

ANALISA USIA PAKAI TRANSFORMATOR DI SURABAYA INTERCULTURAL SCHOOL DENGAN METODE REGRESI LINEAR

Jubek Prana Winata¹⁾, Gatut Budiono²⁾, Reza Sarwo
Widagdo³⁾, Kukuh Setyadjit⁴⁾

Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya^{1,2,3,4}

Email : jubekrasta@gmail.com¹⁾, gatut_budiono@untag-sby.ac.id²⁾,
rezawidagdo@untag-sby.ac.id³⁾, kukuh@untag-sby.ac.id⁴⁾

ABSTRAK

Transformator distribusi merupakan peralatan tenaga listrik yang berperan dalam menyalurkan tenaga listrik ke konsumen dari tegangan menengah ke tegangan rendah melalui saluran transmisi. Kebutuhan listrik tiap tahunnya mengalami peningkatan beban, agar transformator bekerja dengan optimal maka harus diperhatikan juga mengenai pembebanannya. Menurut IEC 354 apabila transformator dibebani stabil 100% dengan kondisi sekitar 20°C dan suhu belitan 98°C, tetapi apabila suhu lingkungan lebih dari 20°C maka umur transformator akan mengalami penurunan. Dalam penelitian ini data pembebanan yang digunakan adalah transformator distribusi 1250 kVA dari tahun 2021-2022 yaitu untuk memprediksi usia pakai transformator dari actor pembebanan ditahun mendatang pada Surabaya intercultural school dengan menggunakan metode regresi linear. Metode regresi linear bertujuan untuk meramalkan pembebanan pada tahun selanjutnya dan setiap tahunnya beban mengalami kenaikan 3%. Untuk mengetahui hasil peramalan beban didapatkan hasil beban dari tahun 2023 dengan persamaan regresi linear pada beban siang sebesar 34,047 dan beban malam sebesar 48,045. Pada tahun 2024 memiliki beban siang sebesar 37,032 dan beban malam 51,045, Pada tahun 2025 memiliki beban siang sebesar 39,023 dan beban malam 53,017, Pada tahun 2026 memiliki beban siang sebesar 42,034 dan beban malam 56,28, Pada tahun 2027 memiliki beban siang sebesar 45,047 dan beban malam 59,014, Pada tahun 2028 memiliki beban siang sebesar 47,052 dan beban malam 61,036.

Kata-kata kunci: *Transformator, Pembebanan, Metode regresi linear, Suhu, Usia pakai transformator.*

ABSTRACT

The distribution transformer is an electric power equipment that plays a role in distributing electricity to consumers from medium voltage to low voltage through transmission lines. The electricity demand increases every year, so that the transformer works optimally, it must also pay attention to its loading. According to IEC 354 if the transformer is loaded stable 100% with conditions around 20 °C and the winding temperature is 98 °C, but if the ambient temperature is more than 20 °C then the life of the transformer will decrease. In this study the loading data used is a 1250 kVA distribution transformer from 2021-2022, which is to predict the service life of the transformer from the loading actor in the coming year at Surabaya intercultural school using the linear regression method. The linear regression method aims to predict expenses in the following year and each year the burden increases by 3%. To find out the results of load forecasting, the load results are obtained from 2023 with a linear regression equation for a day load of 34.047 and a night load of 48.045. In 2024 it has a day load of 37,032 and a night load of 51,045. In 2025 it has a day load of 39,023 and a night load of 53,017. night load 59,014, In 2028 it has a day load of 47,052 and a night load of 61,036

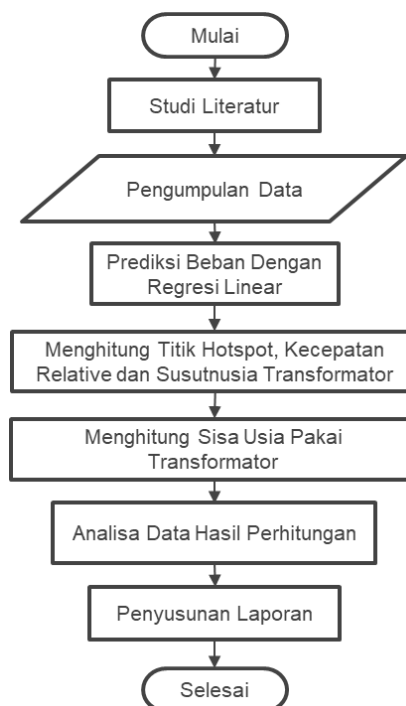
Keywords: Transformer, Loading, Linear regression method, Temperature, Lifetime of transformer.

Pendahuluan

Trafo berfungsi sebagai komponen utama sistem untuk transmisi dan distribusi. Alhasil, trafo diantisipasi dapat berfungsi secara optimal. Penting juga untuk memelihara trafo sebanyak mungkin mengingat sifat perangkat yang padat karya. Sehingga untuk merawat trafo harus menggunakan sistem dan alat yang baik dan benar. Gagasan ini menyatakan bahwa kondisi trafo harus selalu diawasi dan dipelihara. Karena keadaan pembebanan yang berfluktuasi dapat mempersingkat masa manfaat trafo. Saat ini, lonjakan besar dalam penggunaan daya konsumen adalah penyebab masalah trafo distribusi. Karena masalah ini, trafo menjadi kelebihan beban atau kelebihan beban saat beroperasi di sistem distribusi. Ketika beban trafo melebihi peringkatnya, itu termasuk dalam kategori kelebihan beban. Karena dapat digunakan untuk mengantisipasi kapan trafo akan berhenti bekerja atau berhenti dapat diandalkan dan stabil, sangat penting untuk memahami hilangnya masa pakai trafo setiap hari ketika melihat peningkatan beban. Oleh karena itu, judul tesis ini akan mengacu pada analisis teknik regresi kehidupan transformator di Sekolah intercultural school Surabaya.

Metode

Tugas akhir ini membutuhkan langkah-langkah kerja tertentu untuk diselesaikan. Langkah-langkah proses ditampilkan pada Gambar 1 di bawah ini.:



Gambar 1. Diagram Alir

Data – Data Yang Diperlukan

Adapun data-data yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Spesifikasi Transformator
2. Data Pembebanan Transformator

Data spesifikasi transformator dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Transformator

GARDU INDUK	KALIJARAN
MERK	UNINDO
TYPE	OIL IMMENSED
PABRIK	PT. TARUNA JAYA BERKAH MAUDIN
KAPASITAS	1250 KVA
MINYAK	MINERAL-OIL
PENDINGIN	ONAN
IMPEDASI	6%
TAHUN PEMBUATAN	1995
TAHUN PEMAKAIAN	1995

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui prediksi usia pakai transformator yang dipengaruhi suhu titik panas dan pembebanan.

Data Beban Transformator

Informasi pembebanan trafo distribusi berikut berfungsi sebagai bahan kajian.:

Tabel 2. Data Transformator 1250 KVA

Tahun Operasi	Periode pengambilan data (x)	Beban			
		Siang		Malam	
		Daya (KVA) (Y)	Suhu pada siang hari (°C)	Daya (KVA) (Y)	Suhu pada Malam hari (°C)
2021	1	30,36	39	45,09	31
	2	30,76	40	45,57	30
	3	31,34	40	45,89	32
	4	31,75	42	46,29	31
	5	32,71	41	46,76	33
2022	1	33,31	41	47,41	30
	2	33,75	43	47,94	29
	3	34,16	38	48,08	29
	4	35,15	34	49,20	32
	5	35,40	36	49,45	31

Untuk mengetahui hasil peramalan beban terlebih dahulu mencari konstanta dan koefisien menggunakan persamaan (2.1) – (2.3), didapatkan hasil beban siang dari persamaan regresi linear yaitu :

$Y = 0,6025.(5) + 31,035 = 34,047$ dan beban malam $Y = 0,425.(5) + 45,92 = 48,045$. Setelah nilai konstanta dan koefisien di dapatkan untuk memprediksi beban ditahun mendatang. Dapat dilihat di table 3 dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Prediksi Beban Transformator 1250 KVA

Tahun	Beban Siang	Beban Malam	Rata – Rata Beban
2023	34,047	48,045	41%
2024	37,032	51,045	44%
2025	39,023	53,017	46%
2026	42,034	56,028	49%
2027	45,047	59,014	52%
2028	47,052	61,036	54%

Selama beban puncak selama enam tahun ke depan, persentase beban trafo akan naik 3% per tahun.

Pada Tahun 2023

Beban siang :

$$a = \frac{(n)(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \tag{1}$$

$$\alpha = \frac{(10)(997,34) - (30)(328,43)}{(10)(110) - (30)^2}$$

$$\alpha = \frac{9973,4 - 9852,9}{1.100 - 900}$$

$$\alpha = \frac{120,5}{200}$$

$$\alpha = 0,6025$$

$$b = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \tag{2}$$

$$b = \frac{(328,43)(110) - (30)(997,34)}{(10)(110) - (30)^2}$$

$$b = \frac{36.127,3 - 29.920,2}{1.100 - 900}$$

$$b = \frac{6.207,1}{200}$$

$$b = 31,035$$

Setelah menemukan nilai α dan b , Dijumlahkan menggunakan persamaan (3) :

$$Y = ax + b \quad (3)$$

$$Y = 0,6025.(5) + 31,035 = 34,047$$

Jadi, Pada beban siang hari saat dihitung dengan rumus regresi linier sebesar 34,047

Beban Malam :

$$a = \frac{(n)(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{(n)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{(10)(1.424,4) - (30)(471,98)}{(10)(110) - (30)^2}$$

$$\alpha = \frac{14.244,4 - 14.159,4}{1.100 - 900}$$

$$\alpha = \frac{85}{200}$$

$$\alpha = 0,425$$

$$b = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)(\Sigma XY)}{(n)(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{(471,98)(110) - (30)(1.424,44)}{(10)(110) - (30)^2}$$

$$b = \frac{51.917,8 - 42.733,2}{1.100 - 900}$$

$$b = \frac{9.184,6}{200}$$

$$b = 45,92$$

Setelah menemukan nilai α dan b , Dijumlahkan menggunakan persamaan (3) :

$$Y = ax + b \quad (3)$$

$$Y = 0,425.(5) + 45,92 = 48,045$$

Jadi, Pada beban siang hari saat dihitung dengan rumus regresi linier sebesar 48,045

Setelah ditemukan hasil dari persamaan (1) – (3). Kemudian memasukan data dari hasil perhitungan tersebut pada persamaan (4) dan (5) sebagai berikut :

$$\theta H = \text{Beban Transformator (\%)} \times T_{max} \quad (4)$$

$$V = 2\left(\frac{\theta H - 98^{\circ}\text{C}}{6}\right) \quad (5)$$

➤ Beban Siang

$$\theta H = \text{Beban Transformator (\%)} \times T_{max}$$

$$\theta H = \frac{34,047 \times (98^{\circ}\text{C})}{100}$$

$$\theta H = 33,366^{\circ}\text{C}$$

$$V = 2\left(\frac{\theta H - 98^{\circ}\text{C}}{6}\right)$$

$$V = 2\left(\frac{33,366 - 98^{\circ}\text{C}}{6}\right)$$

$$V = 2^{-10,773}$$

$$V = 0,0005717 \text{ P.U}$$

➤ Beban Malam

$$\theta H = \text{Beban Transformator (\%)} \times T_{max}$$

$$\theta H = \frac{48,045 \times (98^{\circ}\text{C})}{100}$$

$$\theta H = 47,084^{\circ}\text{C}$$

$$V = 2\left(\frac{\theta H - 98^{\circ}\text{C}}{6}\right)$$

$$V = 2\left(\frac{47,084 - 98^{\circ}\text{C}}{6}\right)$$

$$V = 2^{-8,486}$$

$$V = 0,002789 \text{ P.U}$$

Untuk mengetahui pengurangan umur transformator digunakan persamaan (6). Dengan memasukan data hasil perhitungan dari persamaan (4) dan (5) sebagai berikut :

$$\text{Susut Umur (24jam)} = (t.Vsiang) + (t.Vmalam)$$

$$\text{Susut Umur (\%)} = \frac{S.U \text{ (Jam)}}{t} \times 100 \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{Susut Umur (24jam)} &= (t.Vsiang) + (t.Vmalam) \\ &= (12 \times 0,0005717) + (12 \times 0,002789) \\ &= 0,00686 + 0,033468 \\ &= 0,040328 \end{aligned}$$

Maka susut umur (24jam) adalah 0,040328

$$\begin{aligned} \text{Susut Umur (\%)} &= \frac{S.U \text{ (Jam)}}{t} \times 100 \\ &= \frac{(0,040328 \times 24)}{12} \times 100 \\ &= 8,0656 \% \end{aligned}$$

Setelah menemukan nilai susut umur (%), Maka langkah terakhir menghitung prediksi usia pakai terhadap transformator menggunakan persamaan (7) sebagai berikut :

$$\text{Perkiraan masa pakai pada tahun ke - n} = \frac{\text{Umur dasar-n}}{\text{susut umur (\%)}} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \text{ke - n} &= \frac{\text{Umur dasar-n}}{\text{susut umur (\%)}} \\ &= \frac{20}{8,0656 \%} \\ &= 247,966 \\ &= \frac{247,966}{28} \\ &= 8,8 \end{aligned}$$

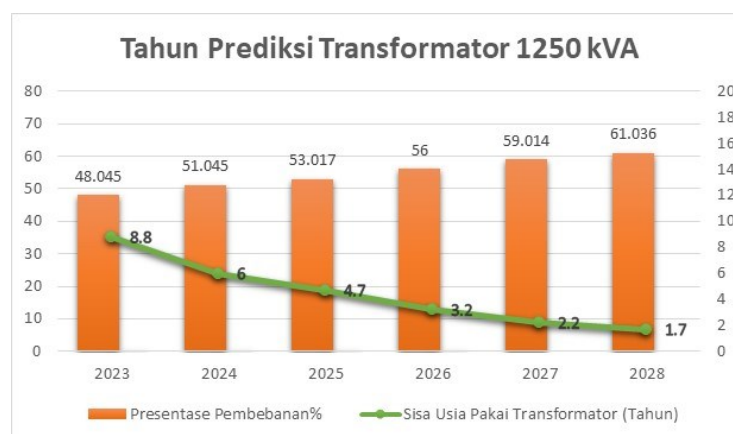
Maka, Prediksi periode masa pakai transformator 2023 adalah 8 tahun 8 bulan

Tabel 4. Sisa Usia Pakai Transformator 1250 KVA

Tahun	Prediksi Beban (%)		$\theta H(^{\circ}C)$		V(p.u)		Susut usia (24jam) (p.u)	Sisa Usia Pakai (Tahun)
	Siang (%)	Malam (%)	Beban siang	Beban malam	Beban siang	Beban malam		
2023	34,047	48,045	33,366	47,084	0,0005717	0,002789	0,040328	8,8
2024	37,032	51,045	36,291	50,024	0,0008015	0,003917	0,056618	6
2025	39,023	53,017	38,242	51,95	0,001004	0,004893	0,070748	4,7
2026	42,034	56,028	41,193	54,907	0,001412	0,006885	0,099564	3,2
2027	45,047	59,014	44,146	57,83	0,001986	0,009711	0,140364	2,2
2028	47,052	61,036	46,110	59,815	0,002492	0,012139	0,175572	1,7

Temuan prakiraan beban trafo menunjukkan bahwa umur layanan trafo 1250 kVA pada tahun 2028 diantisipasi untuk menggunakan beban mencapai 54%, yang kurang dari batas operasi tipikal trafo sebesar 80% dari kapasitas pengenalnya. Hal ini berdampak pada sisa masa manfaat trafo pada tahun 2028 yaitu 1 tahun 7 bulan. Umur dasar trafo biasanya 20 tahun, tetapi usia trafo distribusi 1250 kVA akan menjadi 32 tahun jika diukur dari tahun pertama kali digunakan hingga tahun 2028, seperti yang diharapkan. Besarnya beban berdampak pada masa pakai transformator, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5. Seiring bertambahnya jumlah beban setiap tahunnya, masa pakai transformator berkurang. Untuk trafo 1250 kVA yang dipasang pada tahun 1995, umur pemakaiannya panjang yaitu sampai tahun 2028 dengan pemakaian selama setahun. Ini disebabkan oleh kenaikan beban yang konstan atau dapat diabaikan di area ini.

Gambar 2. Grafik Prediksi Usia Pakai Transformator 1250 KVA



Maka hasil dari perhitungan dengan metode regresi linear didapatkan hasil usia pakai transformator pada tahun 2028 yaitu sebesar 1 tahun 7 bulan dengan pembebanan 54%.

Kesimpulan

1. Umur dasar sebuah trafo biasanya adalah 20 tahun, sesuai dengan hasil prakiraan beban trafo. Dimana dari tahun pemakaian 1995 – 2015 sudah mencapai umur transformator yaitu 20 tahun. Dengan adanya analisis ini transformator yang ada di Surabaya intercultural school masih tersisa 13 tahun dimana melebihi dari standart umur tranformator. Estimasi penggunaan beban untuk tahun 2028 diperkirakan sebesar 54%, kurang dari batas kerja normal trafo sebesar 80% dari kapasitas ratingnya karena beban yang digunakan relatif kecil. Hal ini berdampak pada sisa masa manfaat trafo pada tahun 2028 yaitu 1 tahun 7 bulan.
2. Hasil perhitungan prediksi pembebanan menggunakan metode regresi linear akan lebih akurat.

Daftar Pustaka

- [1] Heathcote, Martin. j. 1998. The J & P Transformer Book (Twelfth Edition). London: Newnes Imprint..
- [2] Kadir, Abdul. 1979. Transformator. Jakarta : Pradya paramita.
- [3] Arismunandar, S. Kuwahara. 1979. Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik, Jilid III. Jakarta : Pradya Paramita.
- [4] Krestovel Alvian Kodoati. 2015. Analisa Perkiraan Umur Transformator, Skripsi UNSRAT, Manado.
- [5] SPLN-17. 1979. “Pedoman Pembebanan Transformator Terendam Minyak”.
- [6] Mancon Sitanggang. 2009. Studi perkiraan umur transformator distribusi dengan metode tingkat tahunan. Skripsi Universitas Sumatra Utara.
- [7] Emilly Risty. 2015. Analisis Perhitungan Susut Umur Transformator Distribusi Pada PLN Area Ciputat. Skripsi Universitas Mercu Buana
- [8] Parlindungan Gultom dkk, “Studi Susut Umur Transformator Distribusi 20 kVA Akibat Pembebanan Lebih Di PT.PLN (PERSERO) Kota Pontianak”, Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Vol. 2 No 1, Pontianak, 2017.
- [9] Zubair, M., Mufrihi, A., Tasmono, H., & Widagdo, R. S. (n.d.). ANALISA PENGARUH BEBAN DAN SUHU LINGKUNGAN TERHADAP SUSUT USIA TRANSFORMATOR DI GALAXY MALL 3.
- [10] Bahrudin Muhammad (2021) *Analisa Perkiraan Umur Trafo-2 150/22KV 60MVA GI Rungkut Berdasarkan Pengaruh Beban dan Suhu Lingkungan*. Undergraduate thesis, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- [11] M.yusuf, Muh.Irsyad 2019. Analisa Peramalan Masa Pakai Transformator Berdasarkan Beban Menggunakan Metode Regresi Linear
- [12] Junedy Pandapotan dan Eddy Warman, “Studi Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Daya”, Jurnal Singuda Ensikom, Vol.3 No.1, Medan, Juli 2013.
- [13] Parlindungan Gultom dkk, “Studi Susut Umur Transformator Distribusi 20 kVA Akibat Pembebanan Lebih Di PT.PLN (PERSERO) Kota Pontianak”, Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura, Vol. 2 No 1, Pontianak,

2017