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 II - Surabaya, 26 Maret 2022
Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2022.2815

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 UMUR TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI EDTL CAI-COLI DILI (TIMOR-LESTE)

Benedito Bosco Xavier[1], Titiek Suheta[2], dan Nasyith Hananur R[3]

Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
e-mail: boscoxavierlc1@gmail.com

ABSTRACT

The cause of the reduced life of the transformer is loading which results in an increase in the temperature of the transformer, causing overheating. This will change the nature of the construction of the parts of the transformer because any increase in temperature of about 6°C from the permissible limit will result in a decrease in the life of the transformer. This study discusses the effect of loading, the effect of ambient temperature on the remaining life of the power transformer in Edtl Cai-Coli Dili (Timor-Leste) with reference to the 1972 IEC standard. /day and in the year of 17.85 (years), while for the transformer with a capacity of 400 kVA obtained the remaining life of the transformer is 1.6143 hours/day and in the year of 17.30 (years)

Keywords: *Approximate age, distribution transformer, EDTL Cai-Coli Dili (Timor-Leste*

ABSTRAK

Penyebab berkurangnya umur transformator adalah pembebanan yang mengakibatkan meningkatnya temperatur pada transformator, sehingga menimbulkan panas berlebih. Hal ini akan merubah sifat konstruksi bagian-bagian dari transformator, karena pada setiap kenaikan temperatur sekitar 6°C dari batas yang diizinkan akan mengakibatkan berkurangnya umur transformator tersebut. Penelitian ini membahas pengaruh pembebanan, pengaruh suhu lingkungan terhadap sisa umur transformator tenaga di Edtl Cai-Coli Dili (Timor-Leste) dengan mengacu pada standar IEC 354 tahun 1972. Hasil penelitian pada transfromator yang berkapasitas 315 kVA diperoleh sisa umur sebesar 0,9085 jam /hari dan dalam tahun sebesar 17,85 (tahun), sedangkan untuk transformator yang berkapasitas 400 kVA diperoleh sisa umur transformator sebesar 1,6143 jam /hari dan dalam tahun sebesar 17,30 (tahun).

Kata kunci: Perkiraan umur, transformator distribusi, EDTL Cai-Coli Dili (Timor-Leste)

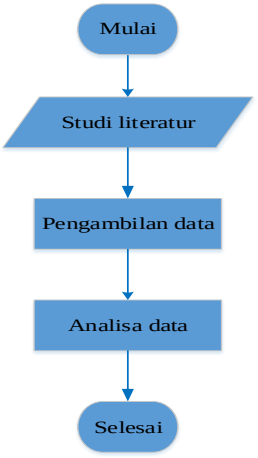
PENDAHULUAN

Pada penyulang Raya 10 kota Pontianak terdapat 11 unit transformator distribusi yang beroperasi sebesar 80% - 100% dan 8 unit yang beroperasi >100% dari daya pengenal. Didapatkan, bahwa transformator distribusi yang beroperasi di kota Pontianak apabila dibebani diatas 91% akan mengurangi umur transformator secara drastis[1]. Transformator BO001 dan BO043 masing-masing memiliki estimasi sisa umur 7 dan 3 tahun, dengan pertumbuhan beban sebesar 104,83% dan 110,16% dari rating daya transformator menggunakan metode trend linear [2][3]. Dengan metode IEC354 tahun 1972 ditunjukkan bahwa nilai temperatur Hot Spot transformator daya pada Gardu Induk Lambaro, ONAN 92,74ºC dan ONAF 66,63ºC. Besar susut umur transformator ONAN/ONAF sebesar 0,10 jam/hari atau 35,53 jam/tahun sedangkan sisa umur transformator ONAN/ONAF 13,92 tahun[4][5].

Penyulang Karpan I PT. PLN cabang Ambon mempunyai 23 unit transformator yang terpasang, transformator tiga phasa berkapasitas 25 kVA 1 unit, 50 kVA 1 unit, 100 kVA 11 unit, 200 kVA 7 unit, 250 kVA 1 unit, 315 kVA 1 unit dan 400 kVA 1 unit. Terdapat 9 unit transformator yang terbeban di atas 80% dari rating daya transformator, namun dari hasil perhitungan diperoleh bahwa susut umur pada transformator masih normal dan rata-rata masih di atas 20 tahun[6][7][8]. Dari hasil analisis untuk mengoptimalkan umur transformator didapatkan hasil, pada pembebanan 26.95% ; 353.70 tahun dan 100% ; 7.67 tahun. Dengan menggunakan pendinginan ”Smart Cooling” pada pembebanan 26.95% ; 416.51 tahun dan 100% ; 9.03 tahun. Ini membuktikan bahwa menggunakan pendinginan ” Smart Cooling” umur transformator menjadi lebih panjang dibanding dengan konvensional[9][10]. Hasil penelitian perkiraan umur transformator distribusi 400 kVA didapatkan titik terpanas 92,20C dengan laju penuaan relatif 0,51 pu. Dan berdasarkan IEC sebesar 20,55, sisa umur transformator 23 tahun 2,9 bulan dengan pembebanan rata-rata perhari 70%[11]. Penelitian yang membahas tentang pengaruh pembebanan terhadap umur transformator di Electricidade De Timor-Leste (EDTL) Dili mengacu pada standar IEC 354 tahun 1972, didapatkan hasil perhitungan sisa umur transformator rata-rata diatas 15 tahun dan masih lebih panjang/lama.

METODE

Metode pengumpulan data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung dari subjek atau objek penelitian yaitu EDTL Cai-Coli Dili (Timor-Leste). Untuk data sekunder didapatkan tidak secara langsung, namun melalui referensi-referensi dari berbagai macam buku dan literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang diambil.



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, dan data pengukuran suhu transformator dan lingkungan.
3. Analisa Data:Menghitung ratio pembebanan, menentukan kenaikan temperatur Top Oil, menghitung selisih temperatur Hot Spot, laju penuaan Thermal relatif dan menghitung sisa umur transformator daya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Data diambil pada tanggal 27 September - 27 Januari 2021 di EDTL Cai-coli Dili Timor-Leste.

Tabel 1. Data Trafo Distribusi 315 kVA

No	Merk	STARLITE
1	Daya Pengenal	315 kVA
2	Tegangan Pengenal	20000/400 kV
3	Arus Pengenal	11,547/577,35 A
4	Fasa	3
5	Rugi-rugi Berbeban	3900 kW
6	Rugi-rugi Beban Nol	770 kW
7	Rugi Total	4670 kW
8	Imp. Hubung Singkat	4
9	Pendinginan	ONAN
10	Hubungan Kumparan Trafo	50 oCdyn5
11	Ambient Temperatur	50 oC
12	Oil Volume	450 L
13	Kenaikan Suhu Oli Maks	55 oC
14	Berat Oli	450 kG
15	Berat Total	1860 kG
16	Pasangan	Luar/Dalam
17	Frekuensi	50 Hz

Tabel 2. Data Trafo Distribusi 400 kVA

No	Merk	STARLITE
1	Daya Pengenal	400 kVA
2	Tegangan Pengenal	20000/400 kV
3	Arus Pengenal	9,09/454,7 A
4	Fasa	3
5	Rugi-rugi Berbeban	4600 kW
6	Rugi-rugi Beban Nol	930 kW
7	Rugi Total	5530 KW
8	Imp. Hubung Singkat	4
9	Pendingin	ONAN/ONAF
10	Hubungan Kumparan Trafo	Dyn5
11	Ambient Temperatur	40 oC
12	Oil Volume	400 L

13	Kenaikan Suhu Oli Maks	50/55 oC
14	Berat Oli	405 kG
15	Berat Total	1650 kG
16	Pasangan	Luar/Dalam
17	Frekuensi	50 Hz

Tabel 3. Karakteristik Kemampuan Beban Transformator

Karakteristik		**Transformator Daya Kecil**	**Transformator Daya Sedang dan Besar**			
		ONAN	**ONAN**	**ONAF**	**OF**	**OD**
Eksponent minyak	x	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0
Eksponen 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	$\Delta\theta_{hr}$	23	26	26	22	29
Average oil temperatue rise	$\Delta\theta_{omr}$	44	43	43	46	46
Top oil (in tank) temperature rise	$\Delta\theta_{or}$	55	52	52	56	49
Bottom oil temperature rise	$\Delta\theta_{br}$	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

Berdasarkan tabel 3 didapatkan nilai-nilai:

Rasio Pembebanan

Ratio pembebanan (K) pada trafo 1 pada pukul 01.00

$K = \frac{Arus\ terukur}{Arus\ pengenal} = \frac{429\ (A)}{577.35\ (A)}$ = 0,74 p.u

Temperatur Top Oil

$\theta_{o(0)} = \left[\frac{1+K^2R}{1+R}\right]^n x\ \Delta\theta_{or} + \theta_a = \left[\frac{1+0,74^2 5}{1+5}\right]^{0,8} x\ 59 + 27 = \left[\frac{3,738}{6}\right]^{0,8} x\ 86 = 0,6848\ x\ 86 = 58,90\ ^\circ C$

Selisih temperatur hot spot dengan top oil ($\Delta\theta_h$)

$\Delta\theta_{h1\ (0)} = K_{21}$ x K^y x $\Delta\theta_{hr}$ = 1.0 x $0,74^{1.6}$ x 23 = 14,21 ℃

$\Delta\theta_{h2\ (0)} = (K_{21} - 1)$ x K^y x $\Delta\theta_{hr} = (1.0 - 1)$ x $0,74^{1.6}$ x 23 = 0 x $0,74^{1.6}$ = 0 x 23 = 0˚C

$\Delta\theta_h = \Delta\theta_{h1} - \Delta\theta_{h2} = 14.2 - 0 = 14,21\ ^\circ C$

Temperatur hot-spot (θ_h)

$\theta_h = \theta_o + \Delta\theta_h = 58,90 + 14.2 = 73,10\ ℃$

Laju penuaan relatif (V)

$$V = 2^{\frac{\theta_h - 98}{6}} = 2^{\frac{73{,}10-98}{6}} = 2^{-4.1512} = 0{,}0563 \text{ pu}$$

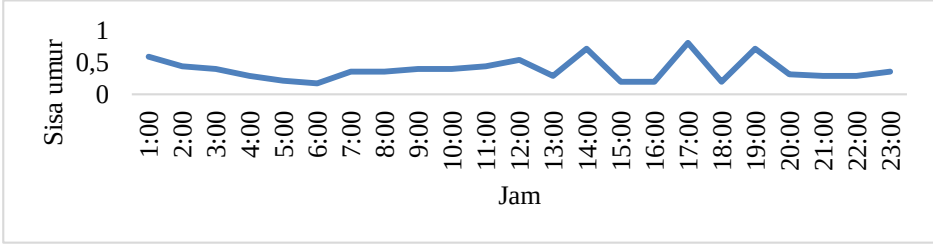
Sisa umur transformator dalam satu tahun

$$sisa\ umur = \frac{8760-(0{,}9985\ x\ 365)}{8760}\ x\ (20{,}55-2) = \frac{8760-364{,}45}{8760}\ x\ (20{,}55-2) = 0{,}9584\ x\ 18{,}55 = 17{,}85$$ (Tahun)

Tabel 4. Hasil Perhitungan Sisa Umur Trafo 1

Jam	K	θ_o (˚C)	$\Delta\theta_{h1}$ (˚C)	$\Delta\theta_{h2}$ (˚C)	$\Delta\theta_h$ (˚C)	θ_h (˚C)	V (p.u)	L (tahun)
01:00		58,9	14,21	0	14,21	73,1	0,0563	0,0563
02:00		57,53	14,21	0	14,21	71,73	0,0481	0,0481
03:00		43,83	14,21	0	14,21	58,04	0,0099	0,0099
04:00		41,78	14,21	0	14,21	55,98	0,0078	0,0078
05:00		41,09	14,21	0	14,21	55,3	0,0072	0,0072
06:00		47,25	14,21	0	14,21	61,46	0,0147	0,0147
07:00		51,36	14,21	0	14,21	65,57	0,0236	0,0236
08:00		54,79	14,21	0	14,21	68,99	0,0351	0,0351
09:00		55,47	14,21	0	14,21	69,68	0,0379	0,0379
10:00		56,16	14,21	0	14,21	70,36	0,0411	0,0411
11:00		59,58	14,21	0	14,21	73,79	0,061	0,061
12:00	0,74	65,06	14,21	0	14,21	79,27	0,1148	0,1148
13:00	pu	60,95	14,21	0	14,21	75,16	0,0714	0,0714
14:00		58,21	14,21	0	14,21	72,42	0,0521	0,0521
15:00		56,16	14,21	0	14,21	70,36	0,0411	0,0411
16:00		54,1	14,21	0	14,21	68,31	0,0324	0,0324
17:00		48,62	14,21	0	14,21	62,83	0,0172	0,0172
18:00		43,83	14,21	0	14,21	58,04	0,0099	0,0099
19:00		54,1	14,21	0	14,21	68,31	0,0324	0,0324
20:00		54,1	14,21	0	14,21	68,31	0,0324	0,0324
21:00		56,16	14,21	0	14,21	70,36	0,0411	0,0411
22:00		57,53	14.21	0	14,21	71,73	0,0481	0,0481
23:00		55,47	14,21	0	14,21	69,68	0,0379	0,0379
00:00		54,79	14,21	0	14,21	68,99	0,0351	0,0351
Total Penuaan Sehari (Jam/Hari)								0,9085

Tabel 3 menunjukkan sisa umur trafo sebesar 0,1148 jam/hari terjadi pada pukul 12.00, hal ini disebabkan karena besarnya temperatur top oil adalah 60℃ dengan suhu lingkungan 35℃. Total sisa umur trafo sebesar 0,9085 jam/hari dan 17,85 dalam tahun.

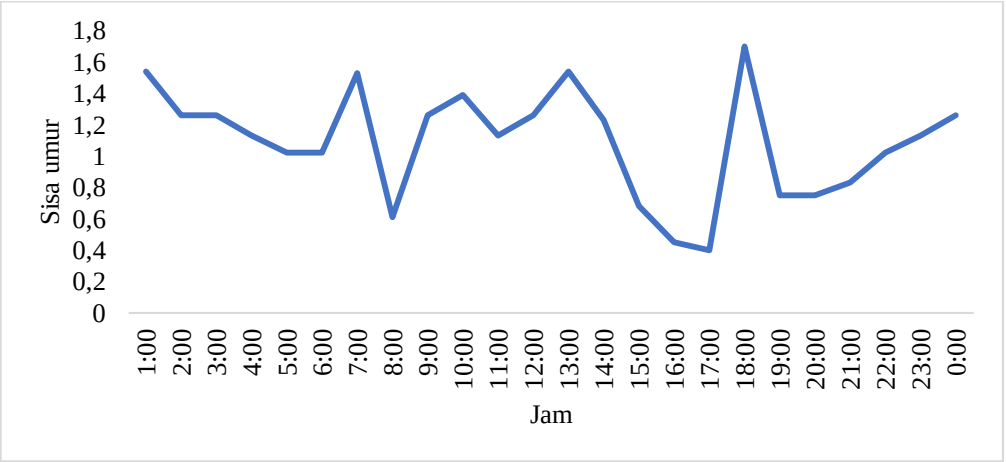


Gambar 2. Grafik Sisa Umur pada Trafo 1

Tabel 5. Hasil Perhitungan Sisa Umur Trafo 2

Jam	K	$\theta_.$ (˚C)	$\Delta\theta_{h1}$ (˚C)	$\Delta\theta_{h2}$ (˚C)	$\Delta\theta_h$ (˚C)	θ_h (˚C)	V (p.u)	L (tahun)
01:00		65,06	14,21	0	14,21	79,27	0,1148	0,1148
02:00		62,32	14,21	0	14,21	76,53	0,0837	0,0837
03:00		60,27	14,21	0	14,21	74,47	0,066	0,066
04:00		56,16	14,21	0	14,21	70,36	0,0411	0,0411
05:00		49,99	14,21	0	14,21	64,2	0,0201	0,0201
06:00		47,94	14,21	0	14,21	62,15	0,0159	0,0159
07:00		54,1	14,21	0	14,21	68,31	0,0324	0,0324
08:00		54,1	14,21	0	14,21	68,31	0,0324	0,0324
09:00		56,16	14,21	0	14,21	70,36	0,0411	0,0411
10:00		59,58	14,21	0	14,21	73,79	0,061	0,061
11:00		61,64	14,21	0	14,21	75,84	0,0773	0,0773
12:00	0,74	64,38	14,21	0	14,21	78,58	0,1061	0,1061
13:00	pu	62,32	14,21	0	14,21	76,53	0,0837	0,0837
14:00		65,06	14,21	0	14,21	79,27	0,1148	0,1148
15:00		65,74	14,21	0	14,21	79,95	0,1243	0,1243
16:00		64,38	14,21	0	14,21	78,58	0,1061	0,1061
17:00		63,69	14,21	0	14,21	77,9	0,098	0,098
18:00		63,01	14,21	0	14,21	77,21	0,0906	0,0906
19:00		49,99	14,21	0	14,21	64,2	0,0201	0,0201
20:00		51,36	14,21	0	14,21	65,57	0,0236	0,0236
21:00		57,53	14,21	0	14,21	71,73	0,0481	0,0481
22:00		58,9	14,21	0	14,21	73,1	0,0563	0,0563
23:00		60,27	14,21	0	14,21	74,47	0,066	0,066
00:00		63,01	14,21	0	14,21	77,21	0,0906	0,0906
Total Penuaan Sehari (Jam/Hari)								1,6143

Tabel 4 menunjukkan sisa umur trafo sebesar 0,1243 jam/hari terjadi pada pukul 15.00, hal ini disebabkan karena besarnya temperatur top oil adalah 62℃ dengan suhu lingkungan 34℃. Total sisa umur trafo sebesar 1,6143jam/hari dan 17,30 dalam tahun.



Gambar 3. Grafik Sisa Umur pada Trafo 2

Perhitungan sisa umur transformator dalam satu tahun

$$sisa\ umur = \frac{8760-(1{,}6143\ x\ 365)}{8760} x\ (20{,}55-2) = \frac{8760-589{,}22}{8760} x\ (18{,}55) = 0{,}9327\ x\ 18{,}55$$ = 17,30 (Tahun)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Analisa maka dapat diambil kesimpulkan, bahwa:

1. Total sisa umur pada transformator 1 sebesar 0,9085 jam /hari dan dalam tahun sebesar 17,85 (tahun).
2. Total sisa umur pada transformator 2 (hari) sebesar 1,6143 jam /hari dalam tahun sebesar sebesar 17,30 (tahun).

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. R. Parlindungan Gultom, Danial, "Studi Susut Umur Transformator Distribusi 20 kV Akibat Pembebanan Llebih Di PT. PLN (Persero) Kota Pontianak."

[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," pp. 43–49, 2019.

[3] A. Adipriyatna, "Studi Perkiraan Umur Transformator Distribusi 160 kVA Menggunakan Metode Tingkat Tahunan Pada PT. PLN (Persero) APJ Cirebon," 1945.

[4] D. Gardu, I. Lambaro, M. A. Muzar, and M. Syukri, "Analisis Pengaruh Suhu Akibat Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Daya Di Gardu Induk Lambaro," *Kitektro*, vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2018.

[5] Angela A, "Pengaruh Pembebanan Terhadap Umur Transformator Tenaga Di Gardu Induk Palur 150 kV," *N. Engl. J. Med.*, vol. 372, no. 2, pp. 2499–2508, 2018.

[6] R. S. Arrad Ghani Safitra, Lohdy Diana, "Analisa Umur Pakai Transformator Distribusi 20 KV Di PT. PLN Cabang Ambon," *J. Simetrik*, vol. 8, no. 2, pp. 139–144, 2018.

[7] A. Anca, B. Bakhtiar, and R. L, "Studi Pengaruh Beban Puncak Terhadap Susut Umur Transformator di PT.PLN(Persero) Rayon daya," *J. Teknol. Elekterika*, vol. 16, no. 2, p. 80, 2019, doi: 10.31963/elekterika.v16i2.1550.

[8] R. D. Tias, P. Studi, and T. Elektro, "Analisis susut umur transformator akibat beban lebih dengan penambahan transformator distribusi sisipan," vol. XX, no. 1, pp. 24–33, 2018.

[9] I. Kamil and A. Indarto, "Optimasi Umur Transformator Melalui Peningkatan Kinerja Pendingin Minyak Transformator Dengan Menggunakan Metode ' Smart Cooling ' Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro Volume 5 Tahun 2020," vol. 5, 2021.

[10] A. Herawati and Sofyan, "Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi dan Usia Transformator (Studi Kasus Transformator IV Gardu Induk Sukamerindu Bengkulu) Berdasarkan Standar IEC 60076-7," *Amplifier*, vol. 5, no. 2, pp. 76–81, 2015.

[11] B. Priyandono, "Analisis Usia Trafo Daya Guna Keandalan Jaringan Distribusi," pp. 1–9, 2020