

## Pengaruh Optimalisasi *Maintenance* Terhadap *On Load Tap Changer* Transformator Daya 50 MVA 150/20 kV

Sulistiyowati<sup>1</sup>, Slamet Nurhadi<sup>2</sup>, Dhimas Dhesah Kharisma<sup>3</sup>

e-mail: [dhimasdk@polinema.ac.id](mailto:dhimasdk@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

### Informasi Artikel

#### Riwayat Artikel

Diterima 09 Agustus 2022

Direvisi 14 Oktober 2022

Diterbitkan 28 Oktober 2022

#### Kata kunci:

OLTC Transformator  
*Maintenance*

#### Keywords:

OLTC Transformator  
*Maintenance*

#### Penulis Korespondensi:

Dhimas Dhesah Kharisma,

Jurusan Teknik Elektro,

Politeknik Negeri Malang,

Jl. Sukarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia.

E-mail: [dhimasdk@polinema.ac.id](mailto:dhimasdk@polinema.ac.id)

### ABSTRAK

Penyediaan energi listrik dengan yang kontinuitas penyaluran energi yang terjamin, dan kualitas tegangan yang baik sesuai dengan kebutuhan dunia industri perlu diperhatikan. Pengaturan tegangan (regulator tegangan) mutlak perlu dilakukan karena pengaruh tegangan input dari PLN selaku penyedia energi listrik yang fluktuatif, dan pengaruh perubahan beban yang berubah-ubah pada sisi konsumen. Adanya faktor diatas, penyesuaian tegangan dengan cara melakukan perpindahan tap perbandingan kumparan dengan peralatan OLTC (*On Load Tap Changer*). Metode yang digunakan dengan cara menganalisis perubahan pola beban, fluktuasi tegangan input, serta *maintenance* keseluruhan transformator daya. Sesuai dengan estimasi *life time* OLTC transformator, didapatkan *life time* sekitar 80 bulan 25 hari (6 tahun, 6 bulan, 25 hari). Dan setelah waktu 80 bulan 25 hari ini terlampaui maka seharusnya transformator dan perangkat on load tap changer dilakukan service menyeluruh. Jika dibandingkan dengan operasional tap changer secara manual, dapat menghemat perpindahan tap changer sampai 4 kali perpindahan dalam 1 jamnya atau sekitar 34560 kali perpindahan tap dalam 1 tahun dan didapatkan perbaikan sebesar 57,14%.

### ABSTRACT

*It is necessary to pay attention to the supply of electrical energy with guaranteed continuity of energy distribution, and good voltage quality in accordance with the needs of the industrial world. Voltage regulation (voltage regulator) absolutely needs to be done because of the influence of the input voltage from PLN as a provider of fluctuating electrical energy, and the influence of changing load changes on the consumer side. The existence of the above factors, voltage adjustment by changing the coil comparison tap with OLTC (On Load Tap Changer) equipment. The method used is by analyzing changes in load patterns, fluctuations in input voltage, and overall maintenance of power transformers. In accordance with the estimated life time of the transformer OLTC, the obtained life time is around 80 months and 25 days (6 years, 6 months, 25 days). And after the 80 months and 25 days have passed, the transformer and the on load tap changer device should be thoroughly serviced. When compared with manual tap changer operations, it can save up to 4 times the displacement of the tap changer in 1 hour or about 34560 times the displacement of the tap in 1 year and an improvement of 57.14% is obtained.*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri khususnya industri semen (PT. Semen Gresik), energi listrik merupakan salah satu energi yang sangat penting untuk menunjang operasional produksi. Sehingga dapat dikatakan energi listrik merupakan energi yang sangat vital dan strategis dalam perkembangan perusahaan. Dengan perkembangan tersebut maka perlu sekali penyediaan energi listrik dalam jumlah yang besar dengan kontinuitas pendistribusian (penyaluran) yang baik dan kualitas yang terjamin, agar dapat mencukupi energi yang diperlukan masyarakat pada umumnya dan perusahaan pada khususnya. Mengingat vital dan strategisnya fungsi serta peranan energi listrik, maka ketersediaan dan kontinuitas energi listrik harus memenuhi azas 3A yaitu andal, aman, dan akrab lingkungan bagi yang menyediakan maupun yang memanfaatkan energi listrik tersebut. Disamping itu PLN dalam hal ini sebagai penyedia energi listrik diharapkan dapat memberikan pelayanan kepada pengguna/konsumen dengan baik, sehingga pemanfaatan energi listrik dapat memberikan manfaat yang memuaskan bagi semua konsumen.

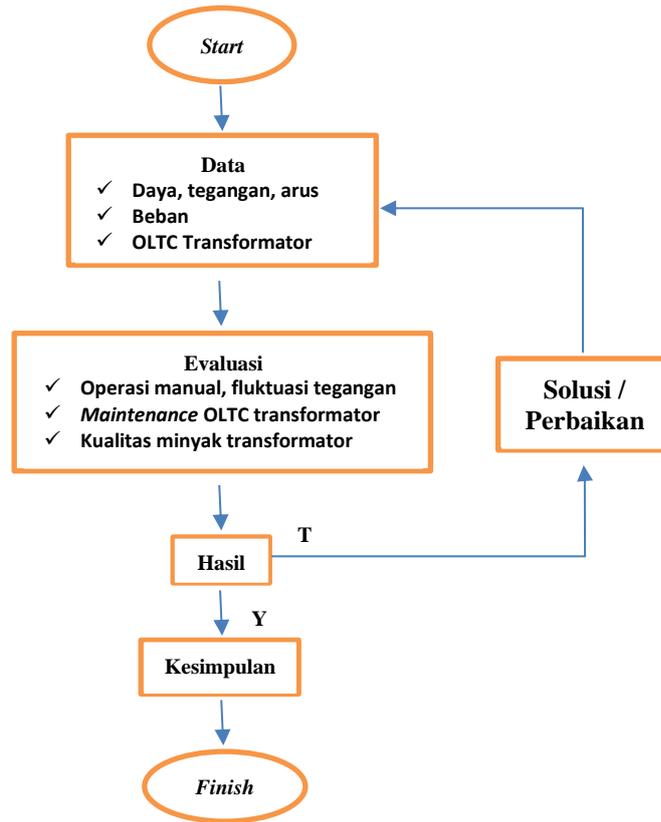
Di sini terlihat bahwasanya transformator yang didalamnya terdapat *on load tap changer* (OLTC) diharapkan dapat menjaga kualitas tegangan yang di pengaruhi oleh fluktuasi tegangan baik yang terjadi karena tegangan input dari PLN (sesuai kontrak 150 kV), maupun perubahan disisi beban [1]. Dapat kita lihat bawa faktor-faktor diatas sangat berpengaruh terhadap kinerja operasi *on load tap changer* (OLTC) [2]. Dengan operasi kerja yang tinggi maka komponen peralatan *on load tap changer* dituntut untuk bekerja secara maksimal, khususnya komponen kontak yang bekerja sebagai komponen aktif dan langsung berhubungan dengan tegangan tinggi [3]. Disamping itu diharapkan komponen yang ada pada *on load tap changer* (OLTC) khususnya komponen kontak yang bekerja sebagai komponen aktif dapat di perkecil operasionalnya sehingga *life time* dari *on load tap changer* dapat tercapai sesuai dengan standar pabrik. Selain itu perlu ditingkatkan lagi mengenai *maintenance* baik *preventive*, *predictive* maupun *corective* terhadap komponen utama ataupun penunjang sehingga *on load tap changer* dapat bekerja secara maksimal, dan kerusakan-kerusakan yang terjadi dapat di minimalisir [4].

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian di mulai dengan melakukan perawatan berkala. Mengoperasikan sistem secara manual, kemudian diamati fluktuasi tegangan input. Kestabilan tegangan input juga mempengaruhi keandalan sistem yang berdampak pada efisiensi. Kemudian jenis beban yang digunakan mempengaruhi mempengaruhi dari sistem.

Pada Gambar 1, penelitian dimulai pengumpulan data berupa data-data tentang transformator secara keseluruhan, termasuk fluktuasi tegangan, arus, pola perubahan beban. Kemudian dilanjutkan dengan pengamatan dan pengukuran di lapangan. Setelah itu, dilakukan evaluasi dan analisis, seperti operasi manual OLTC trafo dan, *maintenance* trafo. Jika didapatkan hasil yang bagus, dilanjutkan dengan kesimpulan dan selesai. Jika didapatkan hasil yang jelek, maka perlu dilakukan optimalisasi *maintenance* dan kembali ke evaluasi dan analisis. Apabila proses optimalisasi *maintenance* sudah bagus, dilanjutkan kesimpulan dan selesai.

Hasil penelitian diharapkan dapat membuat *life time* OLTC transformator daya yang lebih panjang akibat adanya optimalisasi sistem *maintenance* kelistrikan yang ada di PT Semen Gresik Area Tuban III yang sebelumnya sering terjadi pengoperasian OLTC pada transformator daya.



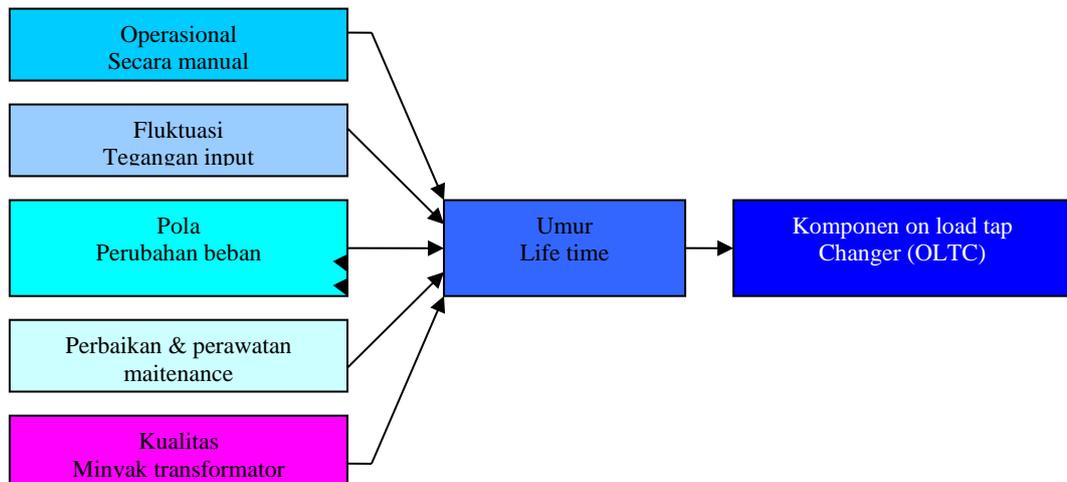
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Operasional pemeliharaan transformator dan OLTC yang dilakukan pada waktu over houle

Permasalahan yang sering dihadapi bagian pemeliharaan listrik adalah masalah tentang sistem maintenance (perawatan dan pemeliharaan) dan perkiraan life time (umur pakai) kontak on load tap changer trafo daya yang dapat mengakibatkan terganggunya kinerja operasional trafo daya

Dengan demikian untuk menyikapi permasalahan yang timbul, maka dapat dicari penyelesaian mengenai masalah yang ada dengan menerapkan sistem *maintenance* (perawatan dan pemeliharaan) secara berkala dan terjadwal (Gambar 2). Dan perhitungan kontak on load tap changer transformator daya disini digunakan untuk memperkirakan kapan waktunya service ataupun penggantian kontak yang rusak.



Gambar 2. Diagram Alir Maintenance Transformator Daya

Pada waktu over houle maintenance secara otomatis kita melakukan pemadaman. Setelah dipadamkan secara menyeluruh, yang perlu dilakukan antara lain pembersihan isolator-isolator baik isolator tarik maupun gantung dan juga perangkat yang meliputi disconnecting switch, circuit breaker, potential transformer, current transformer, lighting arrester, disamping itu juga bushing-bushing isolator transformator juga dibersihkan dari kotoran yang menempel khususnya debu semen.

Biasanya dalam pembersihan isolator bahan yang digunakan antara lain pasta isolator warna hijau dan merah juga larutan dimetil. Setelah isolator dibersihkan dengan pasta dan dibilas dengan larutan dimetil kemudian isolator kita ukur tegangan tembusnya dengan menggunakan alat ukur megger dengan skala giga ohm dan tegangan yang digunakan 2000 Volt. Apabila isolator yang diukur nilai yang didapat kurang dari standart maka harus dilakukan pembersihan lagi sampai hasil bagus, agar tidak terjadi corona waktu dioperasikan.



Gambar 3. Overhaul OLTC

### 3.2. Pemeriksaan dan perbaikan peralatan elektrik tegangan tinggi

Pengecekan dan perbaikan perangkat ini jarang dilakukan, dan hanya bisa dilakukan pada waktu shut down. Setelah kita menguras minyak transformator pada bagian OLTC maka selanjutnya kita akan membuka cover penutup tangki OLTC. Setelah terbuka maka akan terlihat secara keseluruhan dari komponen yang ada, langkah pertama kita bersihkan komponen dari sisa minyak transformator sampai benar-benar bersih. Pengecekan terhadap peralatan utama dari OLTC yang berupa transition resistor, insulating shaft, set of change over selector including the fixed contacts, moving contact system, fixed contac single, fixed contact double. Kita cek satu persatu peralatan tersebut jika ada cacat harus dicatat terlebih dahulu sebagai data. Setelah itu persiapkan komponen yang baru. Karena fungsi berat yang dipikul perangkat OLTC ini maka secara keseluruhan jenis dari contact harus diganti dengan yang baru. Perangkat tersebut meliputi moving contact, fixed contact baik yang single maupun double, change over selector include fixed contact. Kemudian cek juga transition resistor, pastikan tidak ada bagian yang cacat. Apabila ada yang cacat harus ganti dengan yang baru. Kemudian setelah semua pekerjaan telah selesai kemudian bersihkan lantai tangki OLTC dari semua kotoran terutama kotoran carbon. Setelah itu kita tutup cover tangki dan jangan lupa ganti paking pada cover ini untuk menghindari kebocoran.



Gambar 4. Panel kontrol transformator dan Relay 42/50 MVA,150/20 kV area Tuban III

### 3.3. Pengecekan dan perbaikan geneva gear OLTC

Bersihkan perangkat ini dari semua kotoran terutama gram-gram yang ditimbulkan. Kemudian berikan pelumasan baik dengan oli maupun grease secukupnya pada bagian-bagian poros dan bagian gearnya. Kencangkan semua pengikat yang ada.

### 3.4. Pembersihan dan retorque peralatan Neutral Grounding Resistor (NGR).

Cek semua bagian dari NGR, kita teliti apakah ada bagian yang cacat atau tidak. Dilanjutkan dengan pembersihan component NGR dari semua kotoran yang ada, kita lanjutkan dengan retorque mur dan baut pada semua titik persambungan kabel.



Gambar 3.4. *Neutral Grounding Resistor* PT. Semen Gresik area Tuban III

### 3.5. Pengecekan dan perbaikan kontrol transformator dan OLTC di operator room

Bersihkan semua komponen dari kotoran, kemudian cek semua peralatan kontrol baik transformator maupun OLTC. Untuk peralatan proteksi transformator yang meliputi antara lain SPAD 346 C1, SPAJ 140 C, SPAJ 110 C, SPAU 121 C. Pengecekan ulang setting yang ada, dan lakukan uji relay terhadap peralatan tersebut. Ini dilakukan untuk mengetahui apakah peralatan tersebut berfungsi dengan baik. Sedangkan untuk peralatan control OLTC kita lakukan pengecekan terhadap voltage regulator OLTC baik fungsi maupun settingnya. Serta untuk komponen kelistrikan yang lain cek fungsinya apabila ada cacat harus diperbaiki jika memungkinkan ganti dengan yang baru.

### 3.6. Pengecekan dan pengantian minyak transformator OLTC

Setelah melakukan perbaikan high voltage komponen OLTC secara tidak langsung juga telah mengetahui kualitas minyak transformator dengan cara melihat endapan carbon yang mengendap pada bagian dasar kompartemen OLTC dan hasil dari pengecekan minyak transformator yang dilakukan secara berkala dan harus mendapatkan hasil pengecekan sesuai dengan standart yang di tentukan yaitu sebesar 60KV dengan jarak 2,5mm. Setelah mengetahui hasil dari pengecekan kemudian siapkan minyak transformator yang sesuai dengan spesifikasi minyak transformator yang lama.

### 3.7. Pemfilteran atau purifying minyak transformator utama

Setelah mengetahui hasil pengecekan minyak transformator sesuai dengan standart yang telah ditetapkan. Apabila hasil kurang dari standart maka perlu dilakukan purifying minyak transformator dengan cara minyak transformator dipanaskan terlebih dahulu agar uap-uap air yang terkandung didalam minyak transformator dapat dipisahkan. Kemudian baru dilakukan pemfilteran minyak transformator agar sisa-sisa carbon hasil dari operasi serta gas yang terkandung didalam minyak transformator tersebut dapat dikembalikan sesuai dengan standar. Sebenarnya untuk purifying minyak transformator ini dapat dilakukan kapan saja karena sifat dari purifying ini dapat dilakukan pada saat berbeban (*on load*).

### 3.8. Pengecekan buchholz relay pada transformator

Pertama bersihkan relay buchholz dari kotoran yang menempel, kemudian kencangkan sambungan dari pengkabelan relay tersebut. Cek fungsi dari relay buchholz tersebut, rapikan kabel dan kemudian ditutup, apabila terdapat kesalahan fungsi kalau memungkinkan harus dibenahi jika tidak memungkinkan ganti dengan komponen yang baru.

### 3.9. Retorque mur baut kekencangan bushing, bus bar transformator dan peralatan 150 kV

Cek kondisi mur,baut, ring konection dan meretorque komponen tersebut. Biasanya yang perlu di torque conection pada bushing primer transformator, bus bar sisi sekunder, sambungan pada disconnecting switch, pada ciccuit breaker, voltage transformer, current transformer, dan lighting

arester. Standart retorque yang dipakai sekitar 90 sampai dengan 100 newton meter untuk kepala baut/mur 21 sampai 24mm.

### 3.10. Operasional pemeliharaan kontak on load tap changer (OLTC)

Berdasarkan hasil data yang diperoleh dari operator mainsub station yang dalam satu jam kerja yang didapatkan hasil 7 kali perpindahan tap changer. Dalam 1 hari kerja atau 24 jam kerja diperoleh perpindahan tap changer sebanyak 168 kali perpindahan tap. Setelah itu kita mengkalkulasi dalam satu bulan terdapat 5040 kali perpindahan tap changer, dan dalam satu tahun terdapat 60480 kali perpindahan tap changer. Setelah mengamati data dan anjuran dari pabrik pembuat transformator yang harus ada perbaikan yang bersifat preventive dalam 100.000 kali perpindahan tap maka live time operasi contact dapat diketahui selama 16 bulan 5 hari kerja (1 tahun, 4 bulan, 5 hari). Dan jika dilihat dari estimasi live time contact sebesar 500.000 kali perpindahan tap changer. Maka perhitungan live time contact dapat diketahui selama 80 bulan 25 hari kerja (6 tahun, 6 bulan, 25 hari). Setelah melewati live time contact selama 6 tahun, 6 bulan, 25 hari maka harus dilakukan perbaikan dan penggantian seluruh perangkat on load tap changer (OLTC).

Dari data operasional manual tap changer transformator yang dalam satu jam operasional didapatkan 4 kali perpindahan tap dengan asumsi operasional stabil. Maka dalam satu tahun operasi didapatkan 34560 perpindahan tap changer, maka untuk maintenance setelah 100.000 kali perpindahan tap didapatkan waktu sekitar 34 bulan 7 hari atau 2 tahun 10 bulan 7 hari. Dan jika dilihat dari estimasi kontak OLTC yang sebesar 500.000 perpindahan tap didapatkan waktu sekitar 170 bulan 35 hari atau 14 tahun 2 bulan 5 hari.



Gambar 3.5. Panel transformator dan komponen OLTC

### 3.11. Perbandingan operasi otomatis dan manual terhadap life time contact OLTC

Jika hasil operasi auto on load tap changer yang didapatkan hasil sebanyak 7 kali perpindahan tap, dibandingkan terhadap data hasil operasi manual on load tap changer sebanyak 4 kali perpindahan tap dalam satu jam kerja operasional. Maka dapat kita hitung hasil perpindahan tap dalam satu hari kerja terdapat 96 kali perpindahan tap dan dalam satu bulan terdapat 2880 kali perpindahan tap. Setelah kita kalkulasikan dalam satu tahun kerja didapat 34560 kali perpindahan tap. Jika dibandingkan dengan operasional OLTC secara auto yang didapatkan hasil sebesar 60480 perpindahan tap changer, terdapat selisih kira-kira 25920 perpindahan tap maka operasional manual lebih efektif dan efisien dari pada perpindahan tap dari pada operasional secara auto. Sehingga didapatkan perbaikan life time kontak OLTC sebesar 57,14 % dari life time sebelumnya. Dan dengan sistem maintenance yang terjadwal terhadap peralatan transformator secara menyeluruh didapatkan hasil untuk kerusakan dan trouble yang ditimbulkan selama operasi dapat diminimalisir.

## 4. KESIMPULAN

Sistem *maintenance* yang baik, meliputi *preventive*, *predictive* dan *corrected* terhadap transformator dan OLTC. *Maintenance* yang terjadwal dan terencana mempengaruhi life time OLTC. Fluktuasi tegangan input 150 kV yang display oleh PLN dan adanya perubahan beban operasi pada PT. Semen Gresik juga berpengaruh terhadap life time on load tap changer transformator. Analisis life time kontak OLTC dilapangan dapat ditentukan selama 16 bulan 5 hari untuk perbaikan dan perawatan maintenance dengan asumsi 100.000 perpindahan tap sedangkan untuk penggantian kontak menyeluruh dengan asumsi 500.000 perpindahan tap kita dapatkan live time sebesar 80 bulan

25 hari. Untuk yang preventive maintenance atau live time 100.000 perpindahan tap kita gunakan acuan dalam 1 jam operasional terdapat 7 kali perpindahan tap sehingga dalam 1 tahun operasional terdapat 60480 kali perpindahan tap. Dan sesuai dengan estimasi live time OLTC transformator, didapatkan life time sekitar 80 bulan 25 hari (6 tahun, 6 bulan, 25 hari). Dan setelah waktu 80 bulan 25 hari ini terlampaui maka seharusnya transformator dan perangkat on load tap changer dilakukan service menyeluruh. Jika dibandingkan dengan operasional tap changer secara manual, dapat menghemat perpindahan tap changer sampai 4 kali perpindahan dalam 1 jamnya atau sekitar 34560 kali perpindahan tap dalam 1 tahun dan didapatkan perbaikan sebesar 57,14%.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai dengan dana Dana DIPA Politeknik Negeri Malang tahun 2022 Skema Penelitian Reguler.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alkon Pelatihan, "Pengontrolan Peralatan Industri", 2018.
- [2] Suranto Anton, Perkuliahan D1 ophar GI dan Transmisi, 2018.
- [3] Kadir Abdul, Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik. Jakarta, 2018.
- [4] Institut Semen & Beton Indonesia, Pelatihan Operasi dan Pemeliharaan Mesin Listrik, 2014.
- [5] Buku panduan, Pemeliharaan On Load Tap Changer Tipe UZER250/300. ABB, 2013.
- [6] Buku panduan, Maintenance Transformator 42/50 MVA, 150/20 kV, ABB, 2012.
- [7] Luppall, *Electrical Power (Generation Transmission Distribution Switch Gear and Protection Utilization Energi and Electric Traction)*, Khansa publisher, 2010.
- [8] Marsudi Djiteng, Operasi Sistem Tenaga Listrik, Yogyakarta, 2006.
- [9] WS Teknik Elektro UGM, *Preventive Maintenance Of Electrical Equipment*, Yogyakarta, 2001.
- [10] PUIL, Peraturan Umum Instalasi Listrik, Bandung, 2000.
- [11] Sampeallo. Agusthinus S Galla, Wellem F. Jala, Moses. Darius, "Analisis Pengaturan Posisi Tap On Load Tap Changer Pada Transformator Daya 30 MVA 70/20 kV DI GI Maulafa", *Jurnal Media Elektro*, vol. VIII, no 2, 2022.
- [12] Syahputra. Baskara Eka, Utomo. Teguh, "Analisis Pengaturan On Load Tap Changer (OLTC) Sebagai Perbaikan Kualitas Tegangan Dan Rugi-rugi Daya Pada Transformator 150/20 kV", *Jurnal Teknik Elektro UB*, vol 6, no. 7, 2018
- [13] Suherman. Eri, Akbar. M, "Analisis Karakteristik Minyak Transformator Starlite 400 kVA Terhadap Tegangan Tembus", *Jurnal Teknik Elektro Universitas Darma Persada*, vol. X, no. 1, 2020.
- [14] Maruf. Ali, Primadiyono, Yohanes, "Analisis Pengaruh Pembebanan dan Temperatur Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga 60 MVA Unit 1 dan 2 Di GI 150 kV Kalisari", *Jurnal Edu Elektrika*, vol. 10, no. 1, 2021.
- [15] Senen. Adri, Dini. Hasna Satya, Anggaini. Dwi, Putera. Perdana, "Penentuan Kriteria Kapasitas Transformator Berdasarkan Proyeksi Kebutuhan Energi secara Mikrospasial", *Jurnal Elkomika*, vol.10, no. 1, 2022.
- [16] Jaya. Sundara Sudibya, Susanto. Bambang, Wijayanto. Kartono, Risdiyanto. Agus, "Perancangan dan Implementasi Pengendali Stabilitas Tegangan Otomatis Load Tap Changer Transformator Satu Fasa", *Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar*. 2020.
- [17] Syahputra. Roman, Yusmartato, Nasution. Ramayulis, Yusniati4, "Pengoperasian Transformator Dengan Menggunakan Tap Changer Aplikasi Gardu Induk Denai", *Journal of Electrical Technology*, vol. 5, no.2, 2020.

- [18] Wirajaya. I Putu Adi, Rinas. I Wayan, Sukerayasa. I Wayan, "Studi Analisa Pengaruh Total Harmonic Distortion (THD) terhadap Rugi-Rugi, Efisiensi, dan Kapasitas Kerja Transformator pada Penyulang Kerobokan", Jurnal Spektrum vol. 6, no. 2, 2019.
- [19] Badaruddin, Firdianto. Fery Agung, "Analisa Minyak Transformator Pada Transformator Tiga Fasa", Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu BuanaJurnal, vol.7, no.2, 2016.