

Analisis Performa Transformator 2500 kVA Setelah Perbaikan Dan Purifikasi

Wasripin^{1*}, Aripin Triyanto²

¹Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Pamulang, Jl. Witana Harja No.18b, Pamulang Barat, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417, Indonesia.

Email: ^{1*}wasripin@gmail.com, ²dosen01315@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak– Permasalahan pada trafo khususnya yang digunakan dalam pasokan supply daya listrik ke gedung bertingkat terdapat pada tegangan output trafo distribusi. Lifetime dan penggunaan secara kontinu menyebabkan penurunan performa dan kinerja trafo dalam me-supply beban penggunaan. Perlu adanya solusi untuk permasalahan kinerja trafo agar menghemat biaya efisiensi trafo terhadap penggunaan daya listrik terhadap beban yang digunakan. Metode penelitian yang digunakan adalah melakukan purifikasi trafo agar kinerja trafo tetap stabil dalam men-supply beban. Langkah dalam purifikasi yaitu melakukan pengukuran sebelum dan sesudah pada terminal trafo ke LVMDP. Hasil yang didapatkan adalah adanya penurunan tegangan tembus 39% tetapi masih dalam batasan >30 kV, dengan beban rata-rata 1145A. Tegangan 3phase setelah dipurifikasi data rata-rata sebesar 405 Volt, setelah masa purifikasi 2 tahun operasional turun menjadi 403 Volt. Sedangkan untuk tegangan 1phase didapatkan data setelah purifikasi sebesar 235 Volt turun menjadi 231 Volt. Temperatur trafo HV 400C mengalami kenaikan menjadi 44,80C.

Kata Kunci: Transformator, LVMDP, Lifetime, Efisiensi

Abstract– *The problem with transformers, especially those used in the supply of electrical power supply to high-rise buildings, is in the output voltage of the distribution transformer. Lifetime and continuous use cause a decrease in performance and transformer performance in supplying usage loads. There needs to be a solution to the transformer performance problem in order to save transformer efficiency costs on the use of electrical power against the load used. The research method used is to purify the transformer so that the transformer performance remains stable in supplying the load. The step in purification is to take measurements before and after at the transformer terminals to LVMDP. The result obtained is a voltage drop of 39% but still within the range of >30 kV, with an average load of 1145A. The average 3phase voltage after data purification is 405 Volts, after a purification period of 2 operational years it drops to 402 Volts. As for the 1phase voltage, data is obtained after purification of 235 Volts down to 231 Volts. The temperatur of the HV 400C transformer has increased to 44,80C.*

Keywords: Transformer, LVMDP, Lifetime, Efficiency

1. PENDAHULUAN

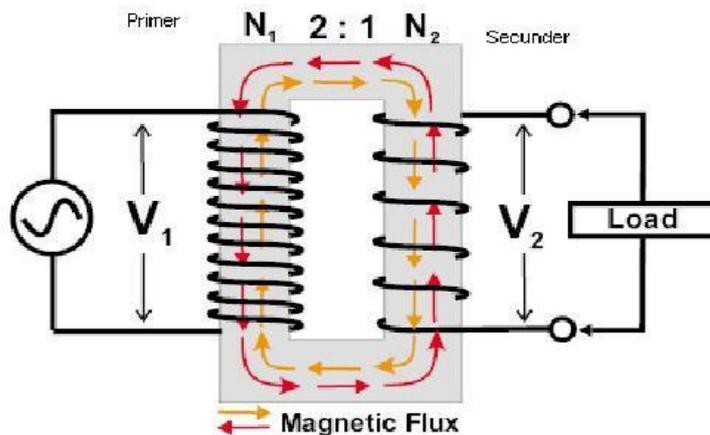
Trafo adalah pembangkit yang berfungsi memindahkan energi listrik dari power utama ke pembebanan. Arus yang bervariasi dalam setiap kumparan trafo menghasilkan fluks magnet yang bervariasi dalam inti trafo, yang menginduksi gaya gerak listrik yang bervariasi pada kumparan lain yang melilit pada inti yang sama. Energi listrik dapat ditransfer anatara kumparan yang terpisah tanpa koneksi logam (konduktif) antara kedua sirkuit. Hukum paraday, ditemukan pada tahun 1831, menjelaskan efek tegangan yang diinduksi dalam setiap kumparan karena di kelilingi oleh kumparan. Energi listrik yang dibangkitkan oleh sisi distribusi sebesar 20 kV sehingga didistribusikan kepada pelanggan menjadi 400/240 Volt untuk power utama gedung bertingkat(Triyanto et al., 2022)(Saralina et al., 2022). Dengan berjalannya waktu kinerja trafo menurun, bergantung pada umur dan kualitas isolasi trafo tersebut. Untuk memastikan kualitas sistem isolasi, selama trafo beroperasi maka kondisi isolasi akan mengalami pembebanan yang dapat mengakibatkan isolasi mengalami panas berlebih. Panas yang berlebih terus menerus dapat mempercepat penurunan usia dan kehandalan sistem isolasi padat (tahan) maupun isolasi cair (minyak), menurunnya kesehatan dan kehandalan serta antipasi adanya gangguan pada kinerja trafo distribusi yang dapat menyebabkan terjadi breakdown ataupun kerusakan pada trafo dilakukan pemeliharaan untuk menjaga efektifitas dan daya tahan sistem tenaga listrik sehingga penyaluran tetap terjaga(PT.PLN(Persero), 2013)(Triyanto, 2023).

Usia trafo sangat tergantung pada kualitas isolasinya, maka untuk mengetahui kondisi trafo dengan melakukan pemeliharaan, pemeriksaan secara visual dan pengujian isolasi trafo padat maupun isolasi cair (minyak osilasi) secara berkala maupun berdasarkan kondisi realtime. Pemeliharaan yang bersifat perencanaan dan berkala disebut preventive maintenance, pemeliharaan yang bersifat perbaikan disebut corective maintenance, pemeliharaan yang bersifat berdasarkan kondisi peralatan disebut breakdown. Pemeliharaan yang tepat terhadap trafo dan peralatan tegangan tinggi lainnya diharapkan untuk meminimalisir dan menghindari dari terjadinya kegagalan trafo dan peralatan tegangan lain dalam operasi. Trafo ditribusi yang akan dibahas adalah trafo step-down 2500kVA mengetahui kondisi transformer dalam kondisi sehat layak oprasi atau tidak, maka perlu dilakukan pengujian terhadap sistem isoalasi trafo baik isoalasi padat maupun isoalsi cair (minyak isoalasi). Untuk pengujian isolasi padat yaitu Pengukuran Tahanan Isolasi Trafo (Megger), Pengukuran Tahanan Belitan Trafo (Winding Resistance Transformer), Pengukuran Perbandingan Rasio Belitan (transformer Turn Rasio), Untuk pengujian isoalsi cair (minyak isoalasi) dilakukan Analisis Gas Terlarut pada Trafo dan pengujian minyak insulasi untuk menentukan kondisi trafo. Apabila hasil uji sampel minyak insulasi pakai dalam kondisi buruk maka disarankan agar dilakukan proses rekondisi seperti dengan filter dan vacum dhydrator (Purifikasi)(Mubarok, 2022).

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Trafo daya

Trafo merupakan peralatan listrik yang sangat penting berfungsi untuk menyalurkan daya listrik dari tegangan tinggi ke rendah/step-down atau sebaliknya dari tegangan rendah ke tegangan tinggi/step-up. Prinsip kerja trafo adalah induksi elektromagnetik dimana arus bolak-balik yang mengalir mengelilingi inti besi, maka inti besi tersebut akan menjadi magnet, apabila magnet tersebut dikelilingi oleh suatu belitan maka pada kedua ujung belitan akan muncul beda potensial. Belitan primer adalah bagian utama trafo yang terhubung dengan sumber energi (step-down). Belitan skunder akan terhubung dengan rangkaian beban. Dan sebaliknya apabila belitan skunder trafo yang terhubung dengan sumber energi (step-up). Dan belitan primer akan mendistribusikan tegangan tinggi. Inti besi trafo untuk mengarahkan keseluruhan fluks magnet yang dihasilkan primer agar masuk ke belitan skunder dan sebaliknya. Berikut adalah gambar sederhana prinsip kerja trafo(Triyanto et al., 2022).



Gambar 1. Interpretasi Nilai CF

2.2 DGA (Dissolved Gas Analysis)

Trafo sebagai peralatan tegangan tinggi yang tidak lepas dari kemungkinan mengalami kondisi abnormal, dimana pemicunya dapat berasal dari internal maupun external trafo. Ketidaknormalan ini akan menimbulkan dampak terhadap kinerja trafo. Secara umum dampak yang sering terjadi berupa overheat, corona dan arcing. Salah stu metode untuk mengetahui dampak

dari ada tidaknya ketidaknormalan pada trafo adalah dengan mengetahui dampak dari ketidaknormalan trafo itu sendiri. Untuk mengetahui ketidaknormalan pada trafo menggunakan metode DGA (Dissolved Gas Analysis). DGA adalah proses untuk menghitung kadar/nilai dari kadar gas-gas terlarut pada minyak yang terbentuk akibat ketidaknormalan minyak isolasi menggunakan alat uji DGA. Dari nilai komposisi kadar gas-gas yang dapat diprediksi dampak-dampak ketidaknormalan apa yang ada ditrafo apakah overheat, arcing atau corona. Proses Degassing (ekstraksi gas dari minyak) dengan cara: menggunakan metode Total Dissolved Combustible Gas (TDCG), metode Key Gas dan metode Duval Tringle (segitiga duval). Dan dilanjutkan pengujian minyak insulasi sesuai standar IEC 60422 – 2005 (Mahmoudi et al., 2019).

2.3 Analisa Tegangan Tembus (BDV) Minyak Isolasi

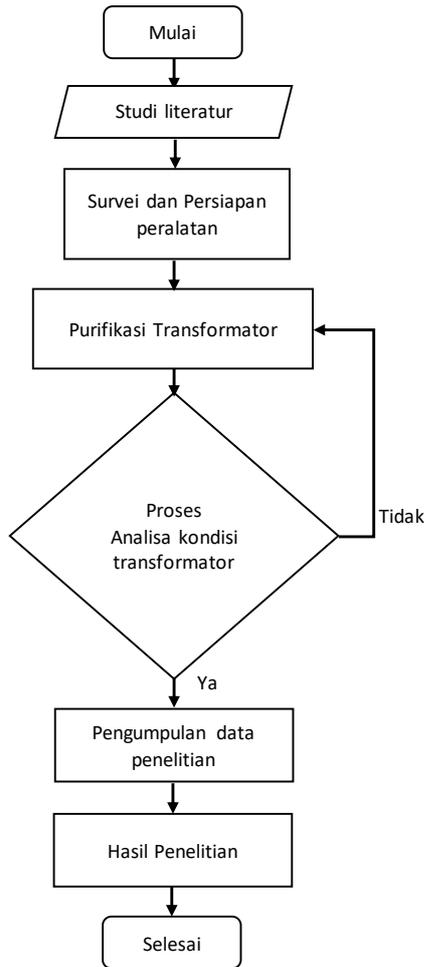
Salah satu uji prediksi maintenance yang dilakukan pada minyak isolasi selain Dissolved Gas Analisis (DGA) adalah Analisa tegangan tembus, ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan minyak isoalsi dalam menahan stress tegangan. Analisa ini dapat menjadi indikasi keberadaan kontaminan seperti kadar air dan partikel. Rendahnya tegangan tembus dapat mengindikasikan keberadaan salah satu kontaminan tersebut, dan tingginya tegangan tembus belum tentu juga mengindikasikan bebasnya minyak dari semua jenis kontaminan. Analisa tegangan tembus diperlukan untuk memantau dan memeriksa kualitas minyak dengan mengetahui kemampuan isolasi minyak terhadap tegangan yang diberikan, ketika hasil pengujian menunjukkan nilai BDV yang sangat tinggi bisa disimpulkan bahwa minyak trafo dalam kondisi baik begitu juga sebaliknya apabila sangat rendah, minyak harus diganti atau dimurnikan kembali (purifikasi)(Christiono et al., 2020).



Gambar 2. Alat Pengujian *Break Down Voltage*

Metode penelitian yang dilakukan dengan metode penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif pada dasarnya merupakan jenis penelitian yang menggunakan pendekatan induktif deduktif. Pada penelitian ini akan menguji hasil dari purifikasi minyak trafo yang telah melewati hasil uji break down voltage (BDV)/tegangan tembusnya dibawah standar. Adapun hasil yang uji/ukur setelah melewati masa purifikasi adalah tegangan input, tegangan output dan arus pada trafo. Teknik pengumpulan data yang akan dilakukan dalam penulisan ini dari beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Studi Literatur untuk mendapatkan informasi mengenai teori dasar sebagai sumber dalam penulisan proposal ini. Informasi dan Pustaka yang berkaitan dengan masalah ini di peroleh dari literatur, penjelasan yang di berikan oleh pembimbing, rekan-rekan mahasiswa, internet, dan buku-buku yang berhubungan dengan proposal ini
2. Observasi merupakan pengumpulan data melalui buku dan teori pendukung, pencarian data pendukung dengan browsing diinternet analisa data yang berhubungan dengan performa trafo pengukuran tahanan analisis gas terlarut dan tegangan tembus/ BDV.
3. Metode Analisa merupakan pengamatan data yang digunakan untuk tugas akhir ini didapat dari observasi secara langsung dilapangan.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran dan Pengujian Tegangan Tembu (BDV) pada Minyak Isolasi Trafo

Data hasil pengujian sampel minyak isolasi sebelum purifikasi dengan metode konfigurasi elektrode sebagai pembanding, bertujuan untuk mengetahui kekuatan minyak isolasi jarak terhadap tegangan tembus. Berdasarkan dari hasil pengujian minyak isoalsi dengan hasil terendah 18,3kV dan didapat rata- rata tegangan tembus (BDV) adalah 30,9 kV, yang di uji pada tanggal 14 maret 2021, jumlah perlakuan test sebanyak 6 kali, jarak elektrode 2,5mm dan selang waktu 2.0kV/detik temperatur oli 40°C, adapun dari hasil pengujian tegangan tembus sebelum (BDV) purifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Tegangan Tembus (BDV) Sampel Minyak Isolasi Sebelum Purifikasi

Tegangan tembus (BDV) Metode IEC 156 / A5TM							
Pengujian Sample minyak	1	2	3	4	5	6	Rata- rata
Tegangan tembus	40,1kV	20,9kV	18,3kV	35,5kV	35,9kV	35,2kV	30,9kV

Rata-rata hasil pengujian tegangan tembus (BDV) sampel minyak isolasi yang diuji sebanyak 6 kali dengan hasil uji terendah adalah 18,3 kV minyak isolasi dalam kondisi buruk walaupun hasil rata-rata 30,9 kV, dianggap baik apabila hasil setiap pengujian minyak >30 kV. Dari hasil pengujian tegangan tembus (BDV) tersebut maka dilakukan treatment minyak trafo.

3.2 Hasil Perbaikan Dan Pengujian Trafo Setelah Purifikasi

Hasil pengukuran tegangan dan arus setelah melewati masa purifikasi 2 tahun trafo beroperasi. Pengukuran tegangan input (HV) trafo diukur dengan power meter dipanel incoming pln, output (LV) 3phase, 1phase dan arus diukur dengan power meter di LVMDP. Hasil pengukuran tegangan dan arus pada trafo awal operasional gedung jam 10:00–11:00.

Tabel 2. Hasil Data Tegangan Dan Arus Trafo Setelah Beroperasi 2 Tahun Masa Purifikasi

No	Tegangan HV 20 kV			Tegangan 3 Phase			Tegangan 1 Phase			Arus		
	R-	S-T	T-R	R-S	S-T	T-R	R-N	S-N	T-N	R	S	T
	18kV - 20kV			360V – 400V			210V – 240V			Min 800 A		
1	20,6	20,80	20,57	404	406	403	233	235	234	1080	1029	952
2	20,5	20,78	20,60	403	404	401	232	233	233	1104	1091	981
3	20,6	20,84	20,67	404	405	404	233	235	234	1066	1021	947
4	20,5	20,83	20,64	403	404	401	232	234	233	1071	1039	946
5	20,5	20,69	20,57	403	404	401	232	233	232	1165	1109	102
6	20,6	20,78	20,60	403	405	404	232	233	232	1108	1060	997

4. KESIMPULAN

Hasil dari pengujian tegangan tembus (BDV) bulan februari tahun 2023, nilai pengujian terendah 30,8kV dengan rata-rata 36,8 kV masih dalam Batasan >30kV. Ada penurunan tegangan tembus $\pm 39\%$ dalam kurun waktu - 2 tahun beroperasi sejak purifikasi minyak bulan Maret 2021 yang mempunyai tegangan tembus rata-rata 60 kV, penurunan rata-rata tegangan tembus 1,6 % perbulan. Terdapat penurunan tegangan 3 phase dan 1phase dengan beban (arus) rata-rata 1145A dari kapasitas trafo 2500 KVA (4000A), beban trafo saat beroperasi $\pm 28,6\%$.

Penurunan output/tegangan rendah tidak signifikan, total penurunan tegangan 3phase 0,9% dan 1phase 1%, sedangkan temperatur trafo mengalami kenaikan 4,8 %. Hasil dari tahapan analisa trafo dilakukan pengecekan probe dan terminal trafo. Hasil dari pengukuran tegangan dan beban pada LVMDP dilakukan setelah dilakukan purifikasi dan setelah masa purifikasi trafo untuk mengetahui hasil perubahan terhadap penurunan tegangan. Hasil selisih tegangan didapatkan tegangan pada output trafo dan sisi LVMDP menurun dibandingkan setelah purifikasi dilakukan. Pada tegangan 3phase rata-rata 402 volt dan 1phase 231,6 Didapatkan suhu tertinggi 44,80C.

REFERENCES

- Christiono, Reza Hidayat, M., & Widiyantoro, B. (2020). Analisis Kemampuan Minyak Isolasi Transformator Daya Merek Unindo Dengan Pengujian Dissolved Gas Analysis dan Breakdown Voltage di Gardu Induk Serpong. *EPSILON : Journal of Electrical Engineering and Information Technology*, 18(3), 100–106.
- Mahmoudi, N., Samimi, M. H., & Mohseni, H. (2019). Experiences with transformer diagnosis by DGA: Case studies. *IET Generation, Transmission and Distribution*, 13(23), 5431–5439. <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2019.1056>
- Mubarak, H. K. (2022). Analisis Pengaruh Purifikasi (Filtering) Terhadap Kualitas Tegangan Tembus Minyak Transformator. 1(2), 32–37.
- PT.PLN(Persero). (2013). Buku Pedoman Proteksi dan Kontrol Penghantar. *Proteksi Dan Kontrol Penghantar*, 1–499.



- Saralina, M., Cahyono, B. D., Sultan, U., Tirtayasa, A., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2022). *PERANCANGAN PANEL KAPASITOR BANK 1200KVARDI PT . TIGA KREASI INDONESIA*. 1(3), 32–39.
- Triyanto, A. (2023). *PROTEKSI SISTEM TENAGA*. UNPAM PRESS.
- Triyanto, A., Gunawan, W., Kusnadi, H., & Sunardi, A. (2022). *Praktikum Transformator* (A. Triyanto (ed.); Issue 1). UNPAM PRESS.