusunan Laporan

Dalam tahap ini peneliti membuat laporan penelitian dari data-data yang telah didapatkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Tegangan Tembus Minyak *On Load Tap Changer*

Pada pengujian tegangan tembus minyak yang dilakukan ketika penggantian minyak *On Load Tap Changer* di transformator 2 gardu induk 150kV Rangkas Baru sebelum dilakukan pengujian tegangan tembus minyak, minyak terlebih dahulu dilakukan filterisasi menggunakan alat filterisasi minyak. Minyak yang dilakukan filterisasi adalah berjumlah 3 tangki, masing-masing tangki kapasitasnya berisi 200 liter minyak.



Gambar 2. Minyak *On Load Tap Changer*
Dalam Tangki

Proses filterisasi minyak sangat berpengaruh pada kenaikan nilai tegangan tembusnya. Semakin lama dan sering minyak yang akan digunakan oleh transformator ataupun *On Load Tap Changer* maka akan meningkatkan dan mempertahankan nilai tegangan tembus minyak tersebut. Pada proses filterisasi minyak, waktu tidak menjadi acuan untuk dihentikannya proses filterisasi. Adapun yang menjadi acuan adalah nilai hasil uji tegangan tembus minyak yang telah di filterisasi tersebut apakah telah mencapai nilai kelayakan atau belum melalui pengujian.



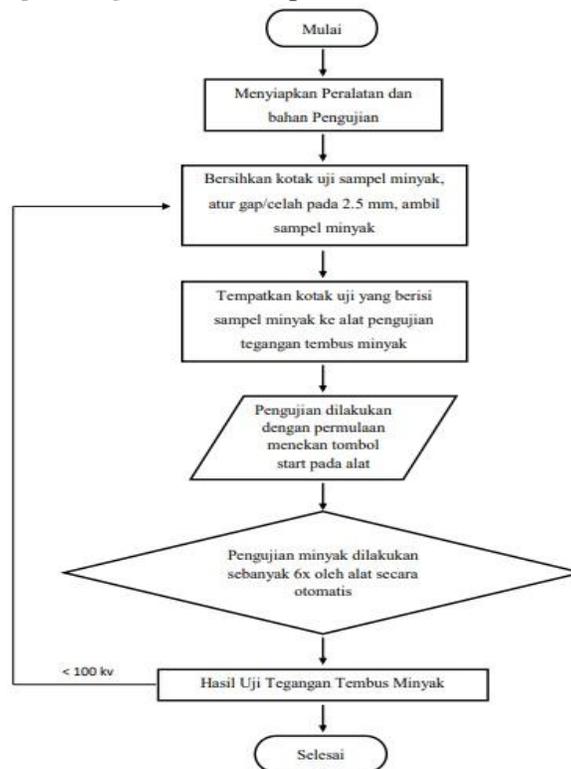
Gambar 3. Alat Purifikasi Minyak Isolasi

Pada pengujian tegangan tembus, sampel minyak yang telah difilterisasi diambil dan dimasukkan ke dalam kotak uji yang merupakan bagian dari alat uji tegangan tembus. Uji tegangan tembus minyak dilakukan sebanyak 4 sampel minyak trafo yaitu minyak, 3 sampel minyak baru yang telah di filterisasi dan 1 sampel minyak yang telah digunakan oleh trafo. Adapun alat yang digunakan untuk pengujian tegangan tembus minyak *On Load Tap Changer (OLTC)* adalah seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4. Alat Uji Tegangan Tembus Minyak Isolasi

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian tegangan tembus minyak *On Load Tap Changer (OLTC)* seperti berikut ini:

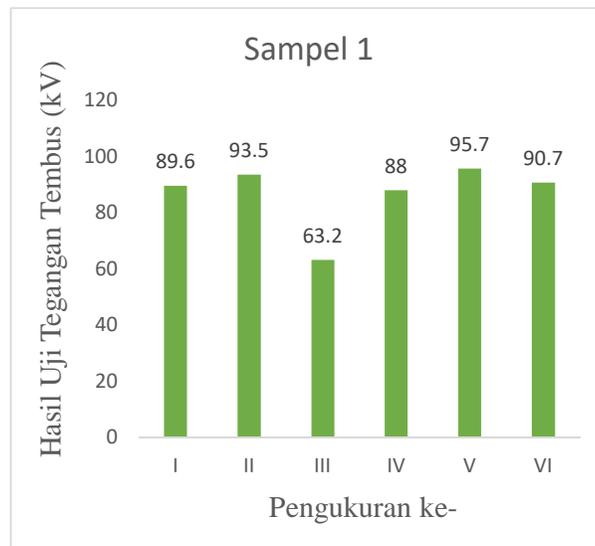


Gambar 5. Diagram Alir Uji Tegangan Tembus Minyak *On Load Tap Changer* Baru

Pada pengujian tegangan tembus minyak *On Load Tap Changer* (OLTC) didapatkan data-data hasil uji tegangan tembus, untuk data hasil pengujian tegangan tembus sampel minyak 1 (minyak baru yang sedang difilterisasi) dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Hasil Uji Tegangan Tembus Minyak OLTC Baru Sampel 1
(Dalam Proses Filterisasi)

No	Pengujian ke-	Hasil Uji tegangan tembus (kV)
1.	I	89,6 kV
2.	II	93,5 kV
3.	III	63,2 kV
4.	IV	88 kV
5.	V	95,7 kV
6.	VI	90,7 kV
Tegangan Tembus Minyak Rata-Rata		86,8 kV



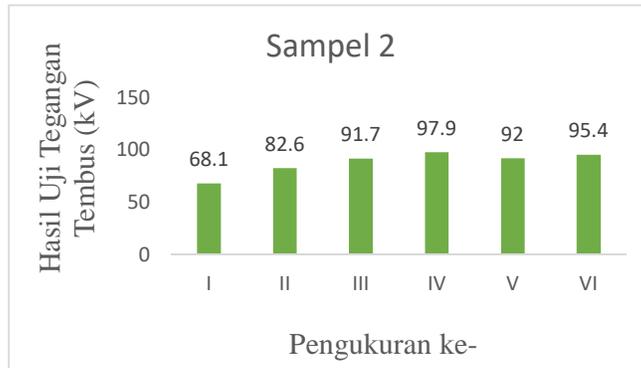
Gambar 6. Grafik Hasil Uji Tegangan Tembus Minyak OLTC Sampel 1 (Minyak Baru)

Berdasarkan data yang ada diatas (pada tabel 1) dapat diketahui bahwa pengujian minyak dilakukan sebanyak 6x (kali) oleh alat *Breakdown Voltage Test* dan didapatkan nilai tegangan tembus rata-rata yang dimiliki minyak adalah 86,8 Kv. Jika mengacu pada SPLN 49-1: 1982 mengenai standar nilai tegangan tembus minyak isolasi, sampel minyak 1 yang telah diuji tegangan tembusnya dan telah diketahui nilai rata-rata tegangan tembusnya lebih besar dari nilai standar SPLN 49-1: 1982 dan IEC No. 56 tahun 1991 maka minyak isolasi baru sudah layak digunakan oleh *On Load Tap Changer (OLTC)*. Dengan tujuan agar tegangan tembus yang dimiliki minyak OLTC semakin tinggi dan memiliki umur ekonomis yang panjang sehingga minyak tersebut akan dihentikan apabila telah mencapai hasil pengujian 100 kV. Oleh karena itu pengujian minyak baru yang akan digunakan sebagai minyak isolasi oleh Tap Changer pada trafo II Gardu Induk Rangkaian Baru dilakukan sebanyak 3 sampel minyak baru dengan perbedaan dari lamanya minyak difilterisasi/purifikasi. Berikut adalah data hasil pengujian tegangan tembus minyak sampel 2 yang dituliskan pada tabel 2 dan digambarkan pada grafik 2 seperti dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Tegangan Tembus Minyak OLTC Baru Sampel 2

(Dalam Proses Filterisasi)

No	Pengujian ke-	Hasil Uji tegangan tembus (kV)
1.	I	68,1 kV
2.	II	82, 6 kV
3.	III	91, 7 kV
4.	IV	97,9 kV
5.	V	92 kV
6.	VI	95, 4 kV
Tegangan Tembus Minyak Rata-Rata		88 kV

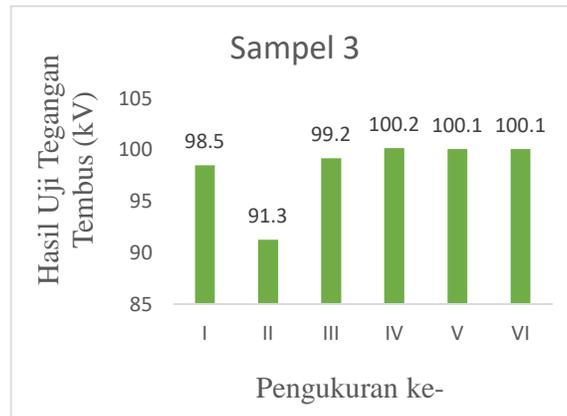


Gambar 7. Grafik Hasil Uji Tegangan Tembus Minyak OLTC Sampel 2

Nilai rata-rata tegangan tembus sampel 2 minyak yang sama yaitu minyak baru yang telah di filterisasi adalah bernilai 88 kV/2,5 mm. Hasil pengujian tegangan tembus minyak sampel 2 ini lebih besar jika dibandingkan dengan nilai rata-rata hasil pengujian tegangan tembus minyak 1. Hal itu disebabkan karena minyak sampel 2 lebih lama dalam proses filterisasinya jika dibandingkan dengan sampel minyak 1 sehingga hal tersebut mempengaruhi nilai hasil rata-rata tegangan tembus minyak.

Tabel 3. Hasil Uji Tegangan Tembus Minyak OLTC Baru Sampel 3 (Dalam Proses Filterisasi)

No	Pengujian ke-	Hasil Uji tegangan tembus (kV)
1.	I	98, 5 kV
2.	II	91, 3 kV
3.	III	99, 2 kV
4.	IV	100, 2 kV
5.	V	100, 1 kV
6.	VI	100, 1 kV
Tegangan Tembus Minyak Rata-Rata		98, 2 kV



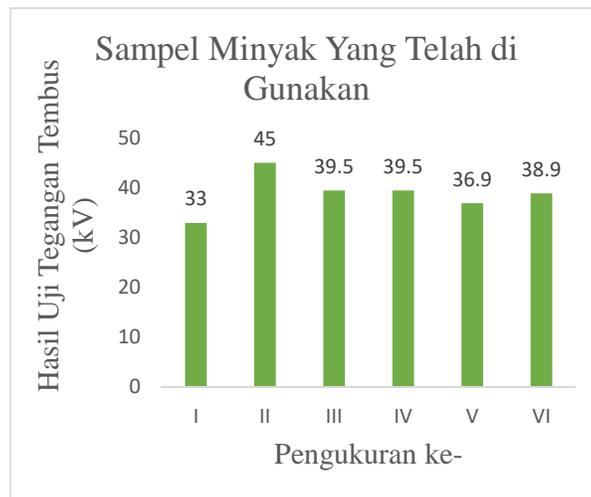
Gambar 8. Grafik Hasil Uji Tegangan Tembus Minyak OLTC Sampel 3

Berdasarkan data hasil pengujian tegangan tembus minyak sampel 3 seperti pada tabel 3 nilai rata-rata tegangan tembus sampel 3 ini lebih besar jika dibandingkan dengan nilai hasil rata-rata tegangan tembus sampel minyak 1 dan sampel minyak 2 karena sampel minyak 3 melalui proses filterisasi yang lebih lama jika dibandingkan dengan kedua sampel minyak sebelumnya. Oleh karena itu filterisasi atau purifikasi minyak dapat meningkatkan nilai tegangan tembus minyak isolasi transformator (salah satunya adalah minyak *On Load Tap Changer* sebagai salah satu bagian dari trafo daya).

Nilai rata-rata tegangan tembus minyak sampel 3 yang telah diuji adalah 98,2 kV. Nilai tersebut menunjukkan bahwa minyak telah layak digunakan sebagai media isolasi, pendingin oleh OLTC pada transformator daya sehingga pemeliharaan (penggantian) minyak OLTC transformator II Gardu Induk (GI) Rangkas Baru dapat dilakukan. Adapun nilai hasil uji tegangan tembus minyak OLTC bekas (sebelum dilakukan penggantian dengan minyak baru) adalah sebagai berikut pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Uji Tegangan Tembus Minyak OLTC (Sampel Minyak Bekas)

No	Pengujian Ke-	Hasil Uji Tegangan Tembus (kV)
1.	I	33 kV
2.	II	45 kV
3.	III	39,5 kV
4.	IV	39,5 kV
5.	V	36,9 kV
6.	VI	38,9 kV
<u>Tegangan Tembus Minyak Rata-Rata</u>		38,8 kV



Gambar 9. Grafik Hasil Uji Tegangan Tembus Sampel Minyak Bekas OLTC

Berdasarkan data nilai tegangan tembus pada tabel 4 maka minyak *On Load Tap Changer* harus dilakukan penggantian minyak isolasi dengan minyak isolasi yang baru dan layak digunakan. Data nilai pada tabel 4 menjadi indikator bahwasanya penggantian minyak *On Load Tap Changer* harus dilakukan karena memiliki nilai dibawah standarisasi PLN serta IEC 60422 karena nilai tegangan tembus minyak isolasinya adalah 38,8 kV sedangkan menurut IEC 60422 minyak isolasi yang layak digunakan untuk gardu induk dengan kapasitas 150 kV adalah >40 kV.

2. Analisa Hasil Uji Tegangan Tembus Minyak *On Load Tap Changer*

Nilai tegangan tembus yang dimiliki oleh sampel minyak bekas (yang digunakan sebagai minyak OLTC sebelum dilakukannya penggantian) adalah 38,8 kV untuk nilai rata-rata tegangan tembusnya. Menurunnya nilai tegangan tembus yang dimiliki minyak isolasi adalah karena partikel uap air dalam kandungan minyak yang dipengaruhi oleh perubahan pembebanan pada trafo serta perubahan temperatur dari udara luar. Pada saat suhu minyak tinggi, minyak akan memuai serta mendesak udara di atas permukaan minyak keluar dari dalam tangki. Pada keadaan sebaliknya, ketika suhu minyak turun, minyak akan menyusut sehingga udara luar akan masuk ke dalam tangki, sehingga penurunan tegangan tembus yang dimiliki oleh minyak OLTC dapat terjadi karena adanya uap air dalam udara masuk ke dalam minyak. Oleh karena itu penurunan nilai tegangan tembus yang dimiliki minyak *On Load Tap Changer* disebabkan karena adanya bahan kontaminasi seperti kandungan air pada minyak.

Berdasarkan SPLN 49-1: 1982 mengenai standar nilai tegangan tembus minyak isolasi untuk gardu induk 150 kV adalah 40 kV/2,5 mm sehingga untuk minyak OLTC yang digunakan dan telah dilakukan pengujian tegangan tembus (data dapat dilihat di tabel 4) berdasarkan data tegangan tembusnya bernilai 38,8 kV, maka minyak OLTC lama (bekas) sudah tidak layak untuk digunakan dan disarankan untuk melakukan penggantian dengan minyak baru karena nilai hasil tegangan tembus minyak bekas berada dibawah nilai standar yang ditetapkan dalam SPLN 49-1: 1982 atau IEC 60422.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa filterisasi atau purifikasi minyak isolasi akan meningkatkan nilai tegangan tembus yang dimiliki oleh minyak tersebut. Minyak *On Load Tap Changer* Transformator II GI Rangkas baru sudah tidak layak digunakan dilihat dari hasil uji tegangan tembus minyaknya adalah 38,8 kV/2,5 mm (<40 kV/2,5mm). Oleh karena itu perlu dilakukan penggantian dengan minyak yang baru yang telah dipurifikasi/filterisasi dilihat dari hasil uji tegangan tembus minyak baru tersebut adalah 98, 2 kV/2,5 mm (>40 kV/2,5mm).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung karena telah menerima dan memberikan pengalaman serta pengetahuan baru kepada penulis.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Roza, I., Nasution, A. A., & Setiawan, H. (2019). Analisa Umur Minyak Terhadap *Temperature* Tranformator 150KV Akibat Penurunan Tegangan Tembus Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) 2.1 PT. PLN (Persero) Unit Pelaksanan Pembangunan Belawan. *JESCE*, 3, 1-12
- [2] Syahputra, P., Yusmartato., et al. (2020). Pengoperasian Transformator Dengan Menggunakan *Tap Changer* Aplikasi Gardu Induk Denai. *Journal of Electrical Technology*, 5, 53-60
- [3] Permata, E., & Lestari, I. (2020). *MAINTENANCE PREVENTIVE* PADA TRANSFORMATOR *STEP-DOWN* AV05 DENGAN KAPASITAS 150KV DI PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP, 3, 485-493
- [4] Siswanto, A., Rohman, A., Suprijadi, S., et al. (2022). ANALISIS KARAKTERISTIK MINYAK TRANSFORMATOR MENGGUNAKAN PENGUJIAN *DISSOLVED GAS ANALYSIS* (DGA) PADA IBT 1 GARDU INDUK. *Jurnal Ilmiah Foristek*, 12, 30-42
- [5] Putra, M. Y., & Irianto, C. G. (2015). ANALISIS TERJADINYA TEKANAN MENDADAK PADA *ON LOAD TAP CHANGER* UNIT 1 PLTU SURALAYA. *Jurnal JETri*, 12, 87-98
- [6] Jumardin., Ilham, J., & Salim, S. (2019). STUDI KARAKTERISTIK MINYAK NILAM SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI MINYAK TRANSFORMATOR. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering (JEEEE)*, 1, 9-17
- [7] Siburian, J. (2019). Karakteristik Transformator. *Jurnal Teknologi Energi Dua*, 8, 21-28
- [8] Firdaus, M. D., & Joko. (2019). RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI PENUAAN (AGING) DAN KUALITAS MINYAK TRANSFORMATOR DI PT. WISMATATA ELTRA PERKASA. *Jurnal Teknik Elektro*, 8, 515-522
- [9] Rahayu, S., Diantari, R.A. & Diantari, R. A. (2019). Pengujian Analisis Tegangan Tembus Minyak Transformator 60 MVA Di Gis Kebun Jeruk. *Jurnal Ilmiah SUTET*, 9, 46-55