



Penggantian Minyak OLTC Trafo 2 150 kV di Gardu Induk Rangkasbitung Baru PLN ULTG Rangkasbitung

Fadilah^{1*}, Bagus Dwicahyono²

¹⁻²Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

*Penulis Korespondensi: fadillahijk@gmail.com

Abstract. PT. PLN (Persero) is the state-owned company responsible for supplying electrical energy in Indonesia and plays a crucial role in ensuring the reliability and continuity of power distribution. Therefore, all electrical equipment, particularly power transformers, must be maintained in safe and reliable operating conditions. Transformers function to change voltage levels from high to low or vice versa and are essential components in the electric power distribution system. One important transformer component that requires periodic maintenance is the On Load Tap Changer (OLTC). To maintain transformer performance and extend its service life, routine maintenance activities such as OLTC oil replacement are necessary. PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung conducts regular OLTC oil replacement twice a year as part of its preventive maintenance program. Transformer oil serves as both an insulating medium and a cooling agent; therefore, its condition greatly affects transformer reliability and operational safety. Degraded oil quality can cause insulation failure and reduce transformer efficiency. This study aims to describe the procedure and implementation of On Load Tap Changer oil replacement at the transformer substation of PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung. The research method used is field research, carried out through direct observation and interviews with maintenance personnel. The results of this study are expected to provide a clear understanding of the OLTC oil replacement process, support proper maintenance practices, and emphasize the importance of transformer maintenance in ensuring the reliability and sustainability of the electric power system.

Keywords: Maintenance; Oil; OLTC; Reliability; Substation

Abstrak. PT. PLN (Persero) merupakan badan usaha milik negara yang bertanggung jawab dalam penyediaan energi listrik di Indonesia dan memiliki peran penting dalam menjamin keandalan serta kontinuitas penyaluran tenaga listrik. Oleh karena itu, seluruh peralatan kelistrikan, khususnya transformator daya, harus dipelihara agar tetap beroperasi dalam kondisi yang aman dan andal. Transformator berfungsi untuk mengubah tingkat tegangan dari tinggi ke rendah atau sebaliknya dan merupakan komponen penting dalam sistem distribusi tenaga listrik. Salah satu komponen transformator yang memerlukan pemeliharaan secara berkala adalah On Load Tap Changer (OLTC). Untuk menjaga kinerja transformator dan memperpanjang umur pakainya, diperlukan kegiatan pemeliharaan rutin seperti penggantian minyak OLTC. PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung melaksanakan penggantian minyak OLTC secara rutin sebanyak dua kali dalam setahun sebagai bagian dari program pemeliharaan preventif. Minyak transformator berfungsi sebagai media isolasi sekaligus pendingin, sehingga kondisinya sangat memengaruhi keandalan dan keselamatan operasi transformator. Penurunan kualitas minyak dapat menyebabkan kegagalan isolasi serta menurunkan efisiensi transformator. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan prosedur dan pelaksanaan penggantian minyak On Load Tap Changer di gardu induk transformator PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian lapangan, yang dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan personel pemeliharaan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang jelas mengenai proses penggantian minyak OLTC, mendukung penerapan praktik pemeliharaan yang tepat, serta menekankan pentingnya pemeliharaan transformator dalam menjamin keandalan dan keberlanjutan sistem tenaga listrik.

Kata kunci: Gardu; Keandalan; Minyak; OLTC; Pemeliharaan

1. LATAR BELAKANG

PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung merupakan perusahaan listrik Negara yang berada di bawah naungan PT. PLN UNIT JBB UPT Cilegon, yang di mana PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung ini sebagai unit pengelolaan pelaksanaan proses bisnis operasi dan pemeliharaan transmisi yang lingkup kerjanya terdiri dari 8 gardu induk antara lain: GI 150 KV Bayah, GI 150KV Kopo, GIS 150 KV Labuan, GI 150KV Menes Baru, GI 150KV

Rangkas Baru, GI 70KV Rangkas Kota, GI 150KV Saketi, Dan GI 150KV Malingping. Pada PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung ini memiliki Trafo sebanyak 14 trafo dan memiliki panjang jaringan transmisi 436,92 KMS. PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung merupakan perusahaan Negara yang mengurasi semua aspek kelistrikan yang ada di daerah Rangkasbitung.

Sebagai salah satu komponen utama pada gardu induk, transformator memiliki peran yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik. Transformator berfungsi untuk mentransfer energi listrik antara dua rangkaian listrik yang umumnya bekerja pada frekuensi yang sama. Selain itu, transformator juga digunakan untuk mengubah tingkat tegangan, baik menaikkan maupun menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan sistem. Pada beberapa peralatan listrik dan elektronik, transformator dimanfaatkan untuk menaikkan tegangan, yang umumnya dilakukan oleh transformator jenis *step-up*. Transformator *step-up* memiliki karakteristik jumlah lilitan sekunder yang lebih sedikit dibandingkan dengan lilitan primer (Djufri, 2022; Arismunandar, 2004).

Minyak transformator merupakan bahan isolasi cair yang digunakan sebagai media isolasi sekaligus pendingin pada transformator. Sebagai bahan isolasi, minyak transformator harus memiliki kemampuan menahan tegangan tembus yang tinggi, sedangkan sebagai media pendingin, minyak transformator harus mampu menyerap dan meredam panas yang dihasilkan selama proses operasi. Dengan kedua fungsi tersebut, minyak transformator berperan penting dalam melindungi transformator dari gangguan serta menjaga keandalan dan keselamatan operasinya (PLN, 2014; IEC 60296, 2020).

2. KAJIAN TEORITIS

Tranformator

Transformator merupakan komponen elektronik yang berfungsi untuk mentransfer energi listrik pada suatu rangkaian listrik. Proses pemindahan energi listrik ini umumnya terjadi antara dua atau lebih rangkaian listrik dan dilakukan melalui prinsip induksi elektromagnetik. Transfer energi listrik dapat terjadi meskipun kebutuhan daya antar rangkaian berbeda, yang umumnya disebabkan oleh adanya perbedaan tingkat tegangan listrik. Oleh karena itu, proses perpindahan energi listrik dilakukan untuk menyesuaikan impedansi antara rangkaian listrik yang tidak sinkron, sehingga aliran daya menjadi lebih stabil. Dengan demikian, transformator memiliki peranan yang sangat penting dalam sistem penyaluran dan distribusi tenaga listrik (Djufri, 2022).

Transformator merupakan peralatan listrik statis yang terdiri atas rangkaian magnetik dan belitan, yang umumnya memiliki dua atau lebih belitan. Melalui prinsip induksi elektromagnetik, transformator berfungsi untuk mentransformasikan daya berupa arus dan tegangan dari sistem arus bolak-balik (AC) ke sistem arus dan tegangan lain dengan frekuensi yang tetap sama. Prinsip kerja transformator didasarkan pada hukum elektromagnetik, yaitu hukum Ampere dan hukum induksi Faraday, di mana perubahan arus listrik atau medan listrik akan menghasilkan medan magnet, sedangkan perubahan fluks magnetik akan menimbulkan tegangan induksi pada belitan (PLN, Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga, 2014).

Transformator merupakan salah satu komponen elektronik yang memiliki peranan penting dalam sistem kelistrikan. Fungsi utama transformator adalah memindahkan energi listrik antara dua rangkaian listrik yang umumnya bekerja pada frekuensi yang sama. Selain sebagai media pemindah energi listrik, transformator juga dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, termasuk pada sistem komunikasi untuk pengaturan frekuensi radio dan video, serta untuk mengubah tingkat tegangan listrik. Transformator yang digunakan untuk menaikkan tegangan dikenal sebagai transformator *step-up*, yang memiliki jumlah lilitan sekunder lebih sedikit dibandingkan dengan lilitan primer. Sementara itu, transformator *step-down* umumnya digunakan pada peralatan elektronik, seperti pengisi daya baterai, untuk menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan (Djufri, 2022).

Prinsip kerja transformator didasarkan pada induksi elektromagnetik. Ketika lilitan primer dialiri arus bolak-balik (AC), akan terjadi perubahan arus listrik yang menghasilkan medan magnet pada inti besi. Medan magnet tersebut selanjutnya diteruskan ke lilitan sekunder sehingga menimbulkan tegangan induksi. Proses ini dikenal sebagai induksi elektromagnetik bolak-balik, di mana terdapat keterkaitan magnetik antara lilitan primer dan sekunder yang memungkinkan terjadinya perpindahan energi listrik (Arismunandar, 2004).

Minyak Trafo

Minyak transformator merupakan bahan isolasi cair yang digunakan sebagai media isolasi sekaligus pendingin pada transformator. Sebagai bahan isolasi, minyak transformator harus memiliki kemampuan menahan tegangan tembus yang tinggi, sedangkan sebagai media pendingin, minyak transformator dituntut mampu menyerap dan meredam panas yang timbul selama proses operasi. Dengan terpenuhinya kedua fungsi tersebut, minyak transformator berperan dalam melindungi transformator dari gangguan serta menjaga keandalan dan keselamatan pengoperasiannya (PLN, Buku Pemeliharaan Reaktor, 2014). Minyak transformator tersusun atas berbagai senyawa hidrokarbon yang berperan dalam menentukan

karakteristik kelistrikan dan termalnya. Senyawa hidrokarbon yang terkandung dalam minyak transformator meliputi hidrokarbon parafinik, hidrokarbon naftenik, dan hidrokarbon aromatik. Komposisi senyawa tersebut memengaruhi kemampuan minyak transformator dalam menjalankan fungsinya sebagai media isolasi dan pendingin pada transformator (Djufri, 2022).

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian dan seluruh kegiatan ini terdiri dari:

a. **Observasi Lapangan**

Tahap ini dilakukan dengan melaksanakan pengamatan serta wawancara langsung terhadap karyawan- karyawan terkait yang ahli dalam bidangnya. Tahap observasi dilakukan selama satu bulan saat kegiatan berlangsung. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara teori dan praktik di lapangan.

b. **Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan mengumpulkan landasan teori yang relevan dengan topik penelitian. Pada tahap ini, penulis mempelajari berbagai teori yang berkaitan dengan pemecahan permasalahan yang bersumber dari jurnal ilmiah, buku referensi, serta penelitian sejenis. Dengan demikian, hasil kegiatan lapangan dapat didukung oleh literatur yang sesuai guna menghasilkan laporan penelitian yang lebih komprehensif dan terstruktur.

c. **Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data merupakan tahapan yang dilakukan untuk memperoleh data yang bersumber dari lapangan. Data dikumpulkan selama pelaksanaan kegiatan melalui teknik wawancara dan pengamatan langsung di lokasi penelitian. Proses pengumpulan data berlangsung selama satu bulan di industri terkait, dengan fokus pengambilan data pada kegiatan penggantian minyak On Load Tap Changer (OLTC) pada transformator.

d. **Pembuatan Laporan**

Setelah data diperoleh dan dianalisis, penulis selanjutnya menyusun laporan praktik industri sesuai dengan kerangka penelitian yang telah dirancang secara sistematis dan terperinci.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan yang penulis pilih dalam pelaksanaan Praktik Industri ini untuk pembuatan laporan Praktik Industri di PT. PLN ULTG Rangkasbitung ini adalah mengenai Trafo atau Transformator lebih tepatnya Pengisian Minyak OLTC Pada Trafo. Pada pelaksanaannya, penggantian minyak OLTC yang dilakukan secara rutin 2 kali dalam setahun memiliki beberapa proses yang harus dilakukan, di antaranya yaitu:

Filterisasi Minyak OLTC

Minyak isolasi transformator berfungsi sebagai media isolasi, pendingin serta sebagai penguaman atau pelindung belitan dari oksidasi. Minyak transformator memiliki fungsi sebagai isolasi, pendingin, dan pelindung. Dalam pemeliharaan isolasi minyak pada transformator, minyak yang akan digunakan sebagai isolasi harus memiliki kualitas yang baik. Oleh karena itu dalam penggantian isolasi minyak tersebut tidak langsung dilakukan meskipun minyak yang digunakan adalah minyak yang masih baru. Dalam penggantian isolasi minyak harus melaksanakan SOP yang ada merujuk peraturan PLN mengenai besaran nilai standar tegangan tembus minyak. Oleh karena itu dalam sebelum minyak baru dimasukkan sebagai isolasi, minyak ini perlu dilakukan filterisasi terlebih dahulu agar minyak baru tersebut memiliki nilai tegangan tembus minyak yang tinggi sehingga minyak isolasi tersebut layak digunakan oleh transformator. Proses penggantian isolasi minyak yaitu mencakup pengambilan sampel isolasi minyak lama atau minyak yang telah digunakan. Sampel isolasi minyak tersebut kemudian di uji nilai tegangan tembusnya dengan alat pengujian tegangan tembus. Jika hasil tegangan tembus isolasi minyak lama di bawah nilai standarisasi yang digunakan PLN, maka minyak lama tersebut harus dilakukan penggantian minyak. Sebelum dilakukan penggantian isolasi minyak lama dengan minyak yang baru, minyak yang baru perlu dilakukan filterisasi terlebih dahulu agar nilai tegangan tembus minyak dapat lebih tinggi dari sebelumnya. Sebelum dilakukan penggantian minyak isolasi, minyak yang sedang di filterisasi juga harus dilakukan uji tegangan tembus, nilai hasil tegangan tembus pada pengujian menjadi indikator dihentikannya filterisasi minyak. Jika nilai hasil tegangan tembus isolasi minyak nilainya tinggi, maka minyak isolasi tersebut layak untuk digunakan. Minyak yang dilakukan filterisasi adalah berjumlah 3 tangki, masing-masing tangki kapasitasnya berisi 200 liter minyak.

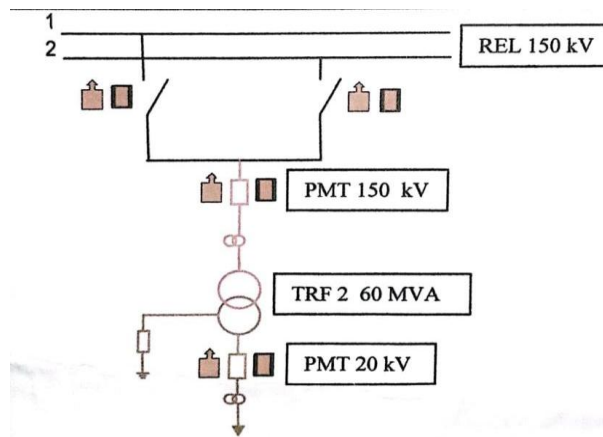


Gambar 1. Minyak yang Akan di Filterisasi
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 2. Alat Filterisasi Minyak
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Sebelum melakukan penggantian minyak, harus ada daerah yang di bebaskan tegangan terlebih dahulu, daerah-daerah gardu induk yang di harus kan padam terdapat dalam gambar di bawah ini.



Gambar 3. Single Line Diagram Rencana Pemasangan LOTO
(Sumber: PT.PLN)

Pembebasan tegangan di daerah pengerjaan penggantian Minyak OLTC pada Trafo 2 di Gardu induk Rangkas Baru ini bertujuan untuk keamanan dalam penggantian minyak. Pembebasan tegangan ini hanya dilakukan saat proses pengisian minyak, tegangan dibebaskan hanya dalam waktu beberapa jam saja, ketika pengisian selesai dan semua sudah aman,

tegangan dapat disambungkan kembali. Dalam pembebasan tegangan, berikut merupakan urutan peralatan yang di bebaskan:

Tabel 1. Manuver Pembebasan Tegangan

Urutan Manuver			
No. Urut	Pukul	Peralatan yang Dibebaskan	Status
1.	10.40	PMT INC TRF 2	TIDAK AKTIF
2.	10.47	PMT 150 KV TRF 2	TIDAK AKTIF
3.	10.48	PMS REL 2 TRF 2	TIDAK AKTIF
4.	10.49	INC TRF 2 OUT	TIDAK AKTIF
5.	10.55	GROUNDING LOKAL TRF 2	AKTIF

Pemberian tegangan ini dilakukan pengisian minyak selesai dan dinyatakan aman untuk dinyalakan kembali. Pemberian tegangan ini juga bertujuan agar gardu induk dapat beroperasi kembali dengan semestinya. berikut merupakan urutan peralatan yang diberikan tegangan.

Tabel 2. Manuver Pemberian Tegangan

Urutan Manuver			
No. Urut	Pukul	Peralatan yang Dibebaskan	Status
1.	14.00	GROUNDING LOKAL TRF 2	TIDAK AKTIF
2.	15.11	PMS REL 2 TRF 2	AKTIF
3.	15.44	PMT 150 KV TRF 2	AKTIF
4.	15.42	INC TRF 2 IN	AKTIF
5.	15.50	PMT INC TRF 2	AKTIF

Rincian tahapan pengisian minyak OLTC sebagai berikut

- a. Membuka flang fasilitas venting drain minyak OLTC dan juga konservator OLTC
- b. Membuka fasilitas venting pada OLTC
- c. Drain minyak OLTC trafo ke dalam drum kosong
- d. Membilas OLTC dengan mengisi minyak baru melalui fasilitas darin pada konservator OLTC
- e. Kuras OLTC dengan drain minyak OLTC trafo ke dalam drum kosong
- f. Filing minyak OLTC dengan minyak baru yang sudah di filter
- g. Pastikan level minyak telah mencukupi sesuai dengan indikator pada manometer
- h. Pastikan tidak ada gelembung dalam minyak OLTC dengan memventing melalui fasilitas venting pada OLTC
- i. Menutup flang fasilitas drain minyak OLTC dan juga konservator OLTC
- j. Menutup fasilitas venting pada OLTC
- k. Merapihkan peralatan
- l. Pekerjaan selesai

Pelaksanaan pekerjaan Penggantian Minyak On Load Tap Changer (Oltc) Trafo 2 Gardu Induk (Gi) Rangkasbitung Baru 150 Kv Di PT. PLN (Persero) ULTG Rangkasbitung, dilaksanakan pada tanggal 08 Maret 2022 oleh bidang pemeliharaan gardu induk ULTG

Rangkas. Penggantian minyak OLTC melewati beberapa tahapan yang pertama filterisasi minyak yang di mana minyak baru yang digunakan sebanyak tiga tanki, satu tangki berisi 200 liter minyak. Setelah minyak baru tersedia, lalu minyak harus di filterisasi terlebih dahulu sebelum di masukan ke dalam trafo. Proses filterisasi menggunakan alat filterisasi minyak, setelah filterasi selesai proses selanjutnya di uji tegangan tembus minyak, ini bertujuan supaya minyak layak atau tidak untuk di jadikan isolasi pada trafo. Setelah melakukan uji tegangan tembus minyak dan di nyatakan sudah layak pakai, lalu minyak baru di diamkan sejenak, dan beralih ke trafo. Sebelum proses pengisian berlangsung, pastikan terlebih dahulu bahwa daerah pengerjaan trafo sudah di bebaskan tegangan. Lalu sebelum pengisian minyak baru ke dalam trafo, pastikan terlebih dahulu bahwa tidak ada minyak lama yang tersisa di dalam trafo, caranya yaitu dengan menguras minyak lama ke dalam tanki kosong. Setelah di pastikan bahwa tidak ada minyak lama yang tersisa dan tidak ada udara di dalam trafo, minyak baru siap untuk dimasukkan ke dalam trafo, setelah selesai pengisian minyak baru ke dalam trafo dan dipastikan semua sudah selesai dalam pengerjaan tegangan boleh di berikan kembali dalam daerah yang tadi di bebaskan tegangan. Pembebasan tegangan ini bertujuan agar dalam pengerjaan semua dalam keadaan aman, aman untuk manusia dan aman untuk perlengkapan. Penggantian minyak pada trafo ini kegiatan rutin yang di lakukan dalam setahun dua kali.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Trasformator ialah komponen elektronik yang digunakan untuk mentranfer tenaga listrik pada rangkaian listrik. Biasanya pemindahan ini terjadi pada dua buah hingga lebih rangkaian listrik dan pemindahan tenaga listrik biasanya dilakukan melalui induksi elektromagnetik. Pemindahan tenaga listrik bisa terjadi antara dua buah rangkaian listrik jika kebutuhan listrik antara keduanya berbeda-beda.

Proses penggantian minyak isolasi pada trafo yaitu, Membuka flang fasilitas venting drain minyak OLTC dan juga konservator OLTC, Membuka fasilitas venting pada OLTC, Drain minyak OLTC trafo ke dalam drum kosong, Membilas OLTC dengan mengisi minyak baru melalui fasilitas darin pada konservator OLTC, Kuras OLTC dengan drain minyak OLTC trafo ke dalam drum kosong, Filing minyak OLTC dengan minyak baru yang sudah di filter, Pastikan level minyak telah mencukupi sesuai dengan indikator pada manometer, Pastikan tidak ada gelembung dalam minyak OLTC dengan memventing melalui fasilitas venting pada OLTC, Menutup flang fasilitas drain minyak OLTC dan juga konservator OLTC, Menutup fasilitas venting pada OLTC.

DAFTAR REFERENSI

- Arismunandar, A. (2004). *Teknik tegangan tinggi*. Pradnya Paramita.
- Blackburn, J. L., & Domin, T. J. (2014). *Protective relaying: Principles and applications*. CRC Press.
- Djufri, I. (2022). *Transformator*. Deepublish.
- IEC. (2013). *Mineral insulating oils in electrical equipment – Supervision and maintenance (IEC 60422)*. IEC.
- IEC. (2020). *Fluids for electrotechnical applications – Mineral insulating oils (IEC 60296)*. IEC.
- IEEE. (2015). *Guide for acceptance and maintenance of insulating oil in equipment (IEEE Std C57.106-2015)*. IEEE.
- Kadir, A. (2013). *Transmisi tenaga listrik*. Universitas Indonesia Press.
- Naidu, M. S., & Kamaraju, V. (2010). *High voltage engineering*. McGraw-Hill.
- Nugroho, A., & Prasetyo, B. (2020). Pemeliharaan OLTC pada transformator tenaga 150 kV. *Jurnal Teknik Elektro*, 12(1), 45–52. <https://doi.org/10.26618/jte.v1i2.2380>
- PLN. (2014). *Buku pedoman pemeliharaan transformator tenaga*. PT. PLN (Persero).
- PLN. (2014). *Buku pemeliharaan reaktor*. PT. PLN (Persero).
- PLN. (2016). *SPLN D3.002-1:2016. Minyak isolasi untuk transformator dan peralatan listrik*. PT. PLN (Persero).
- PLN. (2019). *Standar pemeliharaan peralatan gardu induk*. PT. PLN (Persero).
- Stevenson, W. D. (1982). *Elements of power system analysis*. McGraw-Hill.
- Suryono. (2018). Analisis kualitas minyak transformator daya. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 10(2), 85–92.