

# Analysis of Estimated Life Time of Power Transformer 70 kV at Likupang Substation Based on Top Oil Temperature

ANALISA PERKIRAAN SISA UMUR TRANSFORMATOR DAYA 70 kV PADA GARDU INDUK LIKUPANG BERDASARKAN TEMPERATUR ATAS OLI

Vincent S. Padang, Lily S. Patras, Novi M. Tulung

Dept. of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, Kampus Bahu St., 95115, Indonesia

e-mails : [vincentpadang023@student.unsrat.ac.id](mailto:vincentpadang023@student.unsrat.ac.id), [lily\\_spatras@unsrat.ac.id](mailto:lily_spatras@unsrat.ac.id),  
[novi.tulung@unsrat.ac.id](mailto:novi.tulung@unsrat.ac.id)

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

**Abstract** — *In power systems, transformers regulate voltage according to consumer needs. Loads on transformers can increase insulation temperatures, resulting in a reduction in insulation quality. Therefore, understanding the degradation level of transformer age is crucial to estimate when this equipment will fail. The decrease in operational transformer age is influenced by various factors, one of the main factors being load patterns that result in temperature increases inside the transformer. Hence, this study aims to determine the age of Power Transformers at Likupang Substation. From the calculation and analysis results, in April, the highest and lowest increase in Top Oil Temperature during stable and fluctuating loads was 43.5°C and 43.16°C, and 34.77°C and 34.93°C, respectively. In May, the highest and lowest increase in Top Oil Temperature during stable and fluctuating loads was 44.16°C and 44.05°C, and 40.3°C and 42.81°C, respectively. Based on the calculations and analysis, the remaining life of Transformer 1 at Likupang Substation in April and May, according to IEC standards, is 30 years. As per the available results, the average remaining life of transformers is found to be 30-31 years.*

**Keywords** — *Remaining Life, Top Oil Temperature, Transformer*

**Abstrak** — Dalam sistem tenaga, Transformator bertugas untuk mengatur tegangan sesuai keperluan konsumen. Beban pada Transformator dapat meningkatkan suhu isolasi yang berakibat mengurangi kualitas isolasi tersebut. Oleh sebab itu, memahami tingkat degradasi umur dari Transformator sangatlah penting, agar dapat diperkirakan kapan alat ini akan mengalami kegagalan. Penurunan umur operasional Transformator dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satu faktor utama yaitu pola pembebanan yang mengakibatkan peningkatan suhu di dalam Transformator. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui umur Transformator Daya pada Gardu Induk Likupang. Dari hasil perhitungan dan analisa, pada bulan April kenaikan Temperatur Atas Oli tertinggi dan terendah pada saat beban stabil dan beban berubah-ubah sebesar 43,5°C dan 43,16°C, dan sebesar 34,77°C dan 34,93°C. Pada bulan Mei kenaikan Temperatur Atas Oli tertinggi dan terendah pada saat beban stabil dan beban berubah-ubah sebesar 44,16°C dan 44,05°C, dan sebesar 40,3°C dan 42,81°C. Berdasarkan dengan perhitungan dan analisa, sisa umur Transformator 1 di Gardu Induk Likupang pada bulan April dan Mei sesuai dengan standar IEC adalah 30 tahun. Sesuai dengan hasil yang ada, didapati rata-rata sisa umur Transformator adalah 30-31 tahun.

**Kata Kunci** — *Sisa Umur, Temperatur Atas Oli, Transformator*

## I. PENDAHULUAN

Transformator, yang dikenal juga sebagai trafo, adalah alat listrik yang berfungsi untuk merubah tingkat tegangan listrik. Tegangan yang dihasilkan disesuaikan berdasarkan kebutuhan energi. Penggunaan trafo dalam durasi yang lama

bisa mengurangi kualitas minyaknya, sehingga kinerjanya berpotensi menurun. Hal ini dapat mengarah pada kerusakan dan mengganggu distribusi beban listrik.

Beban pada Transformator dapat meningkatkan suhu isolasi, yang akibatnya mengurangi kualitas dari isolasi tersebut. Itulah mengapa penting untuk memahami tingkat degradasi umur dari Transformator sehingga kita dapat memperkirakan kapan alat ini akan mengalami kegagalan. Penurunan umur operasional Transformator dipengaruhi oleh berbagai faktor. Salah satu faktor utama adalah pola pembebanan yang mengakibatkan peningkatan suhu di dalam Transformator.

Suhu udara di lokasi Transformator beroperasi memiliki dampak signifikan terhadap karakteristik termal dan titik panas dari belitan Transformator.

### A. Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energilistrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain berdasarkan prinsip induksi elektromagnet. Penggunaannya dalam sistem tenaga diberikan sesuai dengan kebutuhan misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh. Dalam bidang elektronika, Transformator digunakan sebagai gandengan impedansi antara sumber dan beban, untuk memisahkan satu rangkaian dari rangkaian yang lain untuk menghambat arus searah sambil tetap melakukan arus bolak balik antara rangkaian.

### B. Prinsip Kerja Transformator

Transformator terdiri dari dua buah kumparan (primer dan sekunder) yang bersifat induktif. Kedua kumparan ini terpisah namun berhubungan secara magnetis melalui jalur yang memiliki reluktansi rendah.

### C. Transformator Daya

Transformator Daya memiliki peranan yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik, dimana sistem tenaga listrik harus memiliki tegangan yang tinggi agar tidak terjadi rugi-rugi daya. Transformator daya digunakan untuk menaikkan tegangan dari sisi pembangkitan ke sisi transmisi (*Transformator step up*) dan digunakan untuk menurunkan

tegangan dari sisi transmisi ke sisi distribusi (*Transformer step down*). Istilah Transformator daya mengacu pada Transformator-Transformator yang digunakan diantara generator dan rangkaian distribusi dan umumnya dengan rating diatas 500 kVA.

#### D. Pemeliharaan Transformator

Pemeliharaan Transformator adalah serangkaian tindakan yang dilakukan secara teratur untuk menjaga performa agar optimal dan memperpanjang umur operasional Transformator. Berikut adalah beberapa langkah yang umum dilakukan dalam pemeliharaan Transformator:

##### 1. Pemeriksaan Visual

Lakukan pemeriksaan visual secara teratur untuk memastikan tidak ada kerusakan fisik seperti retakan, kebocoran minyak isolasi, atau kehilangan baut. Periksa juga kondisi terminal, kliring, dan sistem pendingin.

##### 2. Pengujian Tegangan Isolasi

Lakukan pengujian tegangan isolasi secara periodik untuk memeriksa keandalan isolasi transformator. Pengujian ini melibatkan penerapan tegangan tinggi pada gulungan dan mengukur arus bocor. Hasil pengujian ini dapat membantu mengidentifikasi masalah isolasi sebelum terjadi kerusakan yang serius.

##### 3. Analisis Minyak Isolasi

Pengambilan dan analisis sampel minyak isolasi transformator adalah langkah penting dalam pemeliharaan. Sampel minyak diuji untuk mendeteksi adanya kelebihan panas, kelembaban, kontaminasi, atau produk degradasi. Analisis minyak dapat memberikan informasi tentang kondisi transformator dan membantu dalam mengambil tindakan perbaikan yang tepat waktu.

##### 4. Pemeriksaan dan Perawatan Sistem Pendingin

Pastikan sistem pendingin, seperti kipas dan radiator, berfungsi dengan baik. Bersihkan debu atau kotoran yang dapat menghambat aliran udara atau pendinginan. Periksa juga kondisi kipas, bantalan, dan sistem pompa pendingin jika transformator menggunakan sistem pendingin cair.

##### 5. Pemeriksaan Suhu

Monitor suhu transformator secara teratur. Gunakan termometer atau sensor suhu yang tepat untuk mengukur suhu inti, suhu minyak, dan suhu lingkungan. Pemantauan suhu yang akurat membantu dalam mendeteksi kemungkinan masalah atau kondisi operasional yang tidak normal.

##### 6. Pembersihan

Bersihkan transformator secara teratur dari debu, kotoran, atau kontaminan lainnya. Pastikan ventilasi dan saluran udara tetap terbuka agar aliran udara tidak terhambat.

##### 7. Perawatan Rutin

Ikuti jadwal perawatan rutin yang dianjurkan oleh produsen atau standar industri. Ini dapat mencakup penggantian tap

changer, pengetatan konektor, penggantian perangkat pelindung, dan pemeriksaan komponen lainnya.

#### 8. Catatan dan Dokumentasi

Selalu catat semua tindakan perawatan yang dilakukan, termasuk pengujian, perbaikan, dan inspeksi. Catatan ini penting untuk melacak riwayat pemeliharaan dan membantu dalam analisis lebih lanjut jika terjadi masalah.

## II. DATA TEKNIS DAN PERHITUNGAN

### A. Transformator Daya 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.

TABEL I  
NAMEPLATE TRAF0

Merk	PAULES
Year of Manufacture	2005
Standart	IEC 60076
Rated Power	16/20 MVA
Cooling	ONAN/ONAF NYNAS NITRO
Type of Oil	10GBN
Mass	Total 51000KG Oil 9000KG Untanking 3200 KG

### B. Data Operasi Transformator

Berdasarkan Data Beban Transformator 1 yang beroperasi pada Gardu Induk Likupang yang telah diperoleh maka telah disusun data-data tersebut dalam tabel 2 dan tabel 3.

TABEL II  
DATA BEBAN TRAF0 1 BULAN APRIL

JAM	ARUS			TEGANGAN			MW	MVAR	TAP	WINDING		
	R	S	T	R	S	T				HV	LV	
00.00	36	36	36	64.4	64.4	64.4	3.8	0.6	14	43	42	43
01.00	35	35	35	64.5	64.5	64.5	3.6	0.5	14	43	42	43
02.00	33	33	33	64.5	64.5	64.5	3.6	0.5	14	43	42	43
03.00	33	33	33	64.6	64.6	64.6	3.5	0.5	14	43	42	43
04.00	33	33	33	64.6	64.6	64.6	3.5	0.7	14	43	42	43
05.00	33	33	33	64.6	64.6	64.6	3.5	0.7	14	43	42	43
06.00	33	33	33	64.6	64.6	64.6	3.5	0.7	14	43	42	43
10.00	38	38	38	64.2	64.2	64.2	3.9	0.7	16	49	50	51
14.00	39	39	39	65.3	65.3	65.3	4.0	1.4	15	52	53	54
16.00	37	37	37	64.9	64.9	64.9	3.8	1.1	14	50	51	52
18.00	44	44	44	65.0	65.0	65.0	4.5	0.8	15	49	50	51
19.00	46	46	46	65.3	65.3	65.3	4.7	0.6	15	48	49	50
22.00	41	41	41	66.0	66.0	66.0	4.2	0.6	14	46	47	48

TABEL III  
 DATA BEBAN TRAF0 1 BULAN MEI  
 TRAF01

JAM	ARUS			TEGANGAN			MW	MVAR	TAP	OIL		WINDING	
	R	S	T	R	S	T				HV	LV		
00.00	36	36	36	66.8	66.8	66.8	3.8	0.7	13	43	42	43	
01.00	35	35	35	65.7	65.7	65.7	3.7	0.6	13	43	42	43	
02.00	35	35	35	65.7	65.7	65.7	3.7	0.6	13	43	42	43	
03.00	35	35	35	66	66	66	3.6	0.6	13	44	43	44	
04.00	35	35	35	66	66	66	3.6	0.6	13	44	43	44	
05.00	36	36	36	65.0	65.0	65.0	3.7	0.7	14	44	43	44	
06.00	36	36	36	65.0	65.0	65.0	3.7	0.7	14	44	43	44	
10.00	25	25	25	65.5	65.5	65.5	2.6	0.6	14	51	52	53	
14.00	43	43	43	66.2	66.2	66.2	4.4	1.5	14	52	53	54	
16.00	41	42	43	64	64	64	4.1	1.4	15	50	49	50	
18.00	47	48	49	64.3	64.3	64.3	4.8	0.9	15	50	49	50	
19.00	48	49	50	64.5	64.5	64.5	5.1	0.8	15	48	47	48	
22.00	42	43	44	65.3	65.3	65.3	4.5	0.8	15	48	47	48	

C. Perhitungan

Berdasarkan data yang ada, perhitungan Sisa Umur Transformator yang dihitung pada bulan April sebagai berikut:

1) Menghitung Rasio Pembebanan (K)

Untuk menentukan rasio pembebanan kita dapat menggunakan persamaan:

$$K = \frac{S}{Sr} \tag{1}$$

$$K = \frac{24,12}{29,56}$$

$$K = 0,81$$

2) Menghitung Perbandingan Rugi (d)

Untuk menghitung perbandingan rugi, kita dapat memanfaatkan rumus berikut:

$$d = \frac{\text{rugi tembaga daya pengenal}}{\text{rugi beban nol}} \tag{2}$$

$$d = \frac{10}{20}$$

$$d = 0,2$$

3) Menghitung Kenaikan Temperature Atas Oli yang Stabil ( $\Delta\theta_b$ )

Kenaikan suhu minyak teratas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta\theta_b = \Delta\theta_{or} \left( \frac{1 + dk^2}{1 + d} \right)^x \tag{3}$$

$$\Delta\theta_b = 45,7 \left( \frac{1 + (0,2)(0,81)^2}{1 + 0,2} \right)^{0,8}$$

$$\Delta\theta_b = 45,7 \left( \frac{1,13}{1,2} \right)^{0,8}$$

$$\Delta\theta_b = 45,7(0,94)^{0,8}$$

$$\Delta\theta_b = 43,5^\circ\text{C}$$

4) Menghitung Kenaikan Temperatur Atas Oli yang berubah-ubah

Perhitungan kenaikan suhu minyak bagian atas (top oil temperature) dapat dijalankan dengan memanfaatkan rumus berikut:

$$\Delta\theta_{on} = \Delta\theta_{o(n-1)} + (\Delta\theta_b - \Delta\theta_{o(n-1)})(1 - e^{-t/T}) \tag{4}$$

$$\Delta\theta_{on} = 43 + (43,5 - 43)(1 - 2,7^{-1/2,5})$$

$$\Delta\theta_{on} = 43 + (0,5)(0,32)$$

$$\Delta\theta_{on} = 43,16^\circ\text{C}$$

5) Menghitung Selisih Antara Temperatur Hot Spot dengan Top Oil

Selisih suhu antara titik panas dengan minyak bagian atas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta\theta_{td} = (\Delta\theta_{hr} - \Delta\theta_{or})K^{2,y} \tag{5}$$

$$\Delta\theta_{td} = (67,6 - 45,7)0,81^{2(1,3)}$$

$$\Delta\theta_{td} = 12,66^\circ\text{C}$$

6) Menghitung Temperatur Hot Spot

Untuk mendapatkan suhu titik panas, kita dapat melakukan perhitungan dengan menggunakan rumus seperti yang berikut:

$$\theta_h = \theta_a + \Delta\theta_{on} + \Delta\theta_{td} \tag{6}$$

$$\theta_h = 30 + 43,16^\circ\text{C} + 12,66^\circ\text{C}$$

$$\theta_h = 85,82^\circ\text{C}$$

7) Menghitung Laju Penuaan Thermal Relatif Isolasi Belitan

Laju penuaan termal relatif pada isolasi gulungan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$v = 10^{\left( \frac{\theta_h - 98}{19,93} \right)} \tag{7}$$

$$v = 10^{\left( \frac{85,82 - 98}{19,93} \right)}$$

$$v = 0,24 \text{ pu/jam}$$

8) Menghitung Susut Umur

Perhitungan susut umur diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L = \frac{1}{3T} \left\{ \sum 4 V_{odd} + \sum 2 V_{even} \right\} \tag{8}$$

$$L = \frac{1}{3(24)} \left\{ \sum 4(0,24 + 0,24 + 0,24 + 0,24) \right. \\ \left. + \sum 2(0,24 + 0,24 + 0,24 + 0,24 + 0,24 + 0,24 + 0,24 + 0,24 + 0,24) \right\}$$

$$L = \frac{1}{72} \{3,84 + 4,32\}$$

$$L = \frac{1}{72} \{8,16\}$$

$$L = 0,11 \text{ pu/hari}$$

### 9) Perkiraan Sisa Umur

Setelah kita mendapat hasil dari susut umur transformator maka kita dapat menghitung perkiraan sisa umur transformator menggunakan persamaan:

$$n = \frac{\text{umur dasar} - \text{umur pakai}}{\text{susut umur}} \quad (9)$$

$$n = \frac{30 - 6}{0,81}$$

$$n = \frac{24}{0,81}$$

$$n = 29 \text{ Tahun}$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Perhitungan

Setelah melakukan perhitungan yang telah dijelaskan di atas, hasilnya dapat dicatat dan disajikan dalam sebuah tabel di bawah ini.

Pada Tabel 4 dan Tabel 5 di bawah bisa dilihat hasil perhitungan yang sudah dilakukan dengan menggunakan rumus yang sudah ada untuk Temperature Top Oil saat beban stabil dan saat beban berubah-ubah pada bulan April dan Mei.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa sisa umur Transformator dilihat dari Temperature Atas Oli maka berdasarkan beberapa perhitungan yang sudah dilakukan dan ditunjang dengan data yang didapatkan bisa diperoleh umur dari Transformator 1 pada Gardu Induk Likupang. Tabel 6 dan Tabel 7 di bawah merupakan hasil sisa umur Transformator 1 di Gardu Induk Likupang pada bulan April dan Mei.

TABEL IV  
HASIL TEMPERATURE TOP OIL BULAN APRIL

Tanggal	Temperature Hot Spot	Kenaikan Temperature Top Oil beban stabil	Kenaikan Temperature Top Oil Beban Berubah-ubah
01/04/2023	85,82°C	43,5°C	43,16°C
02/04/2023	85,49°C	34,77°C	34,93°C
03/04/2023	83,85°C	40,44°C	41,5°C
04/04/2023	85,24°C	39,98°C	42,03°C
05/04/2023	82,44°C	41,52°C	40,48°C

TABEL V  
HASIL TEMPERATURE TOP OIL BULAN MEI

Tanggal	Temperature Hot Spot	Kenaikan Temperature Top Oil beban stabil	Kenaikan Temperature Top Oil Beban Berubah-ubah
11/05/2023	83,97°C	43,84°C	43,26°C
12/05/2023	83,46°C	40,3°C	42,81°C
13/05/2023	85,51°C	40,55°C	41,53°C
14/05/2023	84,15°C	44,16°C	44,05°C
15/05/2023	82,35°C	43,16°C	43,05°C

TABEL VI  
HASIL SISA UMUR PADA BULAN APRIL

Tanggal	Sisa Umur
01/04/2023	29 Tahun
02/04/2023	28 Tahun
03/04/2023	31 Tahun
04/04/2023	30 Tahun
05/04/2023	31 Tahun

TABEL VII  
HASIL SISA UMUR PADA BULAN MEI

Tanggal	Sisa Umur
11/05/2023	31 Tahun
12/05/2023	32 Tahun
13/05/2023	30 Tahun
14/05/2023	31 Tahun
15/05/2023	32 Tahun

### B. Analisa Hasil

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4 yang telah dilakukan melalui data-data yang telah didapat pada bulan April, dapat disimpulkan bahwa saat beban mencapai titik puncak 24,12% nilai yang dihasilkan untuk temperature hot spot memiliki nilai temperature sebesar 85,82°C dan nilai yang dihasilkan untuk kenaikan dari temperature top oil saat beban stabil memiliki nilai temperature sebesar 43,5°C serta nilai yang dihasilkan untuk kenaikan temperature top oil saat beban berubah-ubah memiliki nilai temperature sebesar 43,16°C.

Dari hasil perhitungan pada Tabel 5 yang telah dilakukan melalui data-data yang telah didapat pada bulan Mei, dapat disimpulkan bahwa saat beban mencapai titik puncak 24,12% nilai yang dihasilkan untuk temperature hot spot memiliki nilai temperature sebesar 85,51°C dan nilai yang dihasilkan untuk kenaikan dari temperature top oil saat beban stabil memiliki nilai temperature sebesar 40,55°C serta nilai yang dihasilkan untuk kenaikan temperature top oil saat beban berubah-ubah memiliki nilai temperature sebesar 41,53°C.

Berdasarkan dengan Tabel 6 diatas, maka didapatkan hasil dari sisa umur pada bulan April tanggal 01 adalah 29 tahun. Pada tanggal 02, sisa umur Transformator adalah 28 tahun. Kemudian pada tanggal 03, sisa umur Transformator meningkat menjadi 31 tahun dikarenakan beban pada Transformator kecil. Pada tanggal 04, sisa umur Transformator adalah 30 tahun. Dan pada tanggal 05, sisa umur Transformator adalah 31 tahun.

Berdasarkan dengan Tabel 7 diatas, maka didapatkan hasil dari sisa umur pada bulan Mei tanggal 11 adalah 31 tahun. Pada tanggal 12, sisa umur Transformator adalah 32 tahun. Kemudian pada tanggal 13, sisa umur Transformator menurun menjadi 30 tahun dikarenakan beban pada Transformator meningkat. Pada tanggal 14 dan 15, sisa umur Transformator meningkat terus menjadi 31 tahun dan 32 tahun.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan melalui data-data yang telah didapat pada bulan April dan Mei, dapat disimpulkan bahwa pada bulan April terjadi kenaikan Temperatur Atas Oli tertinggi dan terendah pada saat beban stabil dan beban berubah-ubah sebesar 43,5°C dan 43,16°C , dan sebesar 34,77°C dan 34,93°C. Kemudian pada bulan Mei, kenaikan Temperatur Atas Oli tertinggi dan terendah pada saat beban stabil dan beban berubah-ubah sebesar 44,16°C dan 44,05°C , dan sebesar 40,3°C dan 42,81°C.

2. Berdasarkan dengan perhitungan dan analisa, sisa umur Transformator 1 di Gardu Induk Likupang pada bulan april dan mei dapat diketahui sisa umur sesuai dengan standar IEC adalah 30 tahun. Sesuai dengan hasil yang ada, didapati rata-rata sisa umur Transformator adalah 30-31 tahun.

Berdasarkan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi Transformator, didapati kesimpulan bahwa peningkatan beban pada Transformator akan menyebabkan kenaikan suhu titik panas sehingga penurunan usia Transformator relatif lebih pendek.

##### B. Saran

Adapun saran yang dapat saya berikan berdasarkan dari perhitungan dan analisa yang telah dilakukan bisa menjadi referensi dalam menentukan besar pembebanan suatu Transformator karena dapat mempengaruhi Kenaikan dari Temperature Top Oil agar umur Transformator dapat bertahan lama.

#### V. KUTIPAN

- E. D. BARASA, Y. Simamora, and H. Azis, “Analisa Perkiraan Umur Transformator Di Gardu Induk Paniki Berdasarkan Pengaruh Pembebanan,” 2020, [Online]. Available:<http://156.67.221.169/3029/>
- G. de N. J. Rodrigo Garcia Motta, Angélica Link, Viviane Aparecida Bussolaro *et al.*, “ANALISIS KUALITAS DAN PERKIRAAN SISA USIA PAKAI TRAFODAYA 150 KV DI PLTG TELLO MAKASSAR AKIBAT PEMBEBANAN MUHAEMIN,” *Pesqui. Vet. Bras.*, vol. 26, no. 2, pp. 173–180, 2021.
- I. G. Surya Subaga, I. B. G. Manuaba, and I. W. Sukerayasa, “Analisis Prediktif Pemeliharaan Minyak Transformator Menggunakan Metode Markov,” *J. SPEKTRUM*, vol. 6, no. 4, p. 96, 2019, doi: 10.24843/spektrum.2019.v06.i04.p14.
- J. Teknik, A. Sains, and C. N. Anshar, “Studi Analisa Perkiraan Umur Transformator Distribusi 20 KV Akibat Pembebanan,” vol. 1, no. 2, pp. 247–253, 2023.
- Lie Darwin. (2020). Analisis Pelaksanaan Kegiatan Pemeliharaan (Maintenance) Terhadap kualitas Produk Pada Cv Green Perkasa Pematangsiantar. *Jurnal Maker*, 3(1), 40–48.
- P. Sigid, “Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga,” pp. 1–8, 2018.
- R. Hughes, “Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, p. 287, 2008.
- Rifligultom020, “PEMBEBANAN, ANALISA PERKIRAAN UMUR TRANSFORMATOR DI,” no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.
- S. Manullang, S. Anita, and U. D. Agung, “Analisis pengaruh Temperatur terhadap kinerja Transformator pada pltd titi kuning,” 2022.
- Sabari, “Pemeliharaan Transformator 60 Mva Di Gardu Induk 150 Kv Kebasen,” no. 9, pp. 33–36, 2009.

Teknik, J., Politeknik, M., & Semarang, N. (n.d.). *Penerapan standar waktu untuk durasi pekerjaan perawatan yang efektif.*

Y. Igrisa, Y. Mohamad, A. I. Tolago, K. Kunci, T.; Pembebanan, and S. Umur, “Volume 3 Nomor 2 Juli 2021 Analisis Perkiraan Umur Trafo Tenaga 150kV Di GI Isimu,” vol. 3, 2021.

#### TENTANG PENULIS



Penulis bernama lengkap **Vincent Selwin Padang**, Anak ketiga dari tiga bersaudara, Valent's Lorenzo Padang (kakak), dan Varian Giovanni Padang (kakak) dari pasangan suami istri Alm. Herol Padang (Ayah) dan Anni Tjiang (Ibu). Penulis lahir di Manado, Sulawesi Utara pada tanggal 24 Agustus 2001. Penulis memulai masa pendidikan di TK

Frater Don Bosco Manado dan melanjutkan ke tingkat dasar di SD Tridharma Manado pada tahun 2007 – 2013, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Tridharma Manado pada tahun 2013 – 2016 lalu melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 9 Binsus Manado pada tahun 2016 – 2019. Di tahun 2019, penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat strata 1 di program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado dan mengambil konsentrasi minat Teknik Tenaga Listrik dan Tegangan Tinggi pada Tahun 2021. Selama menjalani pendidikan, penulis pernah melaksanakan Kerja Praktek (Magang) di salah satu vendor dalam bidang kelistrikan yaitu PT. Hendri Elyon Narwastu pada bulan januari sampai maret tahun 2022 dan penulis pernah mengikuti pelaksanaan kegiatan Kuliah Kerja Terpadu (KKT) pada KKT 133 posko Lotta Kecamatan Pineleng, Kabupaten Minahasa pada tahun 2022.

Selain dalam bidang pendidikan, penulis ikut aktif tergabung dalam kepengurusan organisasi Himpunan Mahasiswa Elektro (HME) periode 2022-2023. Penulis juga termasuk dalam anggota Forum Komunikasi Himpunan Mahasiswa Elektro Indonesia (FKHMEI).