

Overload Analysis Due to Capacity Decreasing Of 70 kV Power Transformer At Likupang Substation

Analisis Pengaruh Beban Lebih Terhadap Penurunan Kapasitas Transformator Daya 70 Kv di Gardu Induk Likupang

Ebenheazer Giroth¹⁾ Lily S. Patras²⁾ Maickel Tuegeh³⁾ Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia
E-mails : ebenheazergiroth04@gmail.com¹⁾, lily_spatras@unsrat.ac.id²⁾, maickel_tuegeh@unsrat.ac.id³⁾

Received:[date] ; revised:[date] ; accepted: [date]

Abstract — Transformer is an electrical device that converts alternating current voltage from one level to another using the principles of electromagnetic induction through a magnetic coupling. Each transformer has a nominal specified load by the manufacturer. With population growth, increased investments, and technological advancements, transformers are often handled fluctuating electrical loads, which can lead to overload conditions. This research are conducted to understand the impact of overload on transformers and how to calculate the possibility of overload. The analyzed transformer in this study is a 3-phase power transformer with a capacity of 20 MVA located at the Likupang Main Substation. This research aims to identify how to calculate the additional load that can result in a decrease in the transformer's capacity. Data for this research was collected from PT PLN (Persero) UPT Manado through interviews with field supervisors and by referring to relevant literature. In this study, several calculations were performed, such as full load current calculation and load on the transformer percentage. The calculation results show that the load on the transformer are varies. The highest load reaching 27.38% during 5 days in April and the lowest load is 16.97%. During 5 days in May, the highest load is 30.34% and the lowest is 18.70%. These results indicate that the transformer is still normal because the loading is within the safe limit and has not reached 80%, which is the threshold as an overload consideration.

Keywords—Overload, Capacity Reduction, Transformer, Loading

Abstrak — Transformator adalah perangkat listrik yang mengubah tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain menggunakan prinsip-prinsip induksi elektromagnet melalui gandengan magnet. Setiap transformator memiliki beban nominal yang telah ditentukan oleh produsen. Dengan pertumbuhan penduduk, investasi yang meningkat, dan kemajuan teknologi, transformator sering harus menangani beban listrik yang berfluktuasi, yang dapat menyebabkan gejala overload. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk memahami dampak dari overload pada transformator dan bagaimana menghitung kemungkinan terjadinya overload. Transformator yang dianalisis dalam penelitian ini adalah transformator daya 3 fasa berkapasitas 20 MVA yang terletak di Gardu Induk Likupang. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi cara menghitung beban ekstra yang dapat mengakibatkan penurunan kapasitas transformator. Data untuk penelitian ini dikumpulkan dari PT PLN (Persero) UPT Manado, melalui wawancara dengan pembimbing lapangan, dan dengan merujuk pada literatur terkait. Dalam penelitian ini, beberapa

perhitungan dilakukan, seperti perhitungan arus beban penuh dan persentase pembebanan pada transformator. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pembebanan transformator bervariasi, dengan pembebanan tertinggi mencapai 27.38% selama 5 hari bulan April dan pembebanan terendah mencapai 16.97%. Selama 5 hari di bulan Mei, pembebanan tertinggi adalah 30.34% dan terendah adalah 18.70%. Hasil ini menunjukkan bahwa transformator masih beroperasi dalam kondisi normal karena pembebanannya masih berada dalam batas aman dan belum mencapai 80%, yang merupakan ambang batas untuk dianggap overload.

Kata kunci : Overload, Penurunan Kapasitas, transformator, Pembebanan

I. PENDAHULUAN

Transformator adalah sebuah perangkat listrik yang mengalihkan tegangan arus bolak-balik dari satu tingkat ke tingkat yang lain melalui penggunaan kumparan dan prinsip-prinsip elektromagnetik. Transformator terdiri dari sebuah inti yang terbuat dari lapisan besi dan dua kumparan, yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. (Pembelajaran and Pembelajaran n.d.) Penggunaan yang efisien dan andal dari transformator memungkinkan pemilihan tegangan yang tepat dan ekonomis untuk berbagai keperluan, dan ini menjadikan arus bolak-balik sebagai metode yang sangat umum digunakan dalam pembangkitan dan distribusi tenaga listrik. Karena transformator memiliki beban nominal yang telah ditentukan oleh produsen dan merupakan perangkat kunci dalam sistem transmisi tenaga listrik, penting untuk diingat bahwa sistem transmisi semakin berkembang seiring dengan pertumbuhan penduduk, peningkatan investasi, dan kemajuan teknologi. Hal ini mengakibatkan transformator harus menangani beban energi listrik yang berfluktuasi atau tidak seimbang, yang dapat menyebabkan terjadinya gejala beban berlebih pada transformator. Beban berlebih terjadi ketika beban listrik yang disalurkan melebihi 80% dari kapasitas nominalnya. Ketika situasi ini terjadi, beban berlebih dapat menyebabkan kerugian *energy (losses)* dan mengakibatkan peningkatan suhu pada Transformator. Kenaikan suhu tersebut dapat menghasilkan panas yang berpotensi merusak bahan-bahan dalam Transformator, yang pada gilirannya dapat mempercepat penurunan kapasitas Transformator. Penurunan kapasitas ini dapat mengakibatkan kerusakan pada Transformator dan

mengganggu kinerjanya, yang pada akhirnya dapat menyebabkan pemadaman listrik yang mengakibatkan penurunan pendapatan karena energi listrik yang tidak terjual. rumusan masalah dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh beban lebih (*overload*) terhadap kapasitas daripada Transformator Daya yang ada di Gardu Induk Likupang. (Dan et al. 2018)

Mengingat lamanya waktu perbaikan gangguan yang terjadi pada Transformator, maka diperlukan usaha untuk pencegahan terjadinya kerugian besar akibat energi listrik yang tidak dapat disalurkan oleh Transformator. Berdasarkan masalah tersebut, penulis mencoba menganalisis Transformator Daya yang berada di Gardu Induk Likupang sebagai laporan tugas akhir kuliah dengan judul “Pengaruh Beban Lebih Terhadap Penurunan Kapasitas Transformator Daya Pada Gardu Induk Likupang” Mengingat lamanya waktu perbaikan gangguan yang terjadi pada Transformator, maka diperlukan usaha untuk pencegahan terjadinya kerugian besar akibat energi listrik yang tidak dapat disalurkan oleh Transformator. Berdasarkan masalah tersebut, penulis mencoba menganalisis Transformator Daya yang berada di Gardu Induk Likupang sebagai laporan tugas akhir kuliah dengan judul “Pengaruh Beban Lebih Terhadap Penurunan Kapasitas Transformator Daya Pada Gardu Induk Likupang

A. Transformator Daya

Transformator daya atau trafo adalah suatu peralatan listrik yang termasuk dalam klasifikasi mesin listrik statis (karena sekundernya tidak berputar), yang berfungsi menyalurkan tenaga/daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya menggunakan prinsip induksi elektromagnetik. (Hutagaol, Situmeang, and Zulfahri 2019)

B. Prinsip Kerja Transformator

Prinsip kerja transformator pada umumnya sama yaitu berdasarkan hukum induksi *faraday* dan hukum *Lorentz* yang mana arus bolak balik yang mengalir mengelilingi suatu inti besi maka inti besi akan berubah menjadi magnet. (Bahri, Gianto, and Arsyad 2015) Jika magnet tersebut dikelilingi oleh suatu kumparan maka kedua ujung tersebut akan terjadi beda potensial. Beda potensial yang berubah diperkuat oleh keberadaan inti besi. Inti besi berperan sebagai jalannya fluks yang ditimbulkan oleh arus listrik. (Munandar A, Kuwahara 2013)

C. Komponen-Komponen Transformator

Komponen transformator terdiri dari tiga bagian, yaitu peralatan utama, peralatan bantu, dan peralatan proteksi. Peralatan utama Transformator terdiri dari :

1. Kumparan Transformator

Kumparan trafo terdiri dari beberapa lilitan kawat tembaga yang terisolasi dengan (karton, *pertinax*, dll) untuk mengisolasi baik terhadap inti besi maupun kumparan lain. Untuk trafo dengan daya besar lilitan dimasukkan dalam minyak trafo sebagai media pendingin. Banyaknya lilitan akan menentukan besar tegangan dan arus yang ada pada sisi sekunder. Kadangkala Transformator memiliki kumparan tertier. Kumparan tertier diperlukan untuk memperoleh

tegangan tertier atau untuk kebutuhan lain. Untuk kedua kebutuhan tersebut, kumparan tertier selalu dihubungkan *delta*. Kumparan tertier sering juga untuk dipergunakan penyambungan peralatan bantu seperti kondensator *synchrone*, kapasitor *shunt*, dan *reactor shunt*. (Pembelajaran and Pembelajaran n.d.)

2. Inti Besi

Salah satu komponen yang ada di Transformator, inti besi terbuat dari lembaran-lembaran besi atau dikenal dengan silikon yang dijadikan satu dengan cara di klem. Fungsi adanya inti besi yaitu sebagai jalannya garis gaya magnet sebab arus yang mengalir di dalam trafo adalah arus bolak-balik sehingga dibutuhkan cara khusus untuk menghindari adanya kerugian arus histeris dan arus *Eddy*. Adapun fungsi inti besi yaitu mengurangi panas yang terjadi pada inti yang disebabkan oleh adanya arus *Eddy*. (Utomo 2019)

3. Minyak Transformator

Sebagian besar dari transformator tenaga, kumparan-kumparan dan intinya direndam dalam minyak transformator, terutama pada transformator-transformator daya yang berkapasitas besar. (Moch et al. n.d.) Minyak transformator selain berfungsi sebagai media pemindah panas (pendingin), juga berfungsi sebagai media isolasi (memiliki daya tegangan tembus tinggi). (Aditya Prayoga, Benson Marnahta, Edison Marulitua 2010)

4. Bushing

Bushing merupakan salah satu komponen pada transformator yang berfungsi sebagai penghubung antara belitan dengan beberapa jaringan luar. Ada 2 jenis *bushing* yang terdapat pada Transformator antara lain : *Bushing* primer yaitu *bushing* yang terpasang diatas tangki trafo dan dekat dengan *arrester* yang berfungsi sebagai penghubung antara sumber tegangan listrik yang akan dirubah tegangannya di dalam trafo. Kedua ada *bushing* sekunder yaitu *bushing* yang terpasang disisi depan trafo dan berfungsi sebagai penyalur tegangan keluaran atau output dari transformator yang siap disalurkan ke berbagai konsumen energi listrik. (Kasnalestari, Atmajaya, and Baqaruzi 2022)

5. Tangki dan Konservator

Pada umumnya bagian-bagian dari transformator yang terendam minyak transformator, berada atau ditempatkan di dalam tangki, dan untuk menampung pemuaiannya pada minyak transformator, maka tangki dilengkapi dengan sebuah konservator. (Editorial, Editorial, and Editor n.d.)

D. Pemeliharaan Transformator

Pemeliharaan transformator adalah serangkaian tindakan yang dilakukan secara teratur untuk menjaga performa optimal dan memperpanjang umur operasional transformator. (Kurniawan, Putra, and Hidayat 2020)

Berikut langkah umum yang dilakukan untuk pemeliharaan transformator :

1. *In Service Inspection*

In Service Inspection adalah kegiatan inspeksi yang dilakukan pada saat trafo dalam kondisi bertegangan/ operasi. Tujuan dilakukannya *in service inspection* adalah untuk mendeteksi secara dini ketidaknormalan yang mungkin terjadi didalam trafo tanpa melakukan pemadaman.(Kurniawan, Putra, and Hidayat 2020)

2. *In Service Measurement*

In Service Measurement adalah kegiatan pengukuran/ pengujian yang dilakukan pada saat trafo sedang dalam keadaan bertegangan/operasi (*in service*).

Tujuan dilakukannya *in service measurement* adalah untuk mengetahui kondisi trafo lebih dalam tanpa melakukan pemadaman.(Teknik et al. 2019)

E. *Beban Lebih*

Pembebanan lebih pada Transformator daya merupakan terjadinya penambahan beban pada Transformator daya yang melebihi batasbatas ketentuan dari kapasitas nominal Transformator tersebut. (Dwita Auliana 2019) Kapasitas nominal Transformator daya dapat diketahui seperti yang tercantum pada name plate dari masingmasing Transformator daya. Kapasitas ini merupakan data pengenalan dari Transformator daya, yang memberi pengertian bahwa Transformator daya yang dimaksud hanya dapat dibebani secara kontinyu dengan batas nominal pada suhu standard, tetapi Transformator daya tersebut masih mungkin dibebani lebih pada batas yang ditentukan dalam publikasi IEC 354/72 yang telah diangkat menjadi SPLN 17A/79.(Hutagaol, Situmeang, and Zulfahri 2019)

F. *Penurunan Kapasitas Transformator*

Penurunan merupakan menurunnya sebuah nilai dari nilai yang tinggi ke nilai yang rendah. Sedangkan kapasitas Transformator merupakan daya yang dimiliki oleh Transformator dalam satuan kVA (kilo Volt Ampere). Jadi penurunan kapasitas Transformator merupakan menurunnya nilai daya yang dimiliki oleh Transformator. (Avif, Andriawan, and Prenata 2022)

Penurunan kapasitas yang terjadi pada Transformator disebabkan karena adanya pembebanan berlebih sehingga menimbulkan risiko kerusakan pada Transformator dan kinerjanya menjadi tidak andal. Pengguna beban energi listrik yang semakin bertambah dan menjadikan Transformator bekerja menyalurkan beban energi listrik tidak sama atau tidak seimbang sehingga memicu adanya gejala beban lebih pada Transformator. (Agung, Syamsul, and Hermawan 2023)



Gambar 1. Namplate Trafo.

II. DATA DAN PERHITUNGAN

A. *Transformator 1 di Gardu Induk Likupang.*

Penelitian ini dilakukan di Gardu Induk Likupang dimana Transformator yang digunakan dalam penelitian ini adalah Trafo 1 dengan tegangan 70KV dan berkapasitas sebesar 20MVA 3 fasa.

B. *Data Pembebanan*

Berdasarkan Data Beban Transformator 1 yang beroperasi pada Gardu Induk Likupang yang telah diperoleh maka telah disusun data-data tersebut dalam tabel 1 dan tabel 2.

TABEL I.
 DATA BEBAN TRAF0 1 BULAN APRIL

JAM	ARUS			TEGANGAN			MW	MVAR	TAP	OIL	WINDING	
	R	S	T	R	S	T					HV	LV
00.00	35	35	35	65.8	66.1	65.8	3.7	0.6	14	44	43	44
01.00	33	33	33	65.8	66.1	65.8	3.7	0.6	14	44	43	44
02.00	33	33	33	65.8	66.1	65.8	3.7	0.6	14	44	43	44
03.00	33	33	33	65.9	66.2	65.9	3.7	0.6	14	44	43	44
04.00	33	33	33	65.9	66.2	65.9	3.7	0.6	14	44	43	44
05.00	33	33	33	65.9	66.2	65.9	3.7	0.6	14	44	43	44
06.00	36	36	36	65.9	66.1	65.8	3.8	0.6	14	44	43	44
10.00	39	39	39	64.4	64.4	64.3	3.9	1.3	15	52	53	53
14.00	39	39	39	63.6	63.8	63.8	4	1.3	16	52	53	53
16.00	41	41	41	64.9	64.9	64.9	4	1.3	15	51	50	51
18.00	47	47	47	65.4	65.4	65.4	4.0	0.9	15	51	50	51
19.00	47	47	47	65.8	65.8	65.8	5	0.7	14	51	50	51
22.00	41	41	41	66.6	66.6	66.6	4.3	0.6	13	48	47	48

TABEL II.
 DATA BEBAN TRAF0 1 BULAN MEI

JAM	ARUS			TEGANGAN			MW	MVAR	TAP	OIL	WINDING	
	R	S	T	R	S	T					HV	LV
00.00	35	35	35	65,7	65,9	65,6	3,8	0,6	13	44	44	44
01.00	33	33	33	65,7	65,9	65,6	3,8	0,6	13	44	44	44
02.00	33	33	33	65,7	65,9	65,6	3,8	0,6	13	44	44	44
03.00	33	33	33	65,7	65,9	65,6	3,8	0,6	13	44	44	44
04.00	33	33	33	65,6	65,8	65,5	3,8	0,6	13	44	44	44
05.00	33	33	33	65,6	65,8	65,5	3,8	0,6	13	44	44	44
06.00	35	35	35	65,6	65,8	65,5	3,7	0,7	13	44	44	44
10.00	42	42	42	64,5	64,5	64,5	4	1,2	15	52	51	52
14.00	44	44	44	64,6	64,6	64,6	4,4	1,5	15	54	53	54
16.00	42	42	42	64,6	64,6	64,6	4,3	1,3	15	50	51	52
18.00	53	53	53	65,2	65,2	65,2	5,4	0,8	15	50	51	52
19.00	51	51	51	65,8	65,8	65,8	5,2	0,6	15	48	49	50
22.00	42	42	42	67,2	67,2	67,2	4,3	0,6	13	47	48	49

C. *Perhitungan*

Perhitungan presentase Pembebanan dengan Arus Tertinggi dan Terendah pada bulan April yang telah didapatkan sehingga hasil yang diperoleh sebagai berikut :

1) Arus Tertinggi

$$I_r+I_s+I_t = 53 + 53 + 53 = 159 \text{ A} \tag{1}$$

$$I_{rata-rata} = \frac{159}{3} = 53 \text{ A} \tag{2}$$

$$V_r+V_s+V_t = 65.2 + 65.2 + 65.2 = 195.6 \text{ kV} \tag{3}$$

$$V_{rata-rata} = \frac{195.6}{3} = 65.2 \text{ kV} \tag{4}$$

$$P = V.I.\sqrt{3} \tag{5}$$

$$= 65.2 \times 53 \times 1.73$$

$$= 5978.18 \text{ kVA}$$

$$\frac{5978.18}{20000} \times 100\% = 29.89\% \tag{6}$$

Dari hasil perhitungan dengan nilai tertinggi di hari ke-10 pada jam 18:00 didapatkan total pembebanan Transformator sebesar 29.89%.

TABEL III
ARUS PEMBEBANAN TERTINGGI

JAM	Ir	Is	It
18.00	53	53	53

Tabel III diatas merupakan nilai perhitungan pembebanan arus yang di ambil pada saat nilai tertinggi pada jam tersebut sehingga dimasukan ke dalam tabel perhitungan arus.

TABEL IV
TEGANGAN PEMBEBANAN TERTINGGI

JAM	Vr	Vs	Vt
18.00	65.2	65.2	65.2

Tabel IV diatas merupakan nilai perhitungan pembebanan Tegangan yang di ambil pada saat nilai tertinggi pada jam tersebut sehingga dimasukan ke dalam tabel perhitungan arus.

2) Arus Terendah

$$I_r + I_s + I_t = 33 + 33 + 33 = 99 \text{ A} \tag{7}$$

$$I_{rata-rata} = \frac{99}{3} = 33 \text{ A} \tag{8}$$

$$V_r + V_s + V_t = 65.5 + 65.8 + 65.5 = 197.1 \text{ kV} \tag{9}$$

$$V_{rata-rata} = \frac{197.1}{3} = 65.7 \text{ kV} \tag{10}$$

$$P = V.I.\sqrt{3} \tag{11}$$

$$= 65.7 \times 33 \times 1.73$$

$$= 3750.81 \text{ kVA}$$

$$\frac{3750.81}{20000} \times 100\% = 18.75\% \tag{12}$$

Dari hasil perhitungan dengan nilai terendah di hari ke-10 pada jam 05:00 didapatkan total pembebanan Transformator sebesar 18:75%.

TABEL V
ARUS PEMBEBANAN TERENDAH

JAM	Ir	Is	It
05.00	33	33	33

Tabel V diatas merupakan nilai perhitungan pembebanan arus yang di ambil pada saat nilai terendah pada jam tersebut sehingga dimasukan ke dalam table perhitungan arus.

TABEL VI
TEGANGAN PEMBEBANAN TERENDAH

JAM	Vr	Vs	Vt
05.00	65.5	65.8	65.5

Tabel VI diatas ini merupakan nilai perhitungan pembebanan tegangan yang di ambil pada saat nilai terendah pada jam tersebut sehingga dimasukan kedalam tabel perhitungan tegangan yang ada pada tabel diatas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan dan Analisis Pembebanan : Hasil perhitungan presentase pembebanan pada Transformator yang diambil dari nilai tertinggi dan nilai terendah di 5 hari pada bulan April didapat :

TABEL VI
HASIL PERHITUNGAN NILAI TERTINGGI PADA BULAN APRIL

Bulan April		
hari	jam	%pembebanan
1	19:00	25.98%
13	19:00	26.75%
16	19:00	27.38%
18	22:00	26.69%
20	19:00	27.33%

Pada tabel VI diatas merupakan hasil perhitungan nilai pembebanan tertinggi selama 5 hari pada bulan April.

TABEL VII
HASIL PERHITUNGAN NILAI TERENDAH PADA BULAN APRIL

Bulan April		
hari	jam	%pembebanan
1	02:00	18.41%
13	02:00	18.81%
16	03:00	18.78%
18	05:00	19.52%
20	01:00	16.97%

Pada tabel VII diatas merupakan hasil perhitungan nilai pembebanan terendah selama 5 hari pada bulan April.

Dari hasil perhitungan diatas bisa disimpulkan bahwa kondisi dan kualitas dari Transformator dalam keadaan baik, dikarenakan pembebanan yang terjadi masih <80% untuk bisa dikatakan Overload.

Hasil perhitungan presentase pembebanan pada Transformator yang diambil dari nilai tertinggi dan nilai terendah di 5 hari pada bulan Mei didapat :

TABEL VIII
HASIL PERHITUNGAN NILAI TERTINGGI PADA BULAN MEI

Bulan Mei		
hari	jam	%pembebanan
8	18:00	30.12%
9	18:00	25.83%
10	18:00	29.89%
17	19:00	30.34%
24	18:00	29.68%

Pada tabel VIII diatas merupakan hasil perhitungan nilai pembebanan tertinggi selama 5 hari pada bulan Mei.

TABEL IX
HASIL PERHITUNGAN NILAI TERENDAH PADA BULAN MEI

Bulan Mei		
hari	jam	%pembebanan
8	04:00	18.70%
9	04:00	19.09%
10	05:00	18.75%
17	05:00	18.79%
24	02:00	19.32%

Pada tabel IX diatas merupakan hasil perhitungan nilai pembebanan terendah selama 5 hari pada bulan Mei

Dari hasil perhitungan diatas bisa disimpulkan bahwa kondisi dan kualitas dari Transformator dalam keadaan baik, dikarenakan pembebanan yang terjadi masih <80% untuk bisa dikatakan Overload.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan presentase pembebanan pada Transformator selama 5 hari di bulan April dan 5 hari di bulan Mei, dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Rata-rata pembebanan transformator selama 5 hari pada bulan April berada di kisaran 16.97% hingga 27.38%. Tidak ada data pembebanan yang mencapai atau melebihi 80%, yang merupakan batas *overload* yang tidak diinginkan, serta pembebanan tertinggi terjadi pada tanggal 16 dengan presentase 27.38%.
2. Rata-rata pembebanan transformator selama 5 hari pada bulan Mei berada di kisaran 18.70% hingga 30.34%. Tidak ada data pembebanan yang mencapai atau melebihi 80%, yang merupakan batas *overload* yang tidak diinginkan, serta pembebanan tertinggi terjadi pada tanggal 17 dengan presentase 30.34%.
3. Dari kedua bulan tersebut, bisa ditarik kesimpulan bahwa transformator berada dalam kondisi yang baik dan memiliki kualitas yang memadai. Hal ini dapat dilihat dari fakta bahwa pembebanan pada transformator selalu berada di bawah 80%, yang merupakan batas aman dan tidak menyebabkan masalah *overload*.

B. SARAN

1. Evaluasi Kapasitas Transformator: Selain memantau pembebanan transformator, juga penting untuk memastikan bahwa transformator memiliki kapasitas yang cukup untuk menangani beban saat ini dan potensial di masa depan. Jika diperlukan, pertimbangkan untuk melakukan evaluasi kapasitas dan *upgrade*.
2. Rencanakan Perawatan Rutin: Agar transformator tetap berfungsi dengan baik, pastikan dilakukan perawatan rutin sesuai dengan pedoman pabrikan atau standar yang berlaku. Perawatan yang tepat akan membantu memperpanjang masa pakai transformator dan mengurangi risiko kegagalan yang tidak diinginkan.
3. Tetap Patuhi Standar: Pastikan sistem tenaga listrik dan transformator selalu berada dalam batas yang ditetapkan oleh standar seperti *IEEE 446-1995 Power Quality*. Kepatuhan terhadap standar akan membantu menjaga integritas dan kinerja sistem secara keseluruhan.
4. Penting untuk terus memantau pembebanan transformator secara berkala dan mengamati tren pembebanan dari waktu ke waktu untuk memastikan transformator tetap berfungsi optimal. Dengan pembebanan yang tetap stabil di bawah batas aman, transformator diharapkan dapat beroperasi dengan baik dan memiliki masa pakai yang lebih panjang.
5. Dengan mengikuti saran-saran di atas, dapat meningkatkan kinerja, efisiensi, dan masa pakai sistem tenaga listrik serta transformator, sehingga memastikan operasional yang stabil dan andal dalam jangka panjang.

V. KUTIPAN

- Aditya Prayoga, Benson Marnahta, Edison Marulitua, M. Nahar. 2010. *Transformer Paper*.
- Agung, Rhezal, Kalam Syamsul, and Ahmad Hermawan. 2023. "Kajian Teknis Pemeliharaan Transformator Arus Pada Gardu Induk Pltu Tanjung Awar – Awar Babat." 10(1): 66–71.
- Avif, Muhammd, Aris Heri Andriawan, and Giovanni Dimas Prenata. 2022. "ANALISIS PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DAYA 300 KVA DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PT . SIER Di Dalam Suatu Sistem Tenaga Listrik Industri Tidak Sedikit Terdapat Adanya Ketidakseimbangan Beban , Ini Bisa Saja Terjadi Karena Tidak Serempaknya Peralatan List." 1(September): 485–92.
- Bahri, Syamsul, Rudi Gianto, and M Iqbal Arsyad. 2015. "Studi Pertambahan Beban Transformator Daya Pada Gardu Induk Parit Baru PT . PLN (Persero) Cabang Pontianak." *Online* 2: 8. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/11265>.
- Dan, Netral et al. 2018. "Issn:2527-4724, Eissn:2597-4467." : 1–10.
- Dwita Auliana. 2019. "Analisis Pengaruh Beban Lebih Transformator Distribusi 3 Fasa (Studi Kasus Di PT. PLN (Persero) ULP Balapulang)." : 9–25. <http://eprints.peradaban.ac.id/755/>.

- Editorial, Pimpinan, Dewan Editorial, and Staff Editor. “No Title.”
- Hutagaol, Rando, Usaha Situmeang, and Zufahri. 2019. “Studi Overload Shedding Pada Transformator Daya Gardu Induk Garuda Sakti.” *SainETIn* 4(1): 1–8.
- Kasnalestari, Tria, Gde K M Atmajaya, and Syamsyarief Baqaruzi. 2022. “Optimalisasi Pemeliharaan , Pengujian , Dan Penggantian Current Transformer Jenis OSKF-170.” 6(2): 222–31.
- Kurniawan, Fajar, Rahmat Febriyanto Putra, and Taufik Hidayat. 2020. “Pemeliharaan Transformator Transmisi 150 / 20kV Pada GIS Cipinang Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 5 Tahun 2020.” 5(Gambar 1).
- Moch, J L, Kahfi Ii, Daerah Khusus, and Ibukota Jakarta. “ANALISIS PENGUKURAN TANGEN DELTA PADA BAHAN ISOLASI GENERATOR.”
- Munandar A, Kuwahara, 1979. 2013. “Klasifikasi Gardu Induk.” *Politeknik Negeri Sriwijaya*.
- Pembelajaran, Sasaran, and Metode Pembelajaran. “Bab I Transformator Daya.”
- Teknik, Prodi, Elektro Fakultas, Teknik Universitas, and Muhammadiyah Makassar. 2019. “Studi Transformator Pada Gardu Induk Panakkukang Perusahaan Listrik Negara Wilayah Iii.” 01(02): 12–18.
- Utomo, Priyo. 2019. “Studi Analisis Kualitas Transformator Daya Gardu Induk 150 Kv Siantan.” *Teknik Elektro* 1(1): 1–11.

TENTANG PENULIS



Ebenheazer Giroth, anak kedua dari tiga bersaudara, lahir di Sea pada tanggal 04 September 2000. Penulis memulai pendidikan di TK GMIM Getsemani Sea pada tahun 2005 dan melanjutkan ke SD GMIM Sea 2007 hingga 2012. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 8 Manado dari 2012 hingga 2015, kemudian melanjutkan di SMA

Negeri 9 Manado pada tahun 2015-2018. Pada 2019 penulis melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Sam Ratulangi, Sulawesi Utara, di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Elektro. Penulis mengambil minat Tenaga Listrik dan Trgangan Tinggi. Selama Kuliah, penulis tergabung dalam anggota Himpunan Mahasiswa Elektro FT-UNSRAT. Dan penulis menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Elektro Periode 2020-2022 & 2022-2023. Penulis juga mengikuti magang di PT. Jago Elfah Anugerah pada Januari-Maret 2022.