



Analisis Pengaruh Purifikasi Oli Transformator terhadap Tegangan Tembus Oli Tranformator

I Gede Loucian Cass Tanjung^{1*}, I Wayan Dikse Pancane²

¹⁻²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika (FTI), Universitas Pendidikan Nasional, Indoneisa

Email : Louciancassa@Gmail.com^{1*}

Alamat: Jl. Bedugul No.39, Sidakarya, Denpasar Selatan, Kota Denpasar, Bali, 80224, Indonesia

**Korespondensi penulis*

Abstract. *This study aims to analyze the effect of transformer oil purification on oil breakdown voltage and evaluate its benefits in maintaining transformer performance and reliability. Oil purification is a crucial preventive maintenance step to preserve insulation quality and prevent operational failures caused by reduced dielectric properties. The study was conducted through several stages, including data collection, oil purification, measurement of breakdown voltage before and after purification, and evaluation of results. Data collection involved measuring the oil's electrical properties according to SPLN 49-1:1982 and observing results using a Break Down Voltage (BDV) test. Purification of a Trafindo 400 kVA transformer was performed through visual inspection, connecting the inlet and outlet hoses to the purification machine, and circulating the oil until the breakdown voltage met the required standards. Results indicated that the oil breakdown voltage before purification was below standard due to reduced insulation quality caused by water contamination, charcoal particles, thermal degradation, and dissolved gases that weakened dielectric properties. Additional factors such as electrical stress, mechanical stress, and excessive loading also contributed to insulation deterioration. After purification, the oil breakdown voltage increased significantly to meet the standard of >30 kV/2.5 mm, demonstrating that purification effectively restores the oil's insulating capacity and supports optimal transformer performance. Analysis confirms that the transformer oil remains suitable for use, and routine annual purification is recommended to maintain reliability, efficiency, and operational performance. This study highlights oil purification as an effective preventive measure for transformer stability, extending operational life, and reducing the risk of insulation failure. The findings provide valuable guidance for transformer maintenance in the electricity industry, ensuring safe and optimal long-term operation.*

Keywords: *BDV Test; Insulation; Oil; Purification; Transformer.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh purifikasi oli transformator terhadap tegangan tembus oli serta menilai manfaat purifikasi dalam menjaga kinerja dan keandalan transformator. Purifikasi oli merupakan salah satu langkah pemeliharaan preventif yang penting untuk menjaga kualitas isolasi dan mencegah kegagalan operasional transformator akibat penurunan sifat dielektrik oli. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pengumpulan data, proses purifikasi oli, pengukuran tegangan tembus sebelum dan sesudah purifikasi, serta evaluasi hasil pengukuran. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur sifat kelistrikan oli berdasarkan standar SPLN 49-1:1982 dan pengamatan menggunakan alat Break Down Voltage (BDV) test. Purifikasi oli pada transformator Trafindo 400 kVA dilakukan melalui pemeriksaan visual, penyambungan selang inlet dan outlet ke mesin purifikasi, serta proses sirkulasi oli hingga tegangan tembus memenuhi standar yang ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan tembus oli sebelum purifikasi berada di bawah standar, yang disebabkan oleh penurunan kualitas isolasi akibat kontaminasi air dan partikel arang, degradasi akibat suhu tinggi, serta terbentuknya gas terlarut yang melemahkan sifat dielektrik oli. Selain itu, tekanan listrik, tekanan mekanis, dan pembebanan berlebihan juga turut memengaruhi penurunan kualitas isolasi. Setelah dilakukan purifikasi, tegangan tembus oli meningkat secara signifikan hingga memenuhi standar >30 kV/2,5 mm, membuktikan bahwa purifikasi efektif dalam memulihkan kemampuan isolasi oli dan mendukung kinerja transformator yang optimal. Berdasarkan analisis, oli transformator masih layak digunakan dan pemeliharaan rutin melalui purifikasi tahunan dianjurkan untuk menjaga keandalan, performa, dan efisiensi operasional transformator. Penelitian ini menegaskan bahwa purifikasi oli merupakan langkah preventif yang efektif dalam menjaga kestabilan transformator, memperpanjang usia operasional, serta meminimalkan risiko kegagalan isolasi akibat penurunan kualitas oli. Temuan ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemeliharaan transformator dalam industri listrik, khususnya untuk memastikan performa optimal dan keselamatan operasional jangka panjang.

Kata kunci: BDV Test; Isolasi; Oli; Purifikasi; Transformator.

1. LATAR BELAKANG

Transformator distribusi, adalah peralatan listrik yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik dari jaringan distribusi (biasanya tegangan menengah) ke tegangan yang lebih rendah yang disesuaikan dengan keperluan daya pelanggan (tegangan rendah). Untuk menjaga kualitas dan keberlangsungan transformator, maka pada transformator dilengkapi minyak/oli transformator (Adi Purwanto Umar, Sutiyono Hulopi, and Lanto Mohamad Kamil Amali 2023). Minyak transformator adalah bahan isolasi cair yang digunakan sebagai isolasi sekaligus pendingin pada transformator. Sebagai bahan isolasi, minyak harus memiliki resistivitas yang cukup untuk menahan tegangan tembus, sementara sebagai pendingin, minyak harus mampu menyerap panas yang dihasilkan oleh aktivitas transformator (Zulhajji, Haripuddin, and Fathur Rahman 2023).

Salah satu faktor penyebab menurunnya mutu dan ketersediaan pelayanan tenaga listrik adalah terganggunya minyak transformator, beberapa penyebabnya bisa dari beban transformator yang mencapai tidak sesuai dengan kapasitas dalam waktu lama, lama pemakaian transformator dan terdapat kadar air yang tinggi pada transformator. Kegagalan sistem kerja transformator terjadi akibat dari transformator di gunakan dengan beban maksimal secara berkelanjutan dengan waktu yang lama, minyak yang sudah kotor atau terkontaminasi dengan kotoran ataupun partikel oleh transformator itu sendiri (Sandi n.d.). Dalam instalasi listrik terdapat dua jenis risiko utama, yaitu: arus kejut listrik dan suhu yang berlebihan yang sangat mungkin mengakibatkan terjadinya kebakaran, luka bakar atau efek cedera listrik, maka dari itu untuk memberikan insulasi listrik dan media pendingin pada transformator serta mencegah kerusakan akibat panas dan arus pendek dan memastikan kinerja dan keandalan transformator tetap efisien dan aman dimana minyak ini menyerap panas dari kumparan dan inti, serta mencegah terjadinya lompatan listrik (korsleting) antara komponen-komponen di dalamnya. (Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) n.d.). jika hal tersebut di diabaikan maka akan mengganggu stabilitas distribusi sistem tenaga listrik dan memunculkan masalah-masalah baru dalam jangka waktu panjang yang disebabkan oleh panas berlebih dan kurang nya sifat isolasi listrik pada minyak transformator. Dalam SPLN 1982 dijelaskan bahwa minyak isolasi yang baru (*New Oil*) ialah minyak isolasi baru yang diterima dari pembelian, sedangkan minyak isolasi yang sedang dipakai ialah minyak isolasi dalam peralatan yang sedang bekerja (Siswanto et al. 2022).

Guna mendukung mutu dan ketersediaan pelayanan daya listrik di pihak pelanggan CV. Kross Sarana Teknik memiliki metode purifikasi pada oli transformator daya untuk mengantisipasi permasalahan pada oli transformator pelanggan. Metode tersebut dilakukan

guna menjaga oli transformator dari penurunan kualitas serta kontaminasi yang terjadi pada oli transformator, metode purifikasi di pilih sebagai langkah awal dalam perawatan oli transformator untuk mengurangi tegangan tembus karena kontaminan seperti air, gas, dan partikel kecil dalam minyak trafo menurunkan kualitas isolasi, sehingga meningkatkan potensi terjadinya percikan listrik, flashover, atau short circuit. Hal tersebut terjadi pada salah satu pelanggan yang berada di daerah sanur, yaitu Artotel Sanur Bali, dikarenakan waktu pemeliharaan terakhir sudah dilakukan pada Rabu, 07 Agustus 2024, maka akan dilakukan pengujian tegangan tembus/*Break Down Voltage* (BDV) test pada oli transformator, serta pemeliharaan kebersihan yang rutin dilakukan setiap tahun guna menjaga kondisi ruangan agar tidak mempengaruhi kinerja transformator.

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian Yang Relevan

Terdapat beberapa penelitian yang menjadi bahan perbandingan dan acuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini antara lain:

Penelitian I Gusti Ketut Abasana, I Wayan Teresna (2013) yang berjudul “*Treatment Oli Transformator Terhadap Peningkatan Tegangan Tembus pada Transformator Distribusi KA 756 di By Pass Ngurah Rai*”. Penelitian ini dibuat dengan menggunakan metode pengukuran tahanan tegangan tembus sebanyak 5 kali pengukuran dan di ambil hasil maximal atau hasil test terbesar untuk di jadikan sebagai acuan hasil pengujian, berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan ialah bahwa *treatment* oli transformator efektif dilakukan guna memperbaiki nilai tahanan tegangan tembus, hal tersebut layak direalisasikan secara teknis (Abasana and Teresna 2013).

Penelitian Ahmad Rezki, Toni Kusuma Wijaya, M. Irsyam (2018) yang berjudul “*Analisa Pengujian Resistansi Tegangan Tembus pada Oli Transformator 5.000 kVA di PLTMG PANBIL*”. Penelitian ini dibuat dengan menggunakan metode pengukuran tahanan tegangan tembus sebanyak 6 kali pengukuran dan dirata-ratakan dengan rumus persamaan untuk di jadikan sebagai acuan hasil pengujian, hal tersebut layak dilakukan secara teoritis (Ahmad Rezki, Toni Kusuma Wijaya 2018).

Dalam penelitian yang saya lakukan akan mengambil topik tentang Analisis Pengaruh Purifikasi Oli Transformator Terhadap Tegangan Tembus Oli Transformator. Dengan menganalisis kelayakan oli transformator di Artotel Sanur dengan menguji kelayakan oli transformator dengan metode *Break Down Voltage* (BDV) Test yang di ambil sebanyak 6 kali pengukuran dan dirata-ratakan dengan rumus persamaan serta membandingkannya dengan

Transformator berfungsi mentransfer energi listrik dari satu rangkaian ke rangkaian lain melalui kopling magnetik berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Secara umum, transformator digunakan untuk mengubah tingkat tegangan listrik dari satu level ke level lainnya tanpa mengubah frekuensinya. Secara umum, transformator terdiri dari dua lilitan, yaitu lilitan primer dan lilitan sekunder, dan ada pula transformator yang secara khusus memiliki lilitan tersier, sehingga memiliki tiga lilitan. Dilihat dari tegangannya, sistem distribusi arus dapat dibagi menjadi dua jenis: (a) Distribusi Primer, Sering disebut Sistem Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dengan tegangan operasi nominal 20 kV/11,6 kV. (b) Distribusi Sekunder, Sering disebut Sistem Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dengan tegangan operasi nominal 400/230 volt (Harahap, Adam, and Prabowo 2019).



Transformator daya : Trafo daya memainkan peran krusial dalam sistem tenaga listrik. Trafo digunakan untuk menyalurkan daya dari generator tegangan menengah ke jaringan distribusi.

Transformator pengukuran : Dalam prakteknya tidaklah aman menghubungkan instrumen, alat ukur atau peralatan kendali langsung ke rangkaian tegangan tinggi. Transformator Instrumen umumnya digunakan untuk mengurangi tegangan tinggi dan arus

hingga harga aman dan dapat digunakan untuk kerja peralatan demikian (Yaved Pasereng Tondok, Lily Setyowaty Patras, and Fielman Lisi 2019).



Gambar 2. Gambar Transformator (Dokumentasi Pribadi 2025).

Bagian Bagian Transformator

Secara umum konstruksi transformator terdiri dari:

Inti Transformator: Inti transformator biasanya terdiri dari dua jenis, yaitu tipe inti dan tipe cangkang. Tipe inti terdiri dari lapisan besi isolasi berbentuk persegi panjang, dengan kumparan transformator dililitkan di kedua sisi persegi tersebut. Di sisi lain, tipe cangkang terdiri dari lapisan inti isolasi, dengan kumparan transformator dililitkan di bagian tengah inti (Ambabunga, Masiku, and Sampetoding 2021).

Kumparan: Trafo terdiri dari dua kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Ketika arus bolak-balik dialirkan melalui kumparan-kumparan tersebut, jumlah garis medan magnet berubah. Hal ini mengakibatkan induksi pada kumparan primer. Kumparan sekunder menerima jumlah garis medan magnet yang bervariasi dari kumparan primer.

Bushing Transformator: Untuk tujuan keselamatan, konduktor tegangan tinggi melewati bidang tanah melalui lubang sekecil mungkin dan sering kali memerlukan pemasangan kaku yang disebut *bushing* (Soares Mariano Simoes frangino and Budiono Gatut 2024).

Minyak Transformator: Isolasi cairan transformator merupakan bahan yang menutupi dan mendinginkan bagian dalam transformator. minyak transformator diharapkan dapat melindungi transformator dari berbagai potensi gangguan (Hoppe Khoiru Mubarak 2023). Sebagai isolator, minyak harus mampu mengisolasi komponen tegangan dengan fasa yang berbeda dengan minyak transformator yang mampu membuang panas secara efektif. Pedinginan Transformator Ada beberapa tipe pendingin pada transformator yaitu (Sigit, Sukamdi, and Karnoto 2019): (a) ONAN (Oil Natural Air Natural). (b) ONAF (Oil Natural Air Force). (c) OFAF (Oil Force Air Force)

Pemeliharaan Transformator

Inspeksi Visual (*Visual Inspection*): Inspeksi Visual adalah pemeriksaan yang dilakukan pada saat Transformator dalam keadaan *ON Load*/Terbebani.

Pemeliharaan dengan beban (*ON Load Maintenance*): Pemeliharaan dengan beban adalah kegiatan pemeliharaan atau pengujian yang dilakukan saat transformator dalam keadaan bertegangan atau dalam operasi.

Pemeliharaan tanpa beban (*OFF Load Maintenance*): Pemeliharaan tanpa beban adalah kegiatan pemeliharaan atau pengujian yang dilakukan pada saat transformator daya dalam keadaan padam/listrik di cover oleh Genset atau penyulang lain (Yaved Pasereng Tondok et al. 2019).

Fungsi Pemeliharaan Transformator

Fungsi pemeliharaan transformator antara lain adalah memperpanjang umur ekonomis mesin-mesin dan peralatan produksi yang ada (Purba dan Safriandi 2024) dan memastikan agar mesin-mesin dan peralatan produksi tersebut selalu dalam kondisi optimal dan siap pakai untuk proses produksi (Apridika Putra Suadi et al. 2023).

3. METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah : (a) Pengujian sifat kelistrikan dilakukan dengan metode dan prosedur pengukuran yang mengacu pada standar SPLN. (b) Melakukan pengamatan dan observasi data yang diperoleh menggunakan alat *Break Down Voltage* (BDV) test dengan mengambil sampel oli transformator pada transformator sesaat sebelum dan sesudah dilakukannya purifikasi oli transformator. (c) Membandingkan hasil sampel data pengujian sebelum dilakukan purifikasi oli transformator dan membandingkannya dengan standar yang telah ditetapkan.

Purifikasi Oli Transformator

Purifikasi oli transformator dengan merk Trafindo 400 kVA sebagai berikut : (a) Pemeriksaan transformator secara visual : korosi, bushing primer dan sekunder, packing dan bantalan, tingkat keretakan dan dudukannya. (b) Penyambungan selang inlet mesin purifikasi oli ke valve oli transformator bagian bawah. (c) Penyambungan selang outlet pada mesin purifikasi oli ke Valve oli transformator bagian atas. (d) Buka valve bagian atas dan bawah pada transformator. (e) Buka valve inlet dan outlet pada mesin purifikasi. (f) Proses

sirkulasi/purifikasi oli transformator dilakukan hingga mendapatkan hasil tegangan tembus yang diinginkan.

Adapun Tahapan proses purifikasi: (1) Minyak yang ada di dalam trafo dialirkan keluar menuju filter pertama dengan bantuan daya hisap motor 3 fasa yang dipasang setelah filter pertama, Di dalam filter ini butiran-butiran pengotor seperti sisa korosi peralatan maupun arang yang besarnya lebih dari 10 mikron akan tersaring. (2) Setelah itu minyak dialirkan menuju ke ruang vacum. Ruang ini terdapat dua heater yang disusun secara vertikal. Heater ini berfungsi memanasi minyak. Selain itu juga dipasang indikator ketinggian permukaan minyak dalam tabung vacum. Di dalam ruang ini minyak dipanaskan hingga $\pm 70^{\circ}\text{C}$. Dalam ruang vacum, air akan menguap dibawah titik didih air (titik didih air = 100°C). Uap air yang berasal dari pemanasan disedot keluar melalui mesin vacum. (3) Setelah minyak terpisah dari kandungan air, selanjutnya dialirkan menuju filter kedua. Pori-pori filter ini berukuran 5 mikron. Butiran pengotor yang tidak tersaring pada filter pertama akan tersaring pada filter ini. Tahap proses di atas tersebut akan diulang – ulang atau minyak sirkulasicsecara berulang – ulang. Menurut standar PLN (Manual Book Produk Trafo) untuk minyak lama dibutuhkan 4-6 sirkulasi sedangkan minyak baru membutuhkan 2-3 sirkulasi. Akan tetapi pada dasarnya yang menjadi patokan untuk menentukan jumlah sirkulasi adalah kualitas dari minyak trafo ketika sebelum dipurifikasi.

Pengumpulan Data sebelum dilakukan purifikasi transformer

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah : (a) Pengujian sifat kelistrikan dilakukan dengan metode dan prosedur pengukuran yang mengacu pada standar SPLN. (b) Melakukan pengamatan dan observasi data yang diperoleh menggunakan alat Break Down Voltage (BDV) test dengan hasil uji test selama 5 kali dan di rata rata kan untuk mendapatkan hasil nilai uji tegangan tembus sebagai acuan dalam penelitian ini.

Pengumpulan Data setelah dilakukan purifikasi transformer

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah : (a) Pengujian sifat kelistrikan dilakukan dengan metode dan prosedur pengukuran yang mengacu pada standar SPLN. (b) Melakukan pengamatan dan observasi data yang diperoleh menggunakan alat Break Down Voltage (BDV) test yang dilakukan setiap 1 jam sekali sampai menemukan hasil yang diinginkan, jika hasil tidak sesuai dengan standar yang berlaku atau dibawah 30 kV/2,5 mm, maka perlu dilakukan penggantian oli transformator.

Hasil dan Perhitungan

Setelah data berhasil didapatkan, maka bisa dilakukan perhitungan dan penyesuaian dengan standar dari data yang telah diukur setiap 1 jam sekali

Kesimpulan

Proses dimana hasil yang telah didapat dari penelitian dapat memberikan penilaian serta persepektif yang dapat memberikan input informasi guna meningkatkan efektifitas kinerja transformator

Pekerjaan selesai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Tegangan Tembus dengan *Break Down Voltage Test*

Hasil pengujian tegangan tembus pada tahun 2024

Pengujian tegangan tembus pada bahan isolasi cair dilakukan dengan menggunakan minyak transformator sebagai pembanding, bertujuan untuk menilai kekuatan isolasi minyak terhadap tegangan tembus. Pengujian dilakukan sesuai formulir standar pengujian minyak transformator. Hasil pengukuran menunjukkan tegangan tembus sebelum purifikasi pada tahun 2024 sebesar 43,3 kV/2,5 mm, dan meningkat menjadi 99,2 kV/2,5 mm setelah purifikasi pada 19 Juni 2024. Hasil tegangan tembus minyak transformator sebelum purifikasi diperoleh dari 5 kali pengujian dengan rata-rata dibawah ini.

Pengujian tegangan tembus sebelum di purifikasi

Tabel 2. Pengujian Tegangan Tembus Sebelum Di Purifikasi.

HASIL PENGUJIAN OLI TRAFO SEBELUM DI PURIFIKASI (2024)			
HASIL TEST TEGANGAN TEMBUS		HASIL	
Tahap I		31,3	kV/2,5 mm
Tahap II		30,5	kV/2,5 mm
Tahap III		44,6	kV/2,5 mm
Tahap IV		52,1	kV/2,5 mm
Tahap V		58,0	kV/2,5 mm
Total		216,5	kV/2,5 mm
Tegangan Tembus Rata-Rata		43,3	kV/2,5 mm

Pengujian tegangan tembus sesudah di purifikasi**Tabel 2.** Pengujian Tegangan Tembus Sesudah Di Purifikasi.

HASIL PENGUJIAN OLI TRAFU SESUDAH DI PURIFIKASI (2024)		
HASIL TEST TEGANGAN TEMBUS	HASIL	
Tahap I	99,9	kV/2,5 mm
Tahap II	96,4	kV/2,5 mm
Tahap III	99,9	kV/2,5 mm
Tahap IV	99,9	kV/2,5 mm
Tahap V	99,9	kV/2,5 mm
Total	496	kV/2,5 mm
Tegangan Tembus Rata-Rata	99,2	kV/2,5 mm

Hasil pengujian tegangan tembus pada tahun 2025

Berdasarkan formulir pengujian minyak transformator, tegangan tembus sebelum purifikasi pada tahun 2025 tercatat sebesar 49,3 kV/2,5 mm, dan meningkat menjadi 77,6 kV/2,5 mm setelah purifikasi yang dilakukan pada 26 Juni 2025. Sebelum purifikasi menggunakan alat yang telah dirancang, dilakukan pengukuran tegangan tembus minyak transformator. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk memperoleh nilai rata-rata tegangan tembus, sebagai berikut :

Pengujian tegangan tembus sebelum di purifikasi**Tabel 3.** Pengujian Tegangan Tembus Sebelum Di Purifikasi.

HASIL PENGUJIAN OLI TRAFU SEBELUM DI PURIFIKASI (2025)		
HASIL TEST TEGANGAN TEMBUS	HASIL	
Tahap I	54,8	kV/2,5 mm
Tahap II	42,7	kV/2,5 mm
Tahap III	44,2	kV/2,5 mm
Tahap IV	52,1	kV/2,5 mm
Tahap V	52,9	kV/2,5 mm
Total	246,7	kV/2,5 mm
Tegangan Tembus Rata-Rata	49,3	kV/2,5 mm

Pengujian tegangan tembus sesudah di purifikasi

Tabel 4. Pengujian Tegangan Tembus Sesudah Di Purifikasi.

HASIL PENGUJIAN OLI TRAFO SESUDAH DI PURIFIKASI (2025)			
HASIL TEST TEGANGAN TEMBUS		HASIL	
	Tahap I	76,0	kV/2,5 mm
	Tahap II	74,4	kV/2,5 mm
	Tahap III	74,8	kV/2,5 mm
	Tahap IV	82,7	kV/2,5 mm
	Tahap V	79,9	kV/2,5 mm
	Total	387,8	kV/2,5 mm
	Tegangan Tembus Rata-Rata	77,6	kV/2,5 mm

Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah dilakukan Purifikasi Oli Transformator

Setelah dilakukan pengukuran tegangan tembus pada oli transformator sebelum dan sesudah dilakukan purifikasi, maka didapatkan perbandingan hasil tegangan tembus. Adapun perbandingan hasil tegangan tembus minyak transformator sebelum dan sesudah di purifikasi ditunjukkan pada Tabel berikut ini :

Tabel 5. Perbandingan Hasil Uji Tegangan Tembus Sebelum Dan Sesudah Di Purifikasi.

Perbandingan Hasil Uji Tegangan Tembus Sebelum dan Sesudah di Purifikasi	
Tahapan	Tegangan Tembus (kV/2,5 mm)
Sebelum di Purifikasi	49,3 kV/2,5 mm
Sesudah di Purifikasi	77,6 kV/2,5 mm

Hasil pengukuran tegangan tembus setelah purifikasi menunjukkan bahwa minyak transformator telah memenuhi batas tegangan tembus yang ditetapkan. Terdapat peningkatan yang signifikan dibandingkan kondisi sebelum purifikasi. Proses pemanasan pada minyak transformator membantu menghilangkan kandungan air, sehingga uap air menguap dan tegangan tembus meningkat sesuai standar. Selain itu, proses filtrasi selama purifikasi berfungsi untuk menyaring kotoran yang terdapat dalam minyak transformator.

Dapat dilihat terjadi peningkatan tahanan tegangan tembus setelah dilakukan purifikasi minyak transformator sebesar 57,4 % dengan perhitungan sebagai berikut:

$$X = \left(\frac{\text{Nilai Akhir} - \text{Nilai Awal}}{\text{Nilai Awal}} \right) \times 100\%$$

$$X = \left(\frac{77,6 - 49,3}{49,3} \right) \times 100\%$$

$$X = 0,574 \times 100\%$$

$$X = 57,4 \%$$

Dari hasil perbandingan test tersebut, dapat dilihat bahwa purifikasi oli transformator bisa dinyatakan efektif guna menjaga keandalan kinerja transformator serta memperpanjang usia transformator.

Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah dilakukan Purifikasi Oli Transformator dengan Standar SPLN-IEC NO 196 & 256

Perbandingan pengujian tegangan tembus sebelum dilakukan purifikasi oli transformator

Sebelum purifikasi oli transformator dilakukan, pengukuran tahanan oli menjadi acuan untuk menentukan langkah perawatan selanjutnya. Berdasarkan hasil pengukuran dan standar yang berlaku, nilai tahanan oli menunjukkan bahwa pemurnian oli transformator sudah diperlukan. Nilai tahanan tegangan tembus per kV dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$R = \frac{s}{KV}$$

$$R = \frac{2,5 \text{ mm}}{49,3}$$

$$R = 0,050 \text{ mm / kV}$$

Dimana :

R = Resistansi (tahanan oli transformator)

S = Jarak antara elektroda uji

kV = Hasil tahanan yang di dapatkan saat pengukuran

Dari hasil pengukuran tahanan tegangan tembus dengan menggunakan alat Break Down Voltage test, dapat dilihat bahwa nilai uji oli transformator hampir mendekati batas standar yang ditentukan yaitu sebesar 30 kV/2,5 mm, maka perlu dilakukan Upaya perbaikan nilai tahanan isolasi minyak transformator dengan melakukan purifikasi oli transformer.

Perbandingan pengujian tegangan tembus sesudah dilakukan purifikasi oli transformator

Setelah dilakukan pengukuran dan setelah dilihat dari standart yang berlaku yaitu standart SPLN-IEC NO 196&256 nilai tahanan oli transformator sudah memenuhi standart,

dan sudah bisa dioperasikan kembali seperti normal dan dapat dinyatakan keadaan oli dalam keadaan bagus. Dari nilai pengukuran yang dilakukan, untuk mencari nilai tahanan tegangan tembus per KV dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$R = \frac{s}{KV}$$

$$R = \frac{2,5 \text{ mm}}{77,6}$$

$$R = 0,032 \text{ mm/kV}$$

Dimana :

R = Resistansi (tahanan oli transformator)

S = Jarak antara elektroda uji

kV = Hasil tahanan yang di dapatkan saat pengukuran

Dari hasil pengukuran tahanan tegangan tembus dengan menggunakan alat Break Down Voltage test, dapat dilihat bahwa nilai uji oli transformator sudah jauh melewati batas standar yang ditentukan yaitu sebesar 30 kV/2,5 mm, maka pengujian yang dilakukan setelah dilakukan purifikasi oli transformator dapat dikatakan sudah memenuhi standar yang ditentukan.

Perbandingan Data Sebelum dan Sesudah dilakukan Purifikasi Oli Transformator pada tahun 2024 dan 2025

Perbandingan hasil data pengujian tegangan tembus sebelum dilakukan purifikasi oli transformator pada tahun 2024 dan 2025

Setelah dilakukan pengukuran tegangan tembus pada minyak transformator sebelum dipurifikasi, maka didapatkan perbandingan hasil tegangan tembus pada tahun 2024 dan 2025. Adapun perbandingan hasil tegangan tembus minyak transformator sebelum dipurifikasi ditunjukkan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$X = \left(\frac{\text{Hasil Pengujian tahun 2025} - \text{Hasil Pengujian 2024}}{KV \text{Hasil Pengujian 2024}} \right) \times 100\%$$

$$X = \left(\frac{49,3 \text{ kv}/2,5\text{mm} - 43,3 \text{ kV}/2,5\text{mm}}{43,3 \text{ kV}/2,5\text{mm}} \right) \times 100\%$$

$$X = \left(\frac{6}{43,3} \right) \times 100\% = 13,85 \%$$

Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa, nilai tahanan oli transformator sudah mengalami kenaikan performa sebesar 13,85 % selama periode 2024 – 2025.

Perbandingan hasil data pengujian tegangan tembus sesudah dilakukan purifikasi oli transformator pada tahun 2024 dan 2025

Setelah dilakukan pengukuran tegangan tembus pada minyak transformator sesudah dipurifikasi, maka didapatkan perbandingan hasil tegangan tembus pada tahun 2024 dan 2025. Adapun perbandingan hasil tegangan tembus minyak transformator setelah dipurifikasi ditunjukkan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$X = \left(\frac{\text{Hasil Pengujian tahun 2025} - \text{Hasil Pengujian 2024}}{KV \text{ Hasil Pengujian 2024}} \right) \times 100\%$$

$$X = \left(\frac{77,6 \text{ kv}/2,5\text{mm} - 99,2 \text{ kV}/2,5\text{mm}}{99,2 \text{ kV}/2,5\text{mm}} \right) \times 100\%$$

$$X = \left(\frac{-21,6}{99,2} \right) \times 100\% = -21,77 \%$$

Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa, nilai tahanan oli transformator sudah mengalami penurunan performa sebesar 21,77% setelah terakhir kali dipurifikasi pada tahun 2024.

Dari kedua hasil test di atas, dapat dilihat bahwa oli transformator mengalami penurunan kualitas tahanan tegangan tembus, hal tersebut kemungkinan diakibatkan oleh oli transformator yang sudah terkontaminasi oleh Beberapa kontaminan termasuk air, gas terlarut, partikel padat, produk oksidasi, dan zat kimia berbahaya seperti PCB (*Polychlorinated Biphenyls*). Untuk mengetahui kandungan kontaminan yang terkandung di dalam oli transformator secara lebih spesifik, perlu dilakukan uji kontaminasi di labolatorium.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian pengaruh purifikasi oli terhadap tegangan tembus transformator di Artotel Sanur menunjukkan: (a) Kondisi transformator: Setelah satu tahun, tahanan tegangan tembus meningkat 13,85% dibanding tahun sebelumnya. Namun, performa oli menurun 21,77%, kemungkinan akibat panas berlebih dan sirkulasi udara yang kurang, karena transformator berada di basement. (b) Tegangan tembus: Sebelum purifikasi oli 49,3 kV/2,5 mm, meningkat menjadi 77,6 kV/2,5 mm setelah purifikasi, menunjukkan kenaikan performa

oli sebesar 57,4%. (c) Kesimpulan operasional: Nilai tegangan tembus setelah purifikasi (77,6 kV/2,5 mm) sudah memenuhi standar minimal 50 kV/2,5 mm, sehingga oli layak digunakan kembali. Purifikasi terbukti efektif dalam menjaga keandalan transformator.

Saran

- a) Untuk menjaga sirkulasi udara pada ruang transformator, perlu ditambahkan AC atau *exhaust fan* yang mengalirkan udara panas keluar dan memasukkan udara segar ke dalam ruang transformator.
- b) Untuk mengetahui kandungan yang terkandung di dalam oli transformator secara lebih detail, oli transformator sebaiknya diuji di laboratorium untuk mengetahui kandungan dan mendeteksi penyebab penurunan performa

DAFTAR REFERENSI

- Abasana, I. G. K., & Teresna, I. W. (2013). Treatment oli trafo terhadap peningkatan tegangan tembus pada trafo distribusi KA 756 By Pass Ngurah Rai. *Buletin Fisika*, 14(2), 36–46.
- Ambabunga, Y. A. M., Masiku, H., & Sampetoding, E. A. M. (2021). Karakteristik transformator 3 fasa (hubung bintang dan delta) pada sistem tenaga listrik AC. *Journal Dynamic Saint*, 6(1), 12–18. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v6i1.1195>
- Harahap, P., Adam, M., & Prabowo, A. (2019). Analisis penambahan trafo sisip distribusi 20 kV mengurangi beban overload dan jatuh tegangan pada Trafo B1 11 Rayon Tanah Jawa dengan simulasi ETAP. *Teknik Elektro*, 1(2), 1–8. <https://doi.org/10.30596/rele.v1i2.3002>
- Mubarok, H. K. (2023). Analisis pengaruh purifikasi (filtering) terhadap kualitas tegangan tembus minyak transformator. *JETI (Jurnal Elektro dan Teknologi Informasi)*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.26877/jeti.v2i1.110>
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000). (2000). *Standar Nasional Indonesia SNI 04-022*.
- Purba, J. H., & Safriandi, M. S. (2024). Analisis nilai tahanan isolasi dan tegangan tembus pada minyak transformator 150 KV sebelum dan sesudah purifikasi di PT Energi Listrik Batam. *Jurnal Integrasi*, 16(2), 198–202. <https://doi.org/10.30871/ji.v16i2.8233>
- Rezki, A., Wijaya, T. K., & Irsya, M. (2018). Analisa pengujian resistansi tegangan tembus pada oli transformator 5.000 KVA di PLTMG PANBIL. *Sigma Teknika*, 1(2), 122–132. <https://doi.org/10.33373/sigma.v1i2.1497>
- Sandi, D. (n.d.). Analisis metode purifikasi dalam mendaur ulang minyak trafo di lingkungan PT. PLN (Persero). [Nama Jurnal/Prosiding].
- Sigit, P., Sukamdi, T., & Karnoto, K. (2019). Analisa pengaruh pembebanan terhadap susut umur transformator tenaga (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Simoes Frangino, S. M., & Gatut, B. (2024). Analisa pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral dan losses pada trafo distribusi di EDTL, E.P. *Jurnal Ilmiah Research Student*, 1(3), 90–103.

- Siswanto, A., Rohman, A., Suprijadi, S., Baehaqi, M., & Arifudin, A. (2022). Analisis karakteristik minyak transformator menggunakan pengujian dissolved gas analysis (DGA) pada IBT 1 Gardu Induk. *Foristek*, 12(1), 30–42. <https://doi.org/10.54757/fs.v12i1.142>
- Suadi, A. P., Widharma, I. G. S., Budiada, I. M., & Sumertayasa, I. M. (2023). Treatment oli trafo terhadap peningkatan tegangan tembus pada trafo distribusi KA 1451 di penyulang Banteng. [*Nama Jurnal/Prosiding*], 1(1), 36.
- Tondok, Y. P., Patras, L. S., & Lisi, F. (2019). Perencanaan transformator distribusi 125 KVA. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(2), 83–92.
- Umar, A. P., Hulopi, S., & Amali, L. M. K. (2023). Analisis karakteristik tegangan tembus isolasi minyak transformator menggunakan oli sepeda motor Shell Advance 20w-50 dan Pertamina Mesran 20w-50. *Jurnal Informasi, Sains dan Teknologi*, 6(1), 9–18. <https://doi.org/10.55606/isaintek.v6i1.79>
- Zulhajji, Z., Haripuddin, H., & Rahman, M. F. (2023). Analisis pengaruh purifikasi oli transformator terhadap tegangan tembus transformator distribusi. *Jurnal Media Elektrik*, 20(2), 135–138. <https://doi.org/10.59562/metrik.v20i2.5539>