



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK III - Surabaya, 11 Maret 2023

Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2023.4119

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Perkiraan Sisa Umur Transformator Distribusi 20 Kv di Perusahaan Bumi Waras Group

Wahyu Triatmoko, Trisna Wati

Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: wahyutriatmokoke3gmail.com, trisnaw@itats.ac.id

ABSTRACT

Each distribution transformer has a design age determined by the manufacturing company so that the International Electrotechnical Commission (IEC) 354 of 1972 states that if the transformer is loaded stably at its rated power with an ambient temperature of 20 °C, the hot spot temperature of the transformer will reach 98 °C and the life of transformer will reach 20 years or 7300 days with a normal age shrinkage of 0.0137% per day. The cause of the transformer experiencing shrinkage is the loading and ambient temperature. The temperature around the cities of Sidoarjo and Mojokerto has a room temperature of around 30 °C which will cause the transformer to experience a decrease in age. The research method used in this study is a mathematical method. The data used in this research are loading data and cooling oil temperature for 2 PT transformers. Tunas Baru Lampung, Tbk and 3 transformers PT. Alu Script Pratama and the temperature of the environment around the cities of Sidoarjo and Mojokerto. Based on the research results, it was found that the remaining life of the PT. Tunas Baru Lampung, Tbk transformer 1 has a remaining age of 9,921 years and transformer 2 has a remaining age of 9,986 years, for transformer PT. Alu Aksara Pratama transformer 1 has a remaining age of 18,216 years, transformer 2 has a remaining age of 18,266 years and transformer 3 has a remaining age of 9,654 years.

Keywords : *Distribution Transformer, Remaining Life, Mathematical Methods*

ABSTRAK

Setiap transformator distribusi memiliki desain umur yang ditentukan oleh perusahaan manufaktur sehingga International Electrotechnical Commission (IEC) 354 tahun 1972 menyatakan apabila transformator dibebani stabil pada daya pengenalnya dengan kondisi temperatur sekitar (*ambient temperature*) 20 °C, temperature hot spot transformator akan mencapai 98 °C dan umur transformator akan mencapai 20 tahun atau 7300 hari dengan susut umur normal 0,0137% per – hari. Penyebab transformator mengalami susut umur adalah pembebanan dan temperatur lingkungan. Temperatur sekitar kota Sidoarjo dan Mojokerto memiliki temperatur ruang sekitar 30 °C akan mengakibatkan transformator mengalami susut umur. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode matematis. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data pembebanan dan temperatur oli pendinginan 2 transformator PT. Tunas Baru Lampung, Tbk dan 3 transformator PT. Alu Aksara Pratama dan temperatur lingkungan sekitar kota Sidoarjo dan Mojokerto. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan sisa umur transformator PT. Tunas Baru Lampung, Tbk transformator 1 sisa umur 9,921 tahun dan transformator 2 sisa umur 9,986 tahun, untuk transformator PT. Alu Aksara Pratama transformator 1 sisa umur 18,216 tahun, transformator 2 sisa umur 18,266 tahun dan transformator 3 sisa umur 9,654 tahun.

Kata kunci : Transformator Distribusi, Sisa Umur, Metode Matematis

PENDAHULUAN

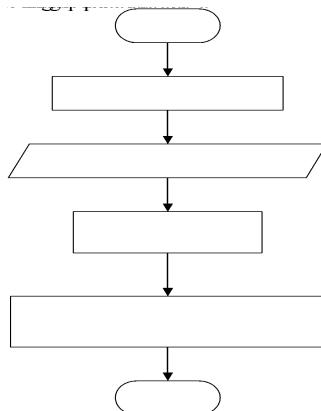
Standar perhitungan atau analisis umur pakai 23 transformator distribusi pada penyulang/feeder Karpan I PT. PLN cabang Ambon menggunakan standar IEC 354 yang memiliki beban 80 - 100%, didapatkan bahwa susut umur dalam kondisi normal atau tidak banyak berpengaruh sehingga rata – rata perkiraan sisa umur diatas 20 tahun sesuai standar yang ditetapkan di seluruh Indonesia[1]. Menggunakan metode Trend Linear yang diakibatkan oleh pertumbuhan beban dan temperatur lingkungan didapatkan hasil transformator distribusi BO001 100 KVA memiliki estimasi sisa umur 7 tahun dari sisa umur normal 11 tahun dan BO043 200 KVA memiliki estimasi sisa umur 3 tahun dari sisa umur normal 13 tahun di penyulang Bolo dengan temperatur lingkungan rata – rata 29 °C dan susut umur normal ketika dibebani 91,6% dari rating daya akan mengalami penyusutan umur yang sangat besar apabila dibebani diatas 91,6% [2].

Analisis pengaruh pembebanan dan temperatur di Gardu Induk Kalisari menggunakan metode tipe penelitian kuantitatif dengan faktor beban transformator 1 dan 2 sebesar 0,55 dan 0,48 sedangkan temperature hotspot masing – masing sebesar 92,66 °C dan 87,62 °C didapatkan hasil laju penuaan masing – masing sebesar 0,54 *pu* dan 0,31 *pu* sehingga sisa umur masing – masing transformator yaitu 11,1 tahun dan 19,3 tahun [3]. Analisis pengaruh pembebanan dan menghitung faktor-faktor penting yang mempengaruhi umur transformator distribusi menggunakan metode hubungan montsinger yang berlokasi di PT. Sumber Segara Primadaya Cilacap Unit I didapatkan penyusutan umur terbesar yaitu 0,197 per unit dengan perkiraan sisa umur sebesar 48,27 tahun dan penyusutan umur terkecil yaitu 0,035 per unit dengan perkiraan sisa umur sebesar 266,89 tahun. Nilai perkiraan sisa umur tersebut masih di atas standarnya yaitu 20,55 tahun berdasarkan standar IEEE C57.91 1999 [4],[5]. Penelitian perkiraan Sisa Umur Transformator Distribusi 20 kV di Perusahaan Bumi Waras Group didapatkan hasil perhitungan sisa umur transformator 1 – 5 yaitu 9,921 tahun, 9,986 tahun, 18,216 tahun, 18,266 tahun dan 9,654 tahun.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode analisis data dilakukan selama 3 bulan berlokasi di PT. Tunas Baru Lampung, Tbk dan PT. Alu Aksara Pratama menggunakan data spesifikasi transformator, data pembebanan, data temperatur minyak dan data temperatur lingkungan

transformator terpasang. Setelah data diperoleh, kemudian data akan dianalisis dengan bantuan aplikasi ms.excel dan kalkulator ilmiah.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur : mengumpulkan informasi terkait topik yang akan dibahas, literatur literatur dari laporan penelitian, skripsi, thesis, buku-buku, dan sumber-sumber lainnya baik dari media cetak maupun internet.
2. Pengumpulan Data : data spesifikasi masing – masing transformator, data beban transformator, data temperatur minyak dan data temperatur lingkungan transformator terpasang.
3. Menghitung : rasio pembebanan, menentukan kenaikan temperatur top oil, menghitung selisih temperatur hot spot, laju penuaan thermal relatif dan menghitung sisa umur transformator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Pada pengumpulan data pertama terdapat 2 transformator data diambil pada tanggal 1 April 2022 – 30 Juni 2022 di PT. Tunas Baru Lampung, Tbk. dengan spesifikasi sama sebagai berikut :

TRANSFORMATOR 1 dan 2

Capacity	: 1650 KVA
Frequency	: 50 Hz
Volt	: 20 Kvolt – 400 Volt
Current primer – sekunder	: 48,8 – 2381,8 ampere
Cooling	: ONAN
Tahun pembuatan	: 2012
Tahun Pemakaian	: 10 tahun

Pada pengumpulan data selanjutnya diperoleh dari PT. Alu Aksara Pratama. Transformator merupakan spesifikasi digunakan pada turbin dengan jumlah 3 transformator. Data yang diperoleh merupakan pengambilan pada tanggal 1 Agustus 2022 – 31 Oktober 2022 dengan spesifikasi transformator 3 dan 4 sama sebagai berikut :

TRANSFORMATOR 3 dan 4

Capacity	: 2500 KVA
Frequency	: 50 Hz
Volt	: 10 Kvolt – 400 Volt

Current primer – sekunder : 144,3 – 3600 Ampere
 Cooling : ONAN
 Tahun Pembuatan : 2020
 Tahun Pemakaian : 1,5 tahun

TRANSFORMATOR 5

Capacity : 1250 KVA
 Frequency : 50 Hz
 Volt : 20 Kvolt – 400 Volt
 Current primer – sekunder : 36,08 – 1804,22 Ampere
 Cooling : ONAN
 Tahun Pembuatan : 2012
 Tahun Pemakaian : 10 tahun

Tabel 1. Karakteristik Kemampuan Beban Transformator [6]

Karakteristik		Transformator Daya Kecil		Transformator Daya Sedang dan Besar		
		ONAN	ONAN	ONAF	OF	OD
Eksponten minyak	x	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0
Eksponten berliku	y	1,6	1,3	1,3	1,3	2,0
Rasio kerugian	R	5	6	6	6	6
Faktor titik panas	H	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3
Konstanta waktu oli	t ₀	180	210	150	90	90
Konstanta waktu berliku	t _w	4	10	7	7	7
Temperatur lingkungan	θ _a	20	20	20	20	20
Suhu titik panas	θ _h	98	98	98	98	98
Hot spot ke atas minyak (dalam tangki) Gradien pada arus pengenal	Δθ _{hr}	23	26	26	22	29
Average oil temperature rise	Δθ _{omr}	44	43	43	46	46
Top oil (in tank) temperature rise	Δθ _{or}	55	52	52	56	49
Bottom oil temperature rise	Δθ _{br}	33	34	34	36	43
K ₁₁		1,0	0,5	0,5	1,0	1,0
K ₂₁		1,0	2,0	2,0	1,3	1,0
K ₂₂		2,0	2,0	2,0	1,0	1,0

Pembahasan Data II

Berdasarkan tabel 1 didapatkan perhitungan pada transformator 1 bulan April jam 00.00 WIB :

Rasio Pembebanan (K)

$$K = \frac{S}{S_r} = \frac{1366,66}{2381,8} = 0,57379 \text{ pu}$$

Temperature Top Oil

$$\begin{aligned} \theta_o &= \left[\frac{1+K^2R}{1+R} \right]^x \Delta\theta_{or} + \theta_a = \left[\frac{1+0,57379^2 \cdot 6}{1+6} \right]^{0,8} \times 60 + 31 \\ &= \left[\frac{2,97541}{7} \right]^{0,8} \times 91 = 0,50438 \times 91 \\ &= 45,89918 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Selisih Temperature Hotspot dengan Top Oil

$$\Delta\theta_{h1} = k_{21} \times K^y \times \Delta\theta_{hr} = 2,0 \times 0,57379^{1,3} \times 2 = 25,26 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_{h2} = (k_{21} - 1) \times K^y \times \Delta\theta_{hr} = (2,0 - 1) \times 0,57379^{1,3} \times 26 = 12,62851 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta\theta_h = \Delta\theta_{h1} - \Delta\theta_{h2} = 25,26 - 12,62851 = 12,62851 \text{ }^\circ\text{C}$$

Temperature Hotspot

$$\theta_h = \theta_o + \Delta\theta_h = 45,89 + 12,62851 = 58,51851 \text{ }^\circ\text{C}$$

Laju Penuaan Relative

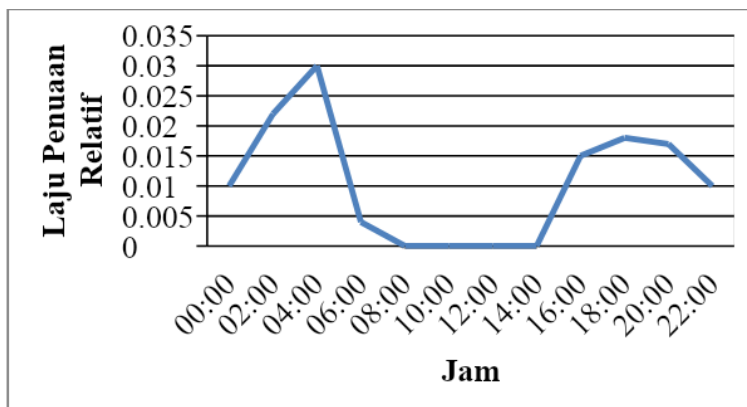
$$v = 10^{\frac{\theta_h - \theta_o}{19,93}} = 10^{\frac{58,51851 - 45,89}{19,93}}$$

$$= 10^{-1,98114} = 0,01046 \text{ pu/jam}$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Bulan April

K	θ_o	$\Delta\theta_h$	θ_h	V 1
0,574	45,899	12,629	58,528	0,010
0,637	50,331	14,460	64,791	0,022
0,651	52,755	14,874	67,629	0,030
0,518	39,500	11,051	50,551	0,004
0,412	29,961	8,214	38,175	0,001

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan transformator 1 PT. Tunas Baru Lampung, Tbk. selama 1 hari data diambil rata – rata per 2 jam 1 hari 5 data dengan 5 kali perhitungan sehingga total 1 bulan 112 perhitungan.



Gambar 2. Grafik Laju Penuaan Relatif Bulan April

Susut Umur Transformator

$$L = \frac{1}{N} \sum_N^n v$$

$$= \frac{1}{112} \cdot \{0,01046 + 0,02156 + 0,02993 + 0,00416 + 0,00100 + 0,00240 + 0,02081 + 0,01597 + 0,01085 + 0,01535 + 0,01827 + 0,01725 + 0,01033 + 0,00735 + 0,00027 + 0,00026 + 0,00030 + 0,00033 + 0,00045 + 0,01166 + 0,03519 + 0,00626 + 0,01747 + 0,01389 + 0,02114 + 0,06833 +$$

$$\begin{aligned}
 &0,02811 + 0,00566 + 0,04399 + 0,09097 + 0,17726 + 0,10904 + 0,17726 + 0,03200 + 0,00008 + \\
 &0,00007 + 0,00008 + 0,00006 + 0,00007 + 0,00007 + 0,00008 + 0,00008 + 0,00007 + 0,00007 + \\
 &0,00007 + 0,00007 + 0,00007 + 0,00007 + 0,00007 + 0,00007 + 0,00007 + 0,00007 + 0,00007 + \\
 &0,00007 + 0,00007 + 0,00007 + 0,00007 + 0,00007 + 0,00008 + 0,00008 + 0,00008 + 0,00008 + \\
 &0,00008 + 0,00009 + 0,00010 + 0,03200 + 0,03915 + 0,09391 + 0,04801 + 0,01521 + 0,02319 + \\
 &0,02111 + 0,05861 + 0,01330 + 0,01379 + 0,04854 + 0,04476 + 0,07958 + 0,05265 + 0,02330 + \\
 &0,01620 + 0,03413 + 0,24153 + 0,03890 + 0,13134 + 0,00065 + 0,00020 + 0,00013 + 0,00062 + \\
 &0,01539 + 0,03381 + 0,08166 + 0,06279 + 0,02623 + 0,11144 + 0,12416 + 0,03552 + 0,05112 + \\
 &0,00018 + 0,00017 + 0,00013 + 0,00010 + 0,00010 + 0,00008 + 0,00008 + 0,00007 + 0,00007 + \\
 &0,00007 + 0,00008 + 0,00008 + 0,00007 + 0,00008\} \\
 &= 0,02359 \text{ pu/bulan}
 \end{aligned}$$

Sisa Umur Transformator

$$\begin{aligned}
 \text{Sisa umur (th)} &= \frac{8760 - (L \cdot 365)}{8760} \times (\text{umur dasar} - \text{umur operasi}) \\
 &= \frac{8760 - (0,02359 \cdot 365)}{8760} \times (20 - 10) \\
 &= \frac{8751,3896}{8760} \times 10 \\
 &= 0,999017 \times 10 \\
 &= 9,99017 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan diatas menunjukkan susut umur transformator 1 pada bulan April sebesar 0,02359 pu/bulan yang mengakibatkan sisa umur bulan April sebesar 9,99017 tahun.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Rata – rata umur transformator selama penelitian 3 bulan PT. Tunas Baru Lampung, Tbk. Transformator 1 sebesar 9,933 tahun. Transformator 2 sebesar 9,982 tahun.
2. Rata – rata umur transformator selama penelitian 3 bulan PT. Alu Aksara Pratama Transformator 1 sebesar 18,342 tahun, Transformator 2 sebesar 18,376 tahun, dan Transformator 3 sebesar 9,654 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Trisna Wati, Dany Arianto, and Santi Triwijaya, “Partial Discharge Analysis of UBJOM Rembang PLTU Using Roger’s Ratio Method,” *J. E-Komtek Elektro-Komput.-Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 36–46, Jun. 2022, doi: 10.37339/e-komtek.v6i1.928.
- [2] F. Azhar, Y. Rahmawati, and I. Fadlika, “Estimasi Umur Transformator Distribusi Berdasarkan Pertumbuhan Beban dan Temperatur Lingkungan di Penyulang Bolo PLN Rayon Woha Kabupaten Bima,” *Semin. Nas. Inov. Dan Apl. Teknol. Ind.*, pp. 43–49, 2019.
- [3] A. Maruf and Y. Primadiyono, “Analisis Pengaruh Pembebanan dan Temperatur Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga 60 MVA Unit 1 dan 2 Di GI 150 kV Kalisari,” vol. 10, no. 1, pp. 19–24, 2021.
- [4] T. Daya, “ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP UMUR TRANSFORMATOR DAYA (Studi Kasus Pada PT. Sumber Segara Primadaya, Cilacap)

- Setyo Adi Nugroh 1* , Arif Johar Taufiq 2 , Dian Nova Kusuma Hardani 3,” pp. 54–58, 2011.
- [5] N. E. Setiawati, M. Munir, and T. Wati, “Prediksi Sisa Umur Transformator Menggunakan Metode Backpropagation,” vol. 4, 2021.
- [6] S. Nasional *et al.*, “Perkiraan umur transformator distribusi di edtl cai-coli dili (timor-leste),” vol. 85, 2022.