

STUDI KOMPARASI TINGKAT ERROR TRANSFORMATOR ARUS 24 KV MENGGUNAKAN OMICRON CPC 100

Ananda Agustian¹, Muhammad Daud², Dedi Fariadi³, Arnawan Hasibuan⁴, Fajar Syahbakti Lukman⁵,
Ravi Andika Pramulya⁶

^{1,2,3,4,6}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

⁵PT PLN (Persero) UP3 Lhokseumawe

Email: ananda.200150038@mhs.unimal.ac.id¹, mdaud@unimal.ac.id², dedifariadi@unimal.ac.id³,
arnawan@unimal.ac.id⁴, fajar.syahbakti.lukman@gmail.com⁵, ravi.210150068@mhs.unimal.ac.id⁶

Corresponding Author : Muhammad Daud

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Email: mdaud@unimal.ac.id

Abstrak – Transformator arus merupakan komponen pokok dalam peralatan pengukuran dan proteksi yang berfungsi melindungi relay khususnya pada industri yang memakai tegangan tinggi maupun rendah. Pemeliharaan dan pengujian yang baik sangat diperlukan agar trafo arus menjadi lebih baik dari segi umur dan kualitasnya. Untuk itu, diperlukan pemeriksaan dan pengujian trafo arus termasuk tingkat error-nya saat diproduksi ataupun saat pemakaian secara rutin agar terus terpantau kualitasnya. Studi ini menyajikan komparasi hasil pengukuran trafo arus menggunakan alat ukur Omicron CPC 100 untuk pengukuran tingkat error trafo arus dengan tegangan 24 kV dengan persentase injeksi arus 100%, 50%, dan 25%. Trafo arus yang diuji adalah trafo arus seri 17CI00020. Selanjutnya hasil pemeriksaan dan pengujian tersebut dibandingkan dengan standar yang berlaku. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa trafo arus yang diuji memiliki tingkat error yang sesuai dengan standar SPLN D3.014-1: 2009 dengan kelas akurasi 0,2. Pada pengujian trafo arus dengan injeksi 100% memiliki tingkat error yang paling baik yaitu 0%. Sedangkan pengujian dengan injeksi arus 50% dan 25% memiliki tingkat error lebih tinggi yaitu masing-masing 0,18% dan 0,29%.

Kata-kata kunci: Transformator arus, Omicron CPC 100, Pengujian transformator arus, Tegangan 24 kV.

Abstract – Current transformers are the main component in measurement and protection equipment which functions to protect relays, especially in industries that use high and low voltages. Good maintenance and testing is very necessary so that the current transformer becomes better in terms of life and quality. For this reason, it is necessary to inspect and test current transformers including their error levels when they are produced or during routine use so that their quality continues to be monitored. This study presents comparison of the results of current transformer measurements using the Omicron CPC 100 measuring instrument for measuring the error level of current transformers with a voltage of 24 kV with current injection percentages of 100%, 50% and 25%. The current transformer tested is the 17CI00020 series current transformer. Furthermore, the results of the inspection and testing are compared with the applicable standards. The results of this research show that the current transformer tested has an error level that complies with the SPLN D3.014-1: 2009 standard with an accuracy class of 0.2S. In testing a current transformer with 100% injection, it has the best error rate, namely 0%. Meanwhile, tests with 50% and 25% current injection have higher error rates, namely 0.18% and 0.29% respectively.

Keywords: Current transformer, Omicron CPC 100, Current transformer testing, Voltage 24 kV.

I. PENDAHULUAN

Dalam industri kelistrikan, PT. PLN (Persero) menjadi penyedia layanan tenaga listrik terbesar di Indonesia dengan jaringan distribusi yang luas dan kompleks. Salah satu unit penyediaan listrik, yakni Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) di Lhokseumawe, mengoperasikan transformator arus 24 kV untuk mengukur arus pada berbagai titik dalam sistem distribusi.

Trafo arus merupakan suatu peralatan yang digunakan sebagai alat ukur dan pelindung relay pada industri yang menggunakan tegangan tinggi dimana trafo ini mempunyai fasilitas pengukuran yang aman untuk arus besar dan tegangan tinggi. Oleh karena itu diperlukan perawatan dan pengujian yang terjadwal agar trafo arus dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya pada saat beroperasi. Perawatan dan pengujian yang baik dapat meminimalisir gangguan dan kerusakan serta dapat memperpanjang umur trafo arus [1].

Penggunaan trafo arus sangat penting untuk pengukuran pada jaringan tenaga listrik dan dituntut dapat bekerja sesuai fungsi dan kemampuannya. Oleh karena itu, setiap trafo arus yang akan digunakan oleh PLN harus memenuhi kriteria standar yang ditetapkan dalam SPLN D3.014-1:2009. Berdasarkan SPLN D3.014-1:2009, trafo arus yang memenuhi standar harus mampu melewati beberapa tes [2].

Namun, data historis dari PT. PLN (Persero) UP3 Lhokseumawe menunjukkan adanya peningkatan gangguan atau ketidakpastian dalam pengukuran transformator arus 24 kV. Peningkatan tingkat kegagalan atau penyimpangan dari standar kinerja yang diharapkan. Penurunan akurasi seiring dengan usia transformator arus menjadi perhatian utama, yang mungkin memengaruhi sistem pengukuran transformator arus PT. PLN (persero) UP3 Lhokseumawe.

Penelitian terdahulu terkait permasalahan ini diantaranya adalah pengujian transformator arus 150 kV untuk sistem proteksi transformator tenaga 3 Gardu Induk Purworejo, yang menerangkan tentang kesalahan transformasi saat ini dapat menyebabkan kesalahan pengukuran dan kegagalan sistem proteksi [1]. Penelitian lain berupa evaluasi akurasi transformator arus (CT) pengukuran pada transaksi energi, yang menerangkan pengukuran transaksi energi harus dilakukan dengan benar agar tidak timbul kerugian, sehingga perusahaan tidak mengalami kerugian dan pelanggan tidak dirugikan. Penelitian tersebut dilakukan dengan metode yang telah memenuhi syarat untuk kebutuhan sistem pengujian transformator arus untuk transaksi energi [3]. Selanjutnya pengujian rutin trafo arus 24 kV di Laboratorium Hubung Singkat PT. PLN (PERSERO) Puslitbang Ketenagalistrikan, menerangkan adanya pengujian transformator arus 24 kV, untuk memisahkan yang cacat atau yang menyimpang dari persyaratan standar [4].

Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis mendalami perihal pengujian transformator arus 24 kV secara teratur menggunakan peralatan khusus yaitu Omicron CPC 100 untuk memastikan keandalan pengukuran dan fungsionalitas transformator arus tersebut sesuai dengan standar yang ditentukan. Penelitian dilakukan dengan mengambil studi kasus pada transformator 24 kV pada jaringan listrik di Kota Lhokseumawe.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Transformator

Transformator atau sering disingkat trafo adalah suatu alat elektromagnetik yang digunakan untuk mentransfer energi listrik antara dua rangkaian atau lebih melalui medan magnet, tanpa menghubungkan keduanya secara langsung [5]. Trafo ini bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnetik dan hanya dapat bekerja pada tegangan arus bolak-balik (AC). Transformator memegang peranan yang sangat penting dalam pendistribusian tenaga listrik [6].

B. Transformator Arus

Transformator arus merupakan peralatan yang digunakan pada sistem transmisi dan distribusi energi listrik pada gardu induk [5][6]. Trafo arus berfungsi untuk melakukan pengukuran dan menjadi proteksi bagi relay yang ada pada industri yang telah memenuhi kelayakan untuk melakukan pengukuran dan keamanan pada transformator [1].

C. Rasio Transformer Arus

Rasio transformator mengacu pada rasio antara jumlah belitan pada belitan primer dan sekunder pada transformator [7]. Rasio ini sangat penting karena menentukan seberapa besar tegangan atau arus yang akan diubah dari sisi primer ke sisi sekunder atau sebaliknya [8][9].

$$K_n = I_p / I_s \quad (1)$$

Persamaan untuk kesalahan arus (*current error*) adalah sebagai berikut :

$$e = (K_n \cdot I_s - I_p) / I_p \times 100 \quad (2)$$

Keterangan :

K_n	: Perbandingan transformasi
e	: Kesalahan arus (%)
I_s	: Arus sekunder (A)
I_p	: Arus primer (A)

D. Omicron CPC 100

Omicron CPC 100 adalah alat pengujian berbasis mikroprosesor yang serbaguna dan portabel, dirancang untuk mengukur dan menguji peralatan listrik dan sistem daya. CPC 100 memiliki kemampuan untuk melakukan berbagai jenis pengujian di lapangan atau di dalam laboratorium [10]. Gambar 1 menyajikan wujud alat Omicron CPC 100.



(a)



(b)

Gbr. 1 Contoh suatu Omicron CPC 100: (a) tampak atas, (b) tampak samping

III. METODOLOGI

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) UP3 Lhokseumawe yang berlokasi di Jl. Merdeka, No 2, Cunda, Kota Lhokseumawe. Waktu penelitian mulai dilaksanakan pada 13 Maret 2024 yang dimulai dengan tahap perumusan masalah penelitian hingga analisis dan evaluasi penelitian selesai pada 3 April 2024.

B. Tahapan Penelitian

Berikut ini adalah tahapan penelitian yang telah dilaksanakan:

1. Studi pustaka. Penelitian ini diawali oleh studi pustaka untuk mencari teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat melakukan penelitian yang bersumber dari data-data sebelumnya.
2. Perumusan Masalah. Setelah menemukan teori yaitu merumuskan masalah yang akan dilakukan pada penelitian ini sehingga terdapat masalah yang akan diteliti yang berkaitan pada tujuan dan kesimpulan yang akan datang setelah penelitian dilakukan.
3. Penyediaan Alat dan Bahan. Menyediakan alat dan bahan merupakan hal yang harus dilakukan untuk melakukan sebuah penelitian untuk mengetahui alat dan bahan apa saja yang digunakan [11].
4. Instalasi Pengujian. Melakukan instalasi pengujian sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan sehingga hasil yang didapatkan akan maksimal dan akurat.
5. Pengujian Transformator Arus. Setelah melakukan penginstalan, dilakukan sebuah pengujian pada alat Omicron CPC 100 terhadap transformator 24 kV yaitu dengan 8 sampel pengujian.
6. Analisis Hasil dan Evaluasi. Setelah mendapatkan hasil kedelapan sampel tersebut, maka akan dilakukan evaluasi dan analisa terhadap alat dan hasil apakah sudah sesuai dengan standar.
7. Penulisan Laporan. Setelah mendapatkan hasil dari analisa dan evaluasi lalu menuliskan laporan yang akan digunakan untuk sebuah karya ilmiah.

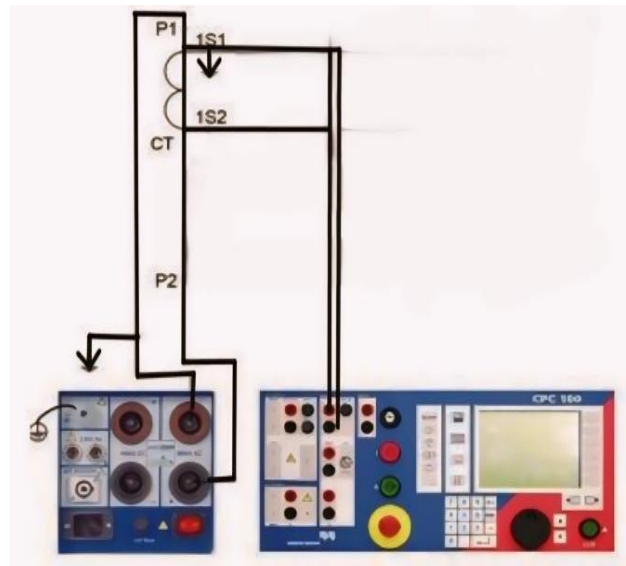
C. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini menggunakan dua jenis pengumpulan data yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer. Data yang dimaksud berupa rangkaian pengujian yang dilakukan pada sebuah transformator menggunakan Omicron CPC 100 dengan menginjeksikan transformator arus 24 kV pada alat tersebut untuk mencari hasil dari tingkat rasio dan pengujian polaritas yang sesuai dengan standar [12]. Rangkaian dimulai dengan menginjeksikan kabel injektor transformator arus P1 dan P2 dikaitkan pada alat, lalu memasang kabel injektor kedalam indikator range pada alat Omicron CPC 100 [13], lalu memakai inti 1S1 dan 1S2 yang dipasangkan pada

tampak depan Omicron CPC 100 untuk melakukan pengukuran seperti diperlihatkan pada Gambar 2.

2. Data Sekunder. Data yang dimaksud adalah data pengumpulan sampel yang dilakukan pengujian menggunakan Omicron CPC 100.



Gbr. 2 Rangkaian Pengujian

D. Metode Analisis Data

Data yang sudah terkumpul digunakan sebagai acuan untuk menganalisis sehingga dapat dilakukan sebuah pengujian pada trafo arus menggunakan Omicron CPC 100 [14]. Tabel 1 menyajikan alat dan bahan yang digunakan saat melakukan pengujian.

TABEL I
Alat dan Bahan

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan	Jumlah
1	Transformator Arus 24 kV	Digunakan sebagai objek penelitian untuk mengukur dan menghitung rasio transformator arus	8
2	Omicron CPC 100	Alat ukur dan pengujian khusus yang digunakan untuk melakukan pengukuran dan perhitungan rasio trafo arus	1
3	Multimeter	Digunakan untuk mengukur nilai listrik seperti arus dan tegangan	1
4	Laptop/ Komputer	Digunakan untuk mengelola dan menganalisis data yang dihasilkan oleh Omicron CPC 100	1
5	Tang Ampere	Digunakan untuk mengukur arus listrik	1
6	Kabel Injektor	Digunakan untuk menginjeksikan arus dari trafo ke alat Omicron CPC 100	1

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Transformator Arus Seri 17CI00020 dengan Tiga Variasi Arus

Hasil analisis data pada transformator arus seri 17CI00020 ditunjukkan melalui pengujian dengan tiga variasi arus sebesar 25%, yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3.

Gbr. 3 Pengujian Trafo Arus Seri 17CI00020 Arus 25%.

Pada hasil pengujian trafo 25% diperoleh hasil error -0,29%. Hasil tersebut masih dikategorikan kedalam error yang layak digunakan. Pada transformator ini menggunakan rasio 20/5 sehingga perbandingannya sedikit lebih besar dari transformator yang memiliki rasio 10/5 [15].

Berikut ini adalah perhitungan trafo arus seri 17CI00020 arus 25%.

$$\begin{aligned} \% &= ((K_n \cdot I_s) - I_p) / I_p \times 100\% \\ \% &= ((4 \times 5) - 20) / 20 \times 100\% \\ \% &= ((4 \times 0,9298) - 3,7300) / 3,7300 \times 100\% \\ \% &= -0,29\% \end{aligned}$$

Pada perhitungan manual diperoleh Error -0,29%. Perhitungan manual yang dilakukan dengan mengamati hasil dari alat Omicron CPC 100 [16].

Adapun hasil dari pengujian 50% pada pengujian seri ini terdapat pada Gambar 4.

Gbr. 4 Pengujian Trafo Arus Seri 17CI00020 Arus 50%

Pada hasil pengujian trafo 50% diperoleh hasil error -0,18% hasil tersebut masih dikategorikan ke dalam error yang layak digunakan [17].

Berikut ini adalah perhitungan manual trafo arus seri 17CI00020 arus 50%.

$$\begin{aligned} \% &= ((K_n \cdot I_s) - I_p) / I_p \times 100\% \\ \% &= ((4 \times 5) - 20) / 20 \times 100\% \\ \% &= ((4 \times 1,23531) - 4,9500) / 4,9500 \times 100\% \\ \% &= -0,18\% \end{aligned}$$

Adapun hasil dari pengujian 100% pada pengujian seri ini terdapat pada Gambar 5.

Gbr. 5 Pengujian Trafo Arus Seri 17CI00020 Arus 100%

Pada hasil pengujian trafo 100% diperoleh hasil error -0,00% hasil tersebut dikategorikan ke dalam error yang paling sempurna.

Berikut adalah perhitungan trafo arus seri 17CI00020 arus 100%.

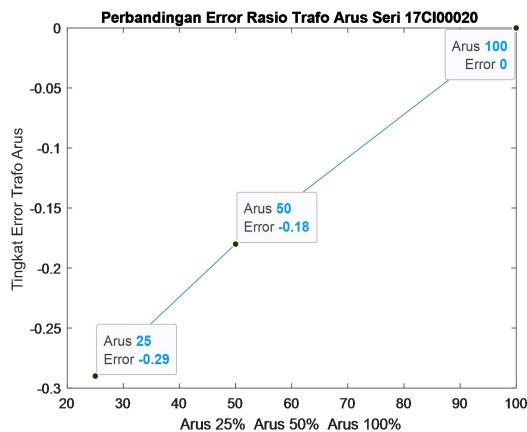
$$\begin{aligned} \% &= ((K_n \cdot I_s) - I_p) / I_p \times 100\% \\ \% &= ((4 \times 5) - 20) / 20 \times 100\% \\ \% &= ((4 \times 2,19495) - 8,7800) / 8,7800 \times 100\% \\ \% &= -0,00\% \end{aligned}$$

Dari pengujian tersebut diperoleh tabel perbandingan untuk mengetahui pengaruh variasi arus pada trafo seri 17CI00020, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL II
Variasi Arus Transformator Arus Seri 17CI00020

No.	Inti	Arus	Arus Primer	Arus Sekunder	Error %
1	1S1-1S2	25%	3,7300 A	929,80 mA	-0,29 %
2	1S1-1S2	50%	4,9500 A	1,23531 A	-0,18 %
3	1S1-1S2	100%	8,7800 A	2,19495 A	-9,00 %

Hasil pada Tabel 2 dapat direpresentasikan dalam bentuk grafik, seperti diperlihatkan pada Gambar 6. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi arus yang diinjeksikan maka akan semakin baik error yang dihasilkan, sebaliknya semakin rendah arus yang diinjeksikan maka nilai error semakin rendah.



Gbr. 6 Grafik perbandingan tingkat error rasio seri 17CI00020

B. Uji Polaritas

Uji polaritas sangat penting untuk memastikan bahwa arus yang mengalir melalui belitan primer (arus pengenalan) menghasilkan arah arus yang sesuai pada belitan sekunder (arus keluaran). Tabel uji polaritas seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

TABEL III
Uji Polaritas

No.	No Seri	Inti	Arus	Error %	Error %
1	17CI00020	1S1-1S2	25%	-0,29 %	-0,29 %
2	17CI00020	1S1-1S2	50%	-0,18 %	-0,18 %
3	17CI00020	1S1-1S2	100%	-9,00 %	-9,00 %

Dari hasil uji polaritas di atas terdapat bahwa semua pengujian yang dilakukan sudah benar, menghasilkan OK pada hasil pengujian.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menguji transformator arus dengan tegangan 24 kV dengan kondisi tiga jenis injeksi arus yaitu 25%, 50% dan 100%. Transformator arus 24 kV yang digunakan adalah seri 17CI00020. Besarnya tingkat error saat pengujian masih sesuai dengan standar SPLN D3.014-1: 2009 yaitu dengan tingkat kelas akurasi 0,2. Pada pengujian trafo arus dengan injeksi arus 100% memiliki tingkat error yang paling sempurna yaitu 0,00%, diikuti trafo dengan injeksi arus 50% dan 25% yang memiliki tingkat error lebih tinggi yaitu masing-masing 0,18% dan 0,29%.

REFERENSI

[1] Margianto, R., Hani, S., & Syafriyudin, S. (2019). Pengujian Transformator Arus 150 kV untuk Sistem Proteksi Transformator Tenaga 3 Gardu Induk Purworejo. *Jurnal Elektrikal*, 3(1), 21–36. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/elektrikal/article/view/2478>.

[2] PT. PLN (Persero). (2011). SPLN D3.014-1:2009 Transformator Arus.

[3] Mulyana, A. C., Pramana, P. A. A., Sriyono, S. & Supriyadi, G. (2023). Evaluasi Akurasi Transformator Arus (CT) Pengukuran pada Transaksi Energi. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 11(2), 101-104. <https://doi.org/10.30869/jtech.v11i2.1257>.

[4] Tambunan, J. M. (2018). Pengujian Rutin Trafo Arus 24 kV di Laboratorium Hubung Singkat PT. PLN (Persero) Puslitbang Ketenagalistrikan. *Sutet*, 8(1), 539881.

[5] Ritonga, A. S., Muthalib, M. A., Daud, M., Lubis, H. A., Pokhrel, B. B., Phuyal, S., & Gohatre, U. B. (2021). Analysis of The Effect of Loading on The Transformers Usage Time. *Journal of Renewable Energy, Electrical, and Computer Engineering*, 1(2), 79-84.

[6] Gunawan, D. C. (2020). Transformator Listrik. *Mesin Mesin Listrik*, pp. 2–5.

[7] Hasanah, A. W., Koerniawan, T., & Yuliansyah, Y. (2019). Kajian Ketelitian Current Transformer (CT) Terhadap Kesalahan Rasio Arus pada Pelanggan 197 kVA. *Energi dan Kelistrikan*, 11(1), 389867.

[8] Bahri, Z. (2018). Penggunaan Transformator Arus untuk Pencegahan Pemakaian Arus Ilegal. *Journal of Electrical and System Control Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.31289/jesce.v2i1.1915>

[9] Tanjung, A. (2014). Rekonfigurasi Sistem Distribusi 20 kV Gardu Induk Teluk Lembu dan PLTMG Langgam Power untuk mengurangi Rugi Daya dan Drop Tegangan. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 11(2), 160-166.

[10] Dupuis, B., Merril, L., & Cirino, F. (2020). *A Guide for Using PTM and The CPC 100 to test Transformers*. Omicron.

[11] Sugiharto, A. (2015). Pemakaian dan Pemeliharaan Transformator Arus (Current Transformer/CT). *Swara Patra : Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 5(1).

[12] Bouchahdanea, M., & Bouzidb, A. (2019). Testing and Protection of Current Transformer Practical Experiences in using The CPC 100. *Int J Smart Grid Clean Energy*, 8, 125-130.

[13] Sukadana, I. W., Pujana, I. G. N. A., Yasa, I. W. S., & Asna, I. M. (2024). Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap On Grid System pada PT. Balifoam Nusa Megah Bali. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 7(1), 151-160.

[14] Wijayanto, P. A. R., Daud, M., Setiawan, A., & Hasibuan, A. (2023). Analisis Potensi Pemanfaatan Energi Angin pada Kawasan Wisata Bukit Gua Jepang Kota Lhokseumawe. *Jurnal Fokus Elektroda : Energi Listrik, Telekomunikasi*,

- Komputer, Elektronika Dan Kendali*), 8(1), 74–79.
<https://doi.org/10.33772/jfe.v8i1.67>.
- [15] Daud, M., Hasibuan, A., Siregar, W. V., Mursalin, M., & Fachroji, R. (2023). Analisis Perhitungan Penggunaan Energi Listrik Sumber DC Pada Rumah Tinggal Tipe 54 Bersumber Energi Terbarukan. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 5(2), 109-116.
- [16] Rinas, I. W. (2012). Studi Analisis Losses dan Derating Akibat Pengaruh THD pada Gardu Transformator Daya di Fakultas Teknik Universitas Udayana. *Teknologi Elektro*, 11(1).
- [17] Hutasuhut, A. A., Lubis, R. N., Amelia, A., Cholish, C., & Abdullah, A. (2024). Analisis Pengaruh Perubahan Beban terhadap Efisiensi Generator Kapasitas 12 MW dengan Metode Trial and Error di PT Permata Hijau Palm Oleo Belawan. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 7(1), 95-99.