

ANALISA PENGARUH BEBAN PADA SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DI PT SIER (SURABAYA INDUSTRIAL ESTATE RUNGKUT)

Yahya¹, Ir.Gatut Budiono,MT²

Program Studi Teknik Elektro,Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118 Jawa Timur

Telp.0315931800, Faks.0315927817

E-mail: yahyatok135@gmail.com

ABSTRAKS

Banyak faktor yang mempengaruhi susut transformator salah satunya yaitu pembebanan dan naiknya temperatur pada trafo. Pada penelitian kali ini dilakukan pada transformator PT SIER (Surabaya industrial Estate Rungkut) yang berkapasitas 1000KVA. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh penyusut transformator terbesar pada hari Selasa yaitu 0,4037 jam pada beban 277,71 KW dan suhu HotSpot mencapai 90 °C dengan perkiraan sisa umur trafo 13,2 tahun. Susut umur transformator terkecil pada hari jumat diperoleh 0,2641 jam pada beban 236,87 KW dan suhu HotSpot 87 °C dengan perkiraan sisa umur Trafo 15,7 tahun. Masih diatas standar berdasarkan IEC 345 tahun 1991 suhu HotSpot 98 °C dengan mengetahui susut umur trafo maka dapat mencegah kerusakan sehingga keandalan sistem tenaga di PT SIER tetap terjaga.

Kata Kunci: transformator, pembebanan , susut umur

1. PENDAHULUAN

Tranformator pada PT SIER (Surabaya Industrial Estate Rungkut) mempunyai kapasitas sebesar 1000KVA yang digunakan untuk kegiatan perkantoran mulai lantai satu sampai delapan, alat-alat elektronika dan juga gedung olahraga. Dalam penggunaannya Transformator juga mempunyai batas umur pemakaian atau oprasional dalam kurun waktu tertentu.

2. TINJUAN PUSTAKA

2.1 Transformator

Transformator ditemukan pada tahun 1885 adalah salah satu alat sistem tenaga listrik yang digunakan untuk menurunkan atau menaikkan tegangan,biasanya digunakan untuk pembangkit, distribusi dan kegiatan industri lainnya.

2.2 Prinsip Kerja

Prinsip kerja transformator bekerja berdasarkan induksi elektromagnet dan dapat dijelaskan dengan hukum Ampere dan Hukum faraday bahwa arus listrik dapat menimbulkan medan magnet begitupun sebaliknya. Apabila salah satu kumparan pada transformator dialiri arus bolak balik maka garis gaya magnet akan berubah – rubah yang mengakibatkan pada sisi kumparan primer terjadi induksi sedangkan disisi kumparan sekunder menerima gaya magnet atau fluks. Dari sisi primer yang berubah – ubah pula maka terjadi induksi sehingga menghasilkan listrik.

2.3 Pengaruh pembebanan terhadap susut umur Transformator

Dalam pengoperasian transformator terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi susut transformator diantaranya kualitas minyak, suhu minyak, pola pembebanan, pengaruh suhu sekitar. Pembebanan yang berlebih pada transformator juga akan menimbulkan efek panas. Batas kenaikan suhu yang diizinkan sebesar 6°C mengakibatkan susut transformator mengalami peningkatan . Di Indonesia berdasarkan SPLN (2007:6) bahwa transformator bekerja pada suhu sekitar tidak melebihi 40°C dengan suhu rata-rata harian dan tahunan sekitar 30°C. Berdasarkan IEC (International Electrotechnical Commission) menetapkan bahwa umur transformator hanya berkisar 20 tahun

2.4 Susut umur transformator

Peralatan yang beroperasi selalu mempunyai batasan umur dalam penggunaannya. Proses ini biasanya disebut penuaan. Salah satunya yaitu transformator tenaga, pembebanan yang terdapat pada trafo menyebabkan terjadinya pemanasan atau naiknya temperatur yang dapat mempengaruhi kemampuannya dalam beroperasi yang dapat mempercepat proses penuaan . temperatur yang dimaksud adalah niknya suhu minyak trafo , suhu ruangan dan juga suhu lingkungan sekitar.

Untuk menghitung susut transformator dapat menggunakan persamaan :

$$\text{Susut umur} = \frac{(t1 \cdot x1) + (t2 \cdot x2) + (t3 \cdot x3) + \dots}{24 \text{ jam}} \dots\dots\dots(1)$$

t1 : Priode waktu saat beban

x1 : Laju Penuaan Thermal

untuk memperkirakan sisa umur trafo dapat diketahui dengan persamaan :

Perkiraan sisa umur trafo

$$N = \text{Umur dasar} - (\text{Masa pakai trafo} \times \text{susut umur trafo}) \dots\dots\dots(2)$$

2.5 Temperatur HotSpot

Temperatur *Hot Spot* (θ_c) merupakan sebuah parameter temperatur yang digunakan untuk menentukan kemampuan Thermal pada transformator. Temperatur ini merupakan batas kenaikan temperatur yang diizinkan pada transformator. juga digunakan untuk menentukan umur isolasi pada penggunaan transformator. Standar IEC354, menetapkan bahwa temperatur *Hot Spot* yaitu sebesar 98°C. Untuk menentukan temperatur *Hot Spot* dapat digunakan persamaan berikut

$$\theta_c = \theta_a + \Delta\theta_{on} + \Delta\theta_{td} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

- θ_c : Hot Spot (°C)
- θ_a : temperatur lingkungan sekitar (°C)
- $\Delta\theta_{on}$: kenaikan temperatur *Top Oil* (°C)
- $\Delta\theta_{td}$: selisih antara *Hot Spot* dengan *Top Oil* (°C)

Untuk menentukan Laju penuaan Termal

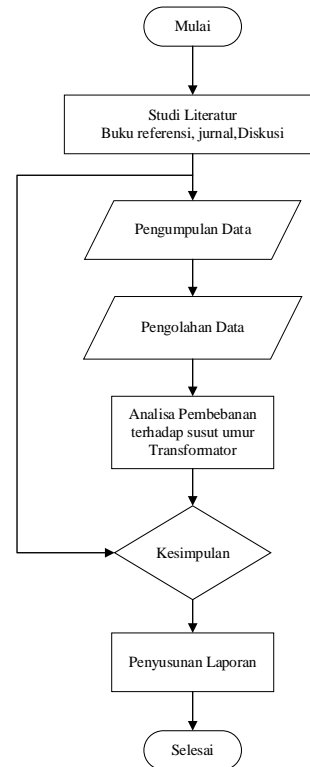
$$V = 10(\theta_c - \theta_{cr})^{19,93} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

- V = Nilai relatif dari umur pemakaian
- $\theta_{cr} = 98$ °C (IEC 76 (1967))
- θ_c : temperatur *Hot Spot* (°C)

3. METODELOGI

3.1 Flowchart Penelitian



Tabel 3. 1 Data Transformator

<i>Uraian</i>	<i>Data Transformator</i>
Merek/Type	TRAFINDO/Indoor
NO.Seri	30561
Tahun Pembuatan	1998
Kapasitas Daya	1000Kva
Phase	3
Tegangan Primer/Sekunder	20.000 Volt/400 Volt
Arus Nominal/Sekunder	29A/1443
Tegangan Hubung singkat	9%
Pendingin denga minyak	DIALA-B
Kenaikan suhu	Minyak :60 Kumparan :69
Tingkat Isolasi Dasar	129kV
Jumlah Berat	2.030 Kg
Berat Minyak	720 Kg
Frekuensi	50 Hz
Impedensi	4%
Vektor Group	DyN-5
Sistem Pendingin	ONAN

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan selama 5 hari mulai hari senin – jumat pada pukul 09:00 – 16:00 dengan mengukur Arus dan suhu kumparan dan suhu minyak atas pada transformator

Tabel 4. 1 Rata - Rata Arus Transformator selama 5 Hari

Jam	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
09.00	400,5	411,37	406,47	373,3	342,77
10.00	426,83	433,97	426,73	424,07	355,27
11.00	405,57	412,13	408,6	387,83	352,47
12.00	383,57	392,07	388,77	373,43	361,2
13.00	398,07	396,17	384,6	385,33	357,8
14.00	382,13	413,6	409,57	406,1	350,23
15.00	348,3	391,27	376,97	372,67	319,2
16.00	340,13	359,97	316,97	309,33	299,47

4.1 Data pengukuran suhu Kumparan , Suhu Minyak, Suhu Lingkungan selama 5 Hari

Tabel 4. 2 Pengukuran suhu Kumparan , Minyak Atas,Lingkungan hari Senin

No	Jam	Rata-rata Suhu Kumparan (°C)	Suhu Minyak	Suhu Lingkungan
			Atas (°C)	
1	09.00	40,57	39	31
2	10.00	42,29	40	31
3	11.00	43,86	41	32
4	12.00	45	43	34
5	13.00	46	42	34
6	14.00	45	43	33
7	15.00	46	44	33
8	16.00	45,14	44	32

Tabel 4. 3 Pengukuran suhu Kumparan , Minyak Atas,Lingkungan hari Selasa

No	Jam	Rata-rata Suhu Kumparan (°C)	Suhu Minyak	Suhu Lingkungan (°C)
			Atas (°C)	
1	09.00	40,86	39	31
2	10.00	44,14	42	32
3	11.00	45,29	43	33
4	12.00	46,14	43	33
5	13.00	46,57	44	34
6	14.00	47,43	45	34
7	15.00	47,43	45	34
8	16.00	47,43	45	34

Tabel 4. 4 Pengukuran suhu Kumparan , Minyak Atas,Lingkungan hari Rabu

No	Jam	Rata-rata Suhu Kumparan (°C)	Suhu Minyak	Suhu Lingkungan (°C)
			Atas (°C)	
1	09.00	39,71	38	31
2	10.00	42,71	40	32
3	11.00	44,14	42	32
4	12.00	44,86	42	33
5	13.00	45,29	43	34
6	14.00	46	44	34
7	15.00	45,43	43	33
8	16.00	44,71	43	32

Tabel 4. 5 Pengukuran suhu Kumparan , Minyak Atas,Lingkungan hari Kamis

No	Jam	Rata-rata Suhu Kumparan (°C)	Suhu Minyak	Suhu Lingkungan (°C)
			Atas (°C)	
1	09.00	39,86	38	31
2	10.00	42,14	40	32
3	11.00	43,86	42	33
4	12.00	45	42	34
5	13.00	46	43	34
6	14.00	45,29	44	33
7	15.00	45,57	43	33
8	16.00	45,14	43	32

Tabel 4. 6 Pengukuran suhu Kumparan , Minyak Atas,Lingkungan hari Jumat

No	Jam	Rata-rata Suhu Kumparan	Suhu Minyak	Suhu Lingkungan (°C)
		(°C)	Atas (°C)	
1	09.00	40,43	38	31
2	10.00	42,14	39	31
3	11.00	43,29	41	31
4	12.00	43,43	41	32
5	13.00	44,14	42	33
6	14.00	44	43	32
7	15.00	44,43	43	32
8	16.00	43,86	42	32

4.2 Data perhitungan

4.2.1 Menentukan daya aktif dan daya semu

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Pukul 09:00

$$P = \sqrt{3} \times 400 \times 400,50 \times \cos 0,9 = 277,15 \text{ KW}$$

$$Q = \sqrt{3} \times 400 \times 400,50 \times \sin 0,9 = 4,35 \text{ Kvar}$$

4.2.2 Menentukan Rasio Pembebanan dan Presentase pembebanan

$$K = \frac{S}{Sr} = \dots\dots\dots, K \times 100 \%$$

Hari Senin

Pukul 09:00

$$K = 277,18 / 1000 = 0,277 \times 100\% = 27,7\%$$

Tabel 4. 7 Hasil rasio dan presentase pembebanan hari senin

jam	Daya Aktif	Daya Reaktif	Daya Semu	K	%
	KW	Kvar	KVA		
09.00	277,15	4,35	277,18	0,277	27,70%
10.00	295,37	4,64	295,41	0,295	29,50%
11.00	280,65	4,41	280,69	0,281	28,10%
12.00	265,43	4,17	265,46	0,265	26,50%
13.00	275,46	4,32	275,5	0,275	27,50%
14.00	264,44	4,15	264,47	0,264	26,40%
15.00	241,02	3,78	241,05	0,241	24,10%
16.00	235,37	3,7	235,4	0,235	23,50%

Tabel 4. 8 Hasil rasio dan presentase pembebanan hari selasa

jam	Daya Aktif	Daya Reaktif	Daya Semu	K	%
	KW	Kvar	KVA		
09.00	284,67	4,47	284,7	0,285	28,50%
10.00	300,3	4,71	300,34	0,3	30,00%
11.00	285,2	4,48	285,23	0,285	28,50%
12.00	271,31	4,26	271,34	0,271	27,10%
13.00	274,15	4,3	274,18	0,274	27,40%
14.00	286,21	4,49	286,25	0,286	28,60%
15.00	270,76	4,25	270,79	0,271	27,10%
16.00	249,1	3,91	249,13	0,249	24,90%

Tabel 4. 9 Hasil rasio dan presentase pembebanan hari rabu

jam	Daya Aktif	Daya Reaktif	Daya Semu	K	%
	KW	Kvar	KVA		
09.00	281,27	4,42	281,31	0,281	28,10%
10.00	295,3	4,64	295,34	0,295	29,50%
11.00	282,75	4,44	282,79	0,283	28,30%
12.00	269,03	4,22	269,06	0,269	26,90%
13.00	266,14	4,18	266,18	0,266	26,60%
14.00	283,42	4,45	283,46	0,283	28,30%
15.00	260,86	4,1	260,89	0,261	26,10%
16.00	219,34	3,44	219,37	0,219	21,90%

Tabel 4. 10 Hasil rasio dan presentase pembebanan hari kamis

jam	Daya Aktif	Daya Reaktif	Daya Semu	K	%
	KW	Kvar	KVA		
09.00	258,32	4,06	258,36	0,258	25,80%
10.00	293,45	4,61	293,49	0,293	29,30%
11.00	268,38	4,21	268,41	0,268	26,80%
12.00	258,42	4,06	258,45	0,258	25,80%
13.00	266,65	4,19	266,68	0,267	26,70%
14.00	281,02	4,41	281,06	0,281	28,10%
15.00	257,89	4,05	257,92	0,258	25,80%
16.00	214,06	3,36	214,09	0,214	21,40%

Tabel 4. 11 Hasil rasio dan presentase pembebanan hari Jumat

jam	Daya Aktif	Daya Reaktif	Daya Semu	K	%
	KW	Kvar	KVA		
09.00	237,19	3,72	237,22	0,237	23,70%
10.00	245,84	3,86	245,87	0,246	24,60%
11.00	243,91	3,83	243,94	0,244	24,40%
12.00	249,95	3,92	249,98	0,25	25,00%
13.00	247,6	3,89	247,63	0,248	24,80%
14.00	242,36	3,81	242,39	0,242	24,20%
15.00	220,89	3,47	220,91	0,221	22,10%
16.00	207,23	3,25	207,26	0,207	20,70%

4.2.3 Menentukan rugi tembaga setiap jam akibat pembebanan

$$Pt2 = K^2 \times Pt1$$

Pt1 : 1000Kva = 2300 W = 2,3KW (Rugi inti Transformator 1000KVA sudah terdapat di SPLN50/1997)

Pt2 : Rugi Tembaga pada trafo

Pt1: Rugi inti trafo

K² : Rasio pembebanan

Hari Senin

Pukul 09:00 : Pt2 = 0,277² x 2,3 = 0,177 KW

Pukul 10:00 = Pt2 = 0,295² x 2,3 = 0,201 KW

Tabel 4. 12 Rugi tembaga setiap jam akibat pembebanan selama 5 hari

jam	senin	selasa	rabu	kamis	jumat
09.00	0,177	0,186	0,182	0,154	0,129
10.00	0,201	0,207	0,201	0,198	0,139
11.00	0,181	0,187	0,184	0,166	0,137
12.00	0,162	0,169	0,167	0,154	0,144
13.00	0,175	0,173	0,163	0,164	0,141
14.00	0,161	0,188	0,185	0,182	0,135
15.00	0,134	0,169	0,157	0,153	0,112
16.00	0,127	0,143	0,111	0,105	0,099

4.2.4 Menentukan perbandingan rugi transformator

$$d = \frac{\text{Rugi tembaga pada daya pengenal}}{\text{Rugi Beban Nol}}$$

Rugi Beban Nol : Po = Vo x Io x Cos θo
 = 400 x 28,8 x 1
 = 11544 w = 11,5 Kw

Hari Senin

Pukul 09:00 = d = 0,177 / 11,5 = 0,015 KW

Pukul 10:00 = d = 0,201 / 11,5 = 0,017 KW

Pukul 11:00 = d = 0,181 / 11,5 = 0,016 KW

Pukul 12:00 = d = 0,162 / 11,5 = 0,014 KW

Pukul 13:00 = d = 0,175 / 11,5 = 0,015 KW

Pukul 14:00 = d = 0,161 / 11,5 = 0,014 KW

Pukul 15:00 = d = 0,134 / 11,5 = 0,012 KW

Pukul 16:00 = d = 0,127 / 11,5 = 0,011 KW

4.2.5 Menentukan temperatur ultimate minyak atas trafo

$$\Delta\theta_{ou} = \Delta\theta_{br} \left(\frac{1+dk^2}{1+d} \right)^x$$

Δθou : Kenaikan temperatur Ultimate Minyak Atas

Δθbr : 40 °C (OF), 55°C (ON)

d : Perbandingan Rugi Trafo

k : Rasio Pembebanan

x : 0,9 (ONAN/ONAF) , 1,0 (OFAF/OFWF)

Hari Senin

Pukul 09:00

$$\Delta\theta_{ou} = 55 \left(\frac{1+(0,015)(0,277)^2}{1+0,015} \right)^{0,9} = 54,31 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tabel 4. 13 Temperatur Ultimate Minyak Atas per jam Selama 5 Hari

jam	senin	selasa	rabu	kamis	jumat
09.00	54,31	54,27	54,29	54,39	54,48
10.00	54,22	54,2	54,22	54,23	54,44
11.00	54,29	54,27	54,28	54,35	54,45
12.00	54,36	54,33	54,34	54,39	54,43
13.00	54,32	54,32	54,36	54,35	54,44
14.00	54,36	54,27	54,28	54,29	54,46
15.00	54,46	54,34	54,38	54,39	54,54
16.00	54,49	54,43	54,55	54,57	54,6

4.2.6 Menentukan selisih antara kenaikan suhu Kumparan dengan Suhu Minyak

$$\Delta\theta_{wo} = \Delta\theta_k - \Delta\theta_m$$

Δθk : suhu kumparan

Δθm : suhu minyak

Hari Senin

Pukul 09:00 = Δθwo = 40,57 – 39 = 1,57 °C

Pukul 10:00 = Δθwo = 42,29 – 40 = 2,29 °C

Tabel 4. 14 Selisih kenaikan suhu Kumparan dengan Suhu Minyak

jam	senin	selasa	rabu	kamis	jumat
09.00	1,57	1,86	1,71	1,86	2,43
10.00	2,29	2,14	2,71	2,14	3,14
11.00	2,86	2,29	2,14	1,86	2,29
12.00	2	3,14	2,86	3	2,43
13.00	4	2,57	2,29	3	2,14
14.00	2	2,43	2	1,29	1
15.00	2	2,43	2,43	2,57	1,43
16.00	1,14	2,43	1,71	2,14	1,86

4.2.7 Menentukan kenaikan Suhu Hot spot dengan sirkulasi minyak alami

$$\Delta\theta_{cr} (\text{alami}) = \Delta\theta_{br} + 1.1 \Delta\theta_{wo}$$

$\Delta\theta_{br}$: 40 °C (OF), 55°C (ON)

$\Delta\theta_{wo}$: selisih antara kenaikan suhu Kumparan dengan Suhu Minyak

Hari Senin

Pukul 09:00

$$\Delta\theta_{cr} (\text{alami}) = 55 + 1,1 (1,57) = 56,73 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Pukul 10:00

$$\Delta\theta_{cr} (\text{alami}) = 55 + 1,1 (2,29) = 57,51 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tabel 4. 15 Kenaikan Suhu Hot spot dengan sirkulasi minyak alami

jam	senin	selasa	rabu	kamis	Jumat
09.00	56,73	57,04	56,89	57,04	57,67
10.00	57,51	57,36	57,99	57,36	58,46
11.00	58,14	57,51	57,36	57,04	57,51
12.00	57,2	58,46	58,14	58,3	57,67
13.00	59,4	57,83	57,51	58,3	57,36
14.00	57,2	57,67	57,2	56,41	56,1
15.00	57,2	57,67	57,67	57,83	56,57
16.00	56,26	57,67	56,89	57,36	57,04

4.2.8 Menentukan Selisih Kenaikan suhu Hot spot dengan Top Oil

$$\Delta\theta_{td} = (\Delta\theta_{cr} - \Delta\theta_{br}) K^y$$

$\Delta\theta_{cr}$: kenaikan suhu HotSpot

$\Delta\theta_{brt}$: Top Oil dengan Standart IEC76 (40°C)

K : Rasio Pembebanan

y : 0,8 pada ONAN dan ONAF

Hari Senin

Pukul 09:00

$$\Delta\theta_{td} = (56,73 - 40) 0,277^{0,8} = 2,15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Pukul 10:00

$$\Delta\theta_{td} = (57,51 - 40) 0,295^{0,8} = 2,49 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tabel 4. 16 Selisih Kenaikan suhu Hot spot dengan Top Oil

jam	senin	selasa	rabu	kamis	Jumat
09.00	2,15	2,28	2,22	1,95	1,77
10.00	2,49	2,53	2,56	2,44	1,96
11.00	2,38	2,35	2,3	2,08	1,83
12.00	2,06	2,29	2,22	2,1	1,92
13.00	2,47	2,25	2,11	2,21	1,86
14.00	2,05	2,39	2,29	2,15	1,67
15.00	1,77	2,19	2,06	2,04	1,48
16.00	1,61	1,91	1,49	1,47	1,37

4.2.9 Menentukan Suhu HotSpot

$$\theta_c = \theta_a + \Delta\theta_{ou} + \Delta\theta_{td}$$

θ_a : Suhu lingkungan sekitar

$\Delta\theta_{on}$: kenaikan suhu Top oil

$\Delta\theta_{td}$: Selisih suhu Hotspot dengan Top Oil

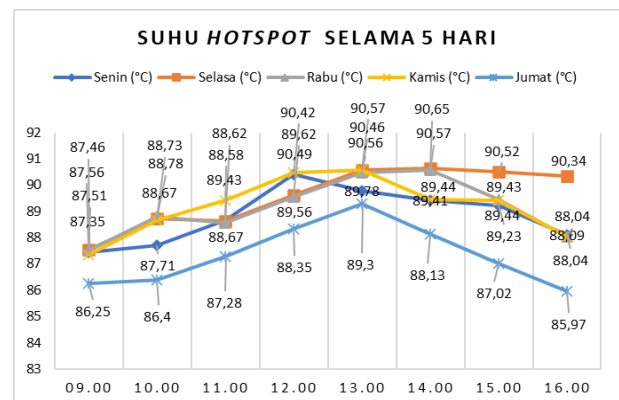
Hari Senin

$$\text{Pukul 09:00} = \theta_c = 31 + 54,31 + 2,15 = 87,46 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Pukul 10:00} = \theta_c = 31 + 54,22 + 2,49 = 87,71 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tabel 4. 17 Suhu HotSpot selama 5 Hari

jam	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
09.00	87,46	87,56	87,51	87,35	86,25
10.00	87,71	88,73	88,78	88,67	86,4
11.00	88,67	88,62	88,58	89,43	87,28
12.00	90,42	89,62	89,56	90,49	88,35
13.00	89,78	90,57	90,46	90,56	89,3
14.00	89,41	90,65	90,57	89,44	88,13
15.00	89,23	90,52	89,44	89,43	87,02
16.00	88,09	90,34	88,04	88,04	85,97



Gambar 4. 1 Grafik suhu HotSpot selama 5 Hari

4.2.10 Menghitung Laju Penuaan Thermal

$$V = 10^{(\theta_c - \theta_{cr})/19,93}$$

V : Nilai Laju Penuaan Thermal

θ_{cr} : 98 °C (IEC 76 :1967)

θ_c : temperatur HotSpot (°C)

Hari Senin

$$\text{Pukul 09:00} = V = 10^{\frac{87,46 - 98}{19,93}} = 0,30$$

$$\text{Pukul 10:00} = V = 10^{\frac{87,71 - 98}{19,93}} = 0,30$$

Tabel 4. 18 Laju Penuaan Thermal selama 5 hari

jam	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat
09.00	0,3	0,34	0,3	0,29	0,26
10.00	0,3	0,34	0,34	0,34	0,26
11.00	0,34	0,34	0,34	0,37	0,29
12.00	0,42	0,38	0,38	0,42	0,33
13.00	0,39	0,42	0,42	0,42	0,37
14.00	0,37	0,43	0,42	0,37	0,32
15.00	0,36	0,42	0,37	0,37	0,28
16.00	0,32	0,41	0,32	0,32	0,25

4.2.11 Menghitung susut umur transformator

$$\text{Susut umur} = \frac{(t1 \cdot x1) + (t2 \cdot x2) + (t3 \cdot x3) + \dots}{24 \text{ jam}}$$

t1 : Priode waktu

x1 : Laju Penuaan Thermal

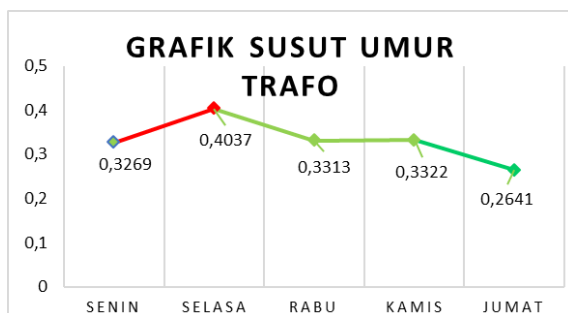
Hari Senin :

$$\frac{(1 \times 0,30) + (1 \times 0,30) + (1 \times 0,34) + (1 \times 0,42) + (1 \times 0,39) + (1 \times 0,37) + (1 \times 0,36) + (1 \times 0,32)}{24}$$

$$\text{Susut trafo} : \frac{7,845}{24} = 0,3269 \text{ jam}$$

Tabel 4. 19 Hasil perhitungan susut umur selama 5 Hari

Hari	Susut Umur Trafo	Hotspot °C
Senin	0,3269	88,72
Selasa	0,4037	90
Rabu	0,3313	89,12
Kamis	0,3322	89,18
Jumat	0,2641	87,34



Gambar 4. 2 Grafik susut umur Trafo

4.2.12 Menghitung perkiraan umur trafo 1000KVA di PT SIER

Sisa Umur = Umur dasar – (umur pemakaian * susut)

Hari senin:

$$N = 180018 - (157680 \times 0,3269) = 128475,5035 \text{ jam} = 14,6 = 15 \text{ Tahun}$$

Hari selasa:

$$N = 180018 - (157680 \times 0,4037) = 116361,5334 \text{ jam} = 13,2 = 13 \text{ Tahun}$$

Hari Rabu

$$N = 180018 - (157680 \times 0,3313) = 127782,5116 \text{ jam} = 14,5 = 15 \text{ Tahun}$$

Hari Kamis:

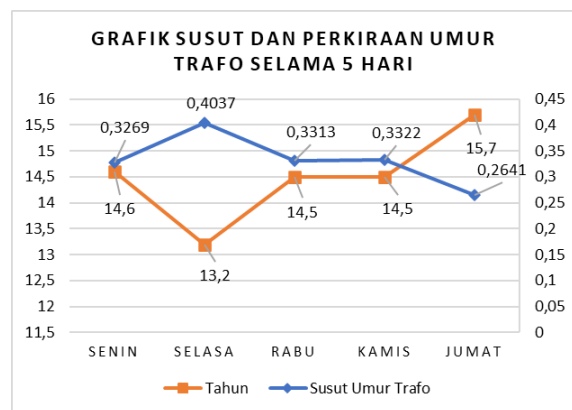
$$N = 180018 - (157680 \times 0,3322) = 127636,2663 \text{ jam} = 14,5 = 15 \text{ Tahun}$$

Hari Jumat:

$$N = 180018 - (157680 \times 0,2641) = 138372,2354 \text{ jam} = 15,7 = 16 \text{ Tahun}$$

Tabel 4. 20 Perkiraan Umur trafo PT SIER

Hari	Susut Umur Trafo	Sisa Umur (jam)	Tahun
Senin	0,3269	128475,5035	15
Selasa	0,4037	116361,5334	13
Rabu	0,3313	127782,5116	15
Kamis	0,3322	127636,2663	15
Jumat	0,2641	138372,2354	16



Gambar 4. 3 Grafik susut dan perkiraan umur trafo selama 5 hari

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari perhitungan maka dapat disimpulkan:

1. Pada data perhitungan susut trafo Di PT SIER maka apabila beban yang dihasilkan tinggi, maka *hotspot* dan nilai susut trafo juga akan tinggi sehingga sisa umur yang di dapatkan semakin kecil, begitu sebaliknya apabila beban kecil maka *hotspot* dan nilai susut trafo juga akan kecil serta sisa umur yang didapat semakin lama.
2. Pembebanan dari hari senin – jumat tertinggi terdapat pada hari selasa tgl 08 Juni 2021 dengan rata – rata beban 277,71 KW, suhu *hotSpot* mencapai 90 °C yang menghasilkan susut trafo 0,4037 jam dengan perkiraan umur trafo 13,2 tahun = 116361,5334 jam , sedangkan yang paling kecil pembebanannya yaitu pada hari Jumat 11 juni 2021 dengan Rata- Rata beban 236,87 KW, suhu *hotspot* 87 °C dan susut trafo 0,2641 jam dengan perkiraan umur trafo 15,7 tahun = 138.372,2354jam

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat berikan oleh penulis adalah :

1. Melakukan perhitungan rata-rata beban selama lebih dari satu bulan atau satu tahun agar dapat menghasilkan perhitungan yang lebih akurat.
2. Dapat melakukan penelitian lanjutan pada Transformator dengan kapasitas yang lebih besar diatas 1000KVA
3. Sebaiknya dilakukan pemeliharaan secara berkala, untuk mencegah kenaikan suhu trafo yang terlalu tinggi karena akan berpengaruh terhadap susut umur transformator

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Tanjung dan Atmam, “Analisis Kinerja Transformator Distribusi Rusunawa Universitas Lancang Kuning Pekanbaru,” *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, vol. 1, Desember 2016.
- [2] M. A. Muzar, Syahrizal dan M. Syukri, “Analisis Pengaruh Suhu Akibat Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Daya Di Gardu Induk Lambaro,” *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, vol. 3, 2018.
- [3] S. Bahri, R. Gianto dan M. I. Arsyad, “Studi Pertambahan Beban Transformator Daya Pada Gardu Induk Parit Baru PT. PLN (Persero) Cabang Pontianak”.
- [4] Y. Y. Rizki dan E. Ervianto, “PERKIRAAN Umur Transformator Berdasarkan Pengaruh Pembebanan Dan Temperatur Lingkungan Menggunakan Metode Trend Linear,” *JOM FTEKNIK*, vol. 6, Desember 2019.
- [5] A. S. Gianto, C. G. Irianto dan D. Gianto, “Perhitungan Penurunan Umur Transformator Akibat Pengaruh Suhu Lingkungan,” *JETri*, vol. 13, Agustus 2015.
- [6] M. D. Tobi Sogen, ST., MT, “Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Pt Pln (Persero) Area Sorong,” *Jurnal Electro Luceat*, vol. 4, Juli 2018.
- [7] P. Sigid , “Analisa Pengaruh Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga (Studi Kasus Trafo Gtg 1.3 Pltgu Tambak Lorok Semarang)”.
- [8] S. A. Nugroh, A. J. Taufiq dan . D. N. Kusuma Hardan, “Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Umur Transformator Daya (Studi Kasus Pada PT. Sumber Segara Primadaya, Cilacap),” *SNTT*, Oktober 2018.
- [9] Sofyan dan A. Herawati, “Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi dan Usia Transformator (Studi Kasus Transformator IV Gardu Induk Sukamerindu Bengkulu) Berdasarkan Standar IEC 60076-7”.
- [10] A. R. Lowu, “ Studi Pengaruh Pembebanan Terhadap Usia Pakai (Life Time) Transformator Tenaga DI PT. PLN (PERSERO) upt sulselrabar unit layanan transmisi & gardu induk panakkukang”.
- [11] J. M. Tambunan, A. Hariyanto dan W. K. Tindra, “Kerja Pembebanan Dan Temperatur Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga 150/20 Kv 60 Mva,” *Jurnal Sutet*, vol. 5, Desember 2015.
- [12] H. L. Latupeirissa, “Analisa umur Pakai Transformator distribusi 20 kv di pt. pln cabang ambon,” *JURNAL SIMETRIK*, vol. 8, Desember 2018.