

J MEDIA KOMUNIKASI TEKNOLOGI **JURNAL IPTEK**

VOL 18 NO.1 Mei 2014

**Kajian ATS & AMF Di Genset Saat Peralihan Pasokan
Tenaga Listrik Ke Jaringan PT PLN Berbasis PLC**

Mochamad Sholeh dan R. Ahmad Cholilurrahman

**Alternatif Teknologi Pengolahan Gliserol :
Hydrothermal Dan Sonokimia**

Yuyun Yuniati

**Pengaruh Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong
Terhadap Kekasaran Permukaan Aluminium Up Dan
Down Milling CNC TU-3A**

Bambang Setyono

**Evaluasi Kinerja Perguruan Tinggi Dengan
Balance Scorecard Fuzzy**

Pipit Sari Puspitorini dan Erly Ekayanti R

**Analisis Pengaruh Pembebanan Terhadap Usia Transformator
Distribusi Di PT PLN Distribusi APJ Gresik**

Tjahja Odinanto

**Pengembangan Sektor Unggulan Kota Surabaya
Melalui Implementasi Strategi SWOT Dan QSPM
Pada Industri Kecil Dan Menengah**

Rina dan Evi Yuliani

**Jaringan Syaraf Tiruan Prediksi Penyakit Demam Berdarah
Dengan Menggunakan Metode Backpropagation**

Wahyu Widodo, Andy Rachman dan Ruli Amelia

JURNAL
I P T E K
MEDIA KOMUNIKASI TEKNOLOGI

KETUA PENYUNTING
Syamsuri, ST.,MT.,Ph.D

WAKIL KETUA PENYUNTING
Yustia Wulandari M, ST., MT

PENYUNTING
Syamsuri, ST.,MT.,Ph.D
Dr. Yulfiah, ST.,Msi
Dr. Indung Sudarso, ST.,MT

MITRA BESTARI
Prof. Dr. E. Titiek Winanti, MS
(Univ. Negeri Surabaya)
Prof. Dr. Ir. Achmadi Susilo, MS
(Univ. Wijaya Kusuma Surabaya)
Dr. Ir. Nelson Sembiring, M.Eng
(Balitbang Jawa Timur)

REDAKSI PELAKSANA
Sukendro BS, ST., MT
Yustia Wulandari M, ST., MT
Suparjo, ST., MT

TATA USAHA
Nurilah

Alamat Redaksi
Lembaga Penelitian dan
Pengabdian Kepada Masyarakat
Gedung A, Lantai IV, A-405
Kampus ITATS

Jl. Arief Rakhman Hakim no. 100
Surabaya 60117
Telp.(031) 5945043 ext. 861;
Fax. (031) 5995537
Email : lppm@itats.ac.id

Frekuensi Terbit : 2 X Setahun

PENASEHAT
Rektor
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

YAYASAN
PENDIDIKAN TEKNIK
SURABAYA
(Y P T S)

INSTITUT
TEKNOLOGI ADHI TAMA
SURABAYA
(I T A T S)

Teknik Sipil

Teknik Mesin

Teknik Elektro

Teknik Arsitektur

Teknik Perkapalan

Teknik Informatika

Teknik Industri

Teknik Kimia

Teknik Lingkungan

Teknik Pertambangan

Teknik Geologi

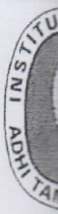
Desain Produk

Sistem Informasi

Sistem Komputer

Alamat :

Kampus ITATS
Jl. Arief Rakhman Hakim 100
Surabaya 60117
Telp. (031) 5945043
Fax. (031) 5994620



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.



JURNAL I P T E K

VOLUME 18 NOMOR 1

MEI 2014

1. **KAJIAN ATS & AMF DI GENSET SAAT PERALIHAN PASOKAN TENAGA LISTRIK KE JARINGAN PT PLN BERBASIS PLC**
Mochamad Sholeh dan R. Ahmad Cholilurrahman 1 - 10
2. **ALTERNATIF TEKNOLOGI PENGOLAHAN GLISEROL :
HYDROTHERMAL DAN SONOKIMIA**
Yuyun Yuniati 11 - 21
3. **PENGARUH KECEPATAN POTONG DAN KEDALAMAN POTONG TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN ALUMINIUM UP DAN DOWN MILLING CNC TU-3A**
Bambang Setyono 22 - 32
4. **EVALUASI KINERJA PERGURUAN TINGGI DENGAN *BALANCE SCORECARD FUZZY***
Pipit Sari Puspitorini dan Erly Ekayanti R 33 - 40
5. **ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP USIA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PT PLN DISTRIBUSI APJ GRESIK**
Tjahja Odianto 41 - 50
6. **PENGEMBANGAN SEKTOR UNGGULAN KOTA SURABAYA MELALUI IMPLEMENTASI STRATEGI SWOT DAN QSPM PADA INDUSTRI KECIL DAN MENENGAH**
Rina dan Evi Yuliatwati 51 - 63
7. **JARINGAN SYARAF TIRUAN PREDIKSI PENYAKIT DEMAM BERDARAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION**
Wahyu Widodo, Andy Rachman dan Ruli Amelia 64 - 70

ANALISIS PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP USIA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI DI PT PLN Distribusi APJ GRESIK

Tjahja Odianto¹

Teknik Elektro-ITATS, Jl. Arief Rahman Hakim No 100 Surabaya

Email¹ : tjahjaodynanto@yahoo.com

ABSTRACT

Age transformer Losses are influenced by winding isolation transformer and oil transformer. One of damage or oil transformer failure of the isolation resulting from in temperature changes or temperature ambient. Thus resulting in an insulation damaged and oil temperature rise will change the nature of the oil. If these changes result in left insulating value of the oil will decreases. Then the transformer load factors affect the oil temperature, the greater the load, the higher the temperature, the lower the load, the lower the temperature.

This research carried out by the method of experiment with direct data collection is from the field

From the results obtained that is inversely proportional to the imposition of age shrinkage. Of the three trials for the imposition of 100 kVA, 150 kVA and 200 kVA, at 100 kVA load obtained minimum age shrinkage (24%). Thus when the transformer is loaded low will result in a relatively low temperature, and the type of cooling used Onan. In this thesis examine the effect of loading on the transformer age, which is influenced by the ambient temperatur.

Keywords : *Ttransformers, Environmental temperature, Lifetime shrinkage*

ABSTRAK

Susut umur transformator dipengaruhi oleh isolasi belitan trafo dan minyak trafo. Salah satu kerusakan atau kegagalan isolasi dari minyak trafo diakibatkan dari perubahan suhu atau suhu sekitar. Sehingga mengakibatkan isolasi menjadi rusak dan kenaikan temperatur minyak akan mengubah sifat minyak tersebut. Dan apabila perubahan-perubahan tersebut dibiarkan akan mengakibatkan nilai isolasi dari minyak tersebut menurun. Maka faktor pembebanan transformator tersebut berpengaruh terhadap temperatur minyaknya, semakin besar bebannya maka semakin tinggi temperaturnya, semakin rendah bebannya maka semakin rendah temperaturnya.

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen dengan melakukan pengambilan data langsung di lapangan.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pembebanan berbanding terbalik dari susut umurnya. Dari tiga percobaan untuk pembebanan 100 kVA, 150 kVA dan 200 kVA (sebesar 24%). Maka dari itu saat transformator masih berbeban rendah akan menghasilkan temperatur yang masih relatif rendah, dan jenis pendinginannya menggunakan ONAN. Pada tugas akhir ini meneliti pengaruh pembebanan terhadap umur trafo, yang dipengaruhi oleh suhu lingkungan.

Kata kunci : Transformator, Temperature lingkungan, Susut umur.

PENDAHULUAN

Di masa sekarang kebutuhan listrik semakin meningkat sejalan dengan berkembangnya teknologi. Perkembangan yang pesat ini harus diikuti dengan perbaikan kualitas dan keandalan energi listrik yang dihasilkan. Salah satu peralatan yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik yaitu transformator distribusi. Fungsi transformator distribusi ini adalah untuk menyalurkan arus listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya (mentransformasikan tegangan). Dalam kondisi ini suatu transformator diharapkan dapat beroperasi secara maksimal (kalau bisa terus menerus tanpa berhenti). Mengingat kerja keras dari suatu transformator seperti itu maka cara pemeliharaan juga dituntut sebaik mungkin. Oleh karena transformator merupakan peralatan yang sangat penting, maka diusahakan agar peralatan ini berusia panjang dan dapat lebih lama dipergunakan. Beberapa faktor terjadinya berkurangnya umur atau kerusakan transformator pada isolasinya karena pengaruh thermal adalah suhu sekitar (*ambient temperatur*), suhu minyak trafo dan pola pembebanan terhadap transformator tersebut. Sehingga menjadi pengaruh terhadap

susut umur pada transformator distribusi. Oleh karena itu transformator harus dipelihara dengan menggunakan sistem dan peralatan yang benar, baik dan tepat.

Peneliti terdahulu

Transformator merupakan peralatan mesin listrik statis yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik sehingga dapat memindahkan energi dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain tanpa merubah frekuensi. Penggunaan yang sangat sederhana dan itu merupakan salah satu sebab penting bahwa arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik. Transformator dapat dibagi menurut fungsi/pemakaian [1].

Jenis transformator untuk penyaluran sistem tenaga antara lain: trafo penaik tegangan (*Step up*) atau disebut trafo daya, untuk menaikkan tegangan pembangkit menjadi tegangan transmisi, trafo penurun tegangan (*Step down*), dapat disebut trafo distribusi, untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi dan trafo instrumen, untuk pengukuran yang terdiri dari trafo tegangan dan trafo arus, dipakai menurunkan tegangan dan arus agar dapat masuk ke meter-meter pengukuran [1].

Kumparan-kumparan dan inti trafo distribusi direndam dalam minyak trafo, terutama trafo-trafo distribusi yang berkapasitas besar, karena minyak trafo mempunyai sifat sebagai isolasi dan media pemindah, sehingga minyak trafo tersebut berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi. Di dalam sebuah transformator terdapat dua komponen yang secara aktif "membangkitkan" energi panas, yaitu besi (inti) dan tembaga (kumparan). Bila energi panas tidak disalurkan melalui suatu sistem pendinginan akan mengakibatkan besi maupun tembaga akan mencapai suhu yang tinggi, yang akan merusak nilai isolasinya [2].

Pada inti besi dan kumparan-kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi besi dan rugi-rugi tembaga. Bila panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, akan merusak isolasi (dalam transformator). Maka untuk mengurangi kenaikan suhu transformator yang berlebihan maka perlu dilengkapi dengan alat/sistem pendingin untuk menyalurkan panas keluar transformator [3].

Untuk itu regu pemeliharaan harus mengetahui bagian-bagian transformator dan bagian-bagian mana yang perlu diawasi melebihi bagian yang lainnya. Penelitian ini kedepannya diharapkan dapat dijadikan salah satu bahan evaluasi bagi PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur APJ Gresik karena masih banyak masalah yang menjadi kendala dalam proses distribusi tenaga listrik, khususnya masalah susut umur transformator distribusi.

TINJAUAN PUSTAKA

Transformator distribusi

Transformator merupakan peralatan mesin listrik statis yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik sehingga dapat memindahkan energi dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain tanpa merubah frekuensi. Penggunaan yang sangat sederhana dan itu merupakan salah satu sebab penting bahwa arus bolak-balik sangat banyak dipergunakan untuk pembangkitan dan penyaluran tenaga listrik. Transformator dapat dibagi menurut fungsi / pemakaian seperti [4] :

- Transformator Mesin (Pembangkit)
- Transformator Gardu Induk
- Transformator Distribusi

Penggunaan transformator pada sistem penyaluran tenaga listrik dapat dibagi [5]:

- a. Trafo penaik tegangan (*Step up*) atau disebut trafo daya, untuk menaikkan tegangan pembangkit menjadi tegangan transmisi.
- b. Trafo penurun tegangan (*Step down*), dapat disebut trafo distribusi, untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi.

- c. Trafo instrumen, untuk pengukuran yang terdiri dari trafo tegangan dan trafo arus, dipakai menurunkan tegangan dan arus agar dapat masuk ke meter-meter pengukuran.

Prinsip kerja trafo

Trafo adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lainnya melalui gandengan magnet berdasarkan pada prinsip induksi magnet. Trafo memiliki konstruksi sebuah inti dari tumpukan pelat tipis bahan ferro magnetis yang satu sisi dipasang belitan primer N_1 , dan satu sisi lainnya dipasangkan belitan sekunder N_2 . Belitan primer N_1 dihubungkan ke sumber listrik AC dengan tegangan primer U_1 dan arus primer I_1 . Pada inti trafo timbul garis gaya magnet yang diinduksikan ke belitan sekunder N_2 . Pada belitan sekunder N_2 timbul tegangan sekunder U_2 dan arus sekunder I_2 dapat dilihat pada gambar 2.6. Pada trafo ideal berlaku daya primer sama dengan daya sekunder. Energi listrik sekunder disalurkan ke beban listrik. Besarnya tegangan induksi berlaku persamaan sebagai berikut [6]:

$$U_o = 4,44 \times B \times A \times f \times N \quad (1)$$

Perhitungan Arus Beban Penuh Transformator

Daya transformator bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (2)$$

dimana:

S = daya transformator (kVA)

V = tegangan sisi primer transformator (kV)

I = arus jala-jala (A)

Sehingga untuk menghitung arus beban penuh (*full load*) dapat menggunakan rumus:

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (3)$$

dimana:

I_{FL} = arus beban penuh (A)

S = daya transformator (kVA)

V = tegangan sisi sekunder transformator (kV)

Kondisi Untuk Beban Stabil

Untuk menentukan beban transformator

$$K = \frac{S}{S_r} \quad (4)$$

Dimana : K = Rasio pembebanan

S = Beban trafo

S_r = 100%

Kenaikkan Temperatur Top Oil

Kenaikkan temperatur ini sepadan dengan kenaikan temperatur top oil pada nilai daya yang dikalikan ratio dari total kerugian dengan eksponen x .

$$\Delta b_r = \Delta b_{br} + \left(\frac{1+k^2}{1+d} \right)^x \quad (5)$$

Keterangan :

K = Ratio pembebanan

d = Perbandingan rugi

$$= \frac{\text{Rugi tembaga pada daya pengenal}}{\text{Rugi beban nol}}$$

X = Konstanta

x = 0,9 (ONAN dan ONAF)*

x = 1,0 (OFAF dan OFWF)

$\Delta\theta_{br}$ = Suhu

untuk $\Delta\theta_{br} = 55^\circ\text{C}$ untuk ON, dan $\Delta\theta_{br} = 40^\circ\text{C}$ untuk OF, hal ini dikarenakan mengikuti tabel tunggal yang diatur untuk digunakan pada kedua jenis pendinginan dengan kesalahan yang tidak lebih dari $\pm 2\%$.

Nilai *d* secara relatif tidak penting pada beban tinggi hanya memberikan secara garis besar tinggi atau rendahnya kenaikan temperatur. Lebih dari itu hal ini dikompensasi untuk seberapa besar korespondensinya dengan naik atau turunnya temperatur minyak pada beban rendah.

Kenaikkan Temperatur Hot Spot

Kenaikkan temperatur *hot spot* $\Delta\theta_c$ untuk beban yang stabil dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta\theta_c = \theta_b + (\theta_{cr} - \theta_{br}) K^{2y}$$

$$\Delta\theta_c = \Delta\theta_{br} + \left[\frac{1+dK^2}{1+d} \right] + (\Delta\theta_{cr} - \Delta\theta_{br}) K^{2y} \quad (6)$$

Keterangan :

$\Delta\theta_{cr} = 78^\circ\text{C}$

K = Ratio pembebanan

Y = konstanta

y = 0,8 (ONAN dan ONAF)

y = 0,9 (ONAN dan OFWF)

$\Delta\theta_{br}$ = suhu (untuk $\Delta\theta_{br} = 55^\circ\text{C}$ untuk ON, dan $\Delta\theta_{br} = 40^\circ\text{C}$ untuk OF).

Kondisi Untuk Beban Yang Berubah-ubah

Kenaikkan temperatur top oil $\Delta\theta_{on}$ pada waktu *t* setelah pemberian beban adalah sangat mendekati untuk kenaikan eksponensial sebagai berikut.

$$\Delta\theta_{on} = \Delta\theta_{0(n-1)} + (\Delta\theta_b - \Delta\theta_{0(n-1)}) (1 - K^{-t/\tau}) \quad (7)$$

Dengan:

$\Delta\theta_{0(n-1)}$ adalah kenaikan temperatur awal minyak.

$\Delta\theta_b$ adalah kenaikan temperatur akhir minyak yang telah distabilkan, berhubungan dengan beban seperti dihitung dalam sub bab sebelumnya..

τ = konstanta waktu minyak dalam jam

$\tau = 3$ (ONAN dan ONAF)

$\tau = 2$ (OFAF dan OFWF)

t = waktu dalam jam

Penuaan Isolasi Belitan Trafo

Hukum Deterioration

Umur isolasi dipengaruhi oleh pemburukannya seiring dengan panas dan waktu, dijelaskan dalam hukum arhenius sebagai berikut :

$$D = e^{\alpha + \beta / T} \quad (8)$$

Dengan:

- D adalah umur transformator yang diharapkan
- α dan β konstan (diperoleh dari Peng ujian beberapa material isolasi yang tersedia).
- T adalah temperatur mutlak dari temperature hotspot

Untuk level temperatur operasi transformator Montsinger memberikan persamaan yang lebih sederhana.

$$D = KD = K e^{-pv} \quad (9)$$

Dengan:

- v adalah temperatur hotspot dalam derajat celcius
- K dan v adalah material konstan
- E adalah angka dasar napier

Selama tidak disebutkan kriteria kapan umur isolasi akan berakhir tidak mudah menetapkan pernyataan tetap dalam persamaan 3.18 dan 3.19. Khusus untuk α dan K adalah valid, khusus untuk p dan β belum begitu diketahui. Hal tersebut merupakan alasan utama mengapa fungsi penuaan relatif diperkenalkan.

Umur yang diharapkan dinyatakan dalam nilai per unit terhadap nilai umur saat kondisi temperature V_n atau θ_{cr} beban terpasang, dalam kenyataannya malah yang digunakan nilai umur relatif atau disebut juga penuaan thermal relatif dinyatakan V disebut juga susut umur relatif.

Nilai Relatif Dari Umur Pemakaian

Hubungan Montsinger sekarang telah digunakan untuk memperoleh nilai relatif dari umur pemakaian pada temperatur θ_c , dibanding dengan nilai normal dari umur pemakaian pada temperature θ_{cr} , sehingga nilai relative umurnya adalah:

$$v = \frac{\text{laju penggunaan umur saat } \theta_c}{\text{tingkat masa manfaat tempat panas nominal } \theta_{cr}} \quad (10)$$

$$= 2^{(\theta_c - \theta_{cr})}$$

Persamaan 3.19 bila diubah dalam bentuk log10 akan menjadi:

$$V = 10^{(\theta_c - 98)/19.93}$$

Dengan:

- V = nilai relatif dari umur pemakaian
- cr = 98 °C menurut publikasi IEC 76 (1967).

Menghitung Pengurangan Umur

Besarnya susut umur pada transformator saat dibebani 80 %,90 %,100% karena pengaruh penurunan isolasi belitan saja tanpa memperhitungkan pengaruh yang lain dapat dihitung sebagai berikut:

$$L = \frac{h}{3T} \{V_o + \sum 4V_{odd} + \sum 2V_{even} + V_n\} \times 100\% \quad (11)$$

Dimana :

L = Susut umur

h = konstanta = 1

T = Waktu

V_o, V_{odd}, V_{even} = Laju Penuaan Thermal Relatif

Persamaan diagram kehilangan umur dalam periode 24 jam

Kehilangan umur dapat digolongkan menjadi beberapa keadaan yaitu: operasional pada temperatur konstan dan jumlah jam [7]. Jumlah jam dari umur pemakaian pada temperature konstan dapat dihitung dengan rumus tV seperti pada persamaan 13. Sedangkan untuk durasi operasional yang masih diijinkan pada θ_c . Dari persamaan sebelumnya diperoleh:

$$\theta_c = 98 + 19.93^{10} \log V \quad (12)$$

Jam dari pemakaian

$$tV = T \times 10^{(\theta_{cr}-98)/19.93} \quad (13)$$

Oleh karena TV sama dengan 24 jam

$$T = \frac{24}{V} \times 10^{(\theta_{cr}-98)/19.93} \quad (14)$$

Persamaan 12 memberikan jumlah dari jam per hari operasional pada beberapa nilai yang diberikan θ_c dikatakan bahwa umur sehari per hari pada 98°C.

METODE

Bahan Penelitian

Sampel perhitungan di ambil dari data Trafo: No Gardu : T 04, Penyulang : P. Ambeng-ambeng, Merk: TRAFINDO, Seri: SERI No. 32535/1985, Daya Trafo : 200 KVA, Beban: kontinyu, Standart : IEC 76/ SPLN 50, Pendinginan: ONAN, Berat oli : 165 kg, Kenaikan suhu oli : 60°C, Frekuensi: 50 Hz, Phase: 1 x 3 phasa, Vektor group: Dyn-5, Pasangan : Outdoor, Berat total: 665 kg, Kenaikan suhu gulungan : 65°C, High voltage: 20.000 V, Low voltage: 400 V, Current HV: 6.8 A, Current LV : 359 A, Impedance: 4 %.

HASIL & PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian in dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 berikut ini:

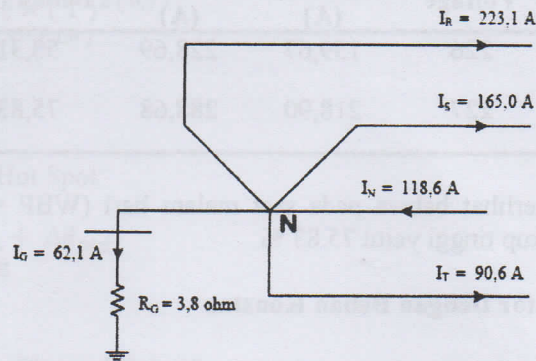
Tabel 1. Hasil Pengukuran Trafo distribusi 200 kVA pada siang hari jam 09:00 s/d 17:00

Fasa	S (kVA)	V_{p-n} (V)	I (A)	$\cos \varphi$
R	50,42	226	223,1	0,96
S	37,34	226	165,0	0,94
T	20,56	227	90,6	0,95
I_N			118,6 A	
I_G			62,1 A	
R_G			3,8 Ω	

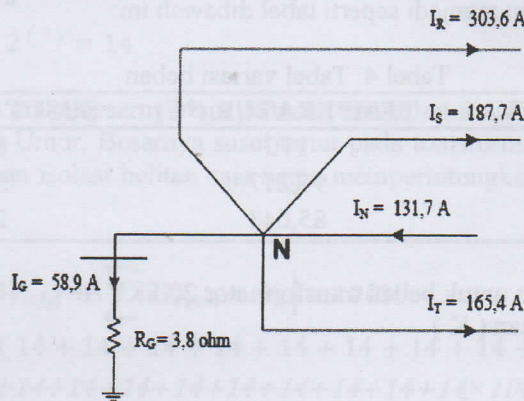
Tabel 2. Hasil Pengukuran Trafo Distribusi 200 kVA pada malam hari jam 17:00 s/d 22:00

Fasa	S (kVA)	V_{p-n} (V)	I (A)	$\text{Cos } \varphi$
R	68,22	225	303,6	0,91
S	42,42	226	187,7	0,92
T	38,37	227	156,4	0,94
I_N			131,7 A	
I_G			58,9 A	
R_G			3,8 Ω	

Ukuran kawat untuk penghantar netral trafo adalah 50 mm² dengan $R = 0,6842 \Omega / \text{km}$, sedangkan untuk kawat penghantar fasanya adalah 70 mm² dengan $R = 0,5049 \Omega / \text{km}$.



Gambar 1. Skema Aliran Arus di Sisi Sekunder Trafo pada Siang Hari.



Gambar 2. Skema Aliran Arus di Sisi Sekunder Trafo pada Malam Hari.

Analisa Pembebanan Trafo Distribusi

Diketahui data 2 sebagai berikut :

$S = 200 \text{ kVA}$

$V = 0,4 \text{ kV}$ fasa – fasa

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{200.000}{\sqrt{3} \times 400} = 288,68 \text{ Ampere}$$

$$I_{rata \text{ siang}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{223,1 + 165,0 + 90,6}{3} = 159,67 \text{ Ampere}$$

$$I_{rata \text{ malam}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{303,06 + 187,7 + 165,4}{3} = 218,90 \text{ Ampere}$$

Persentase pembebanan trafo adalah:

- Pada siang hari 10:00-17:00:

$$\frac{I_{rata\ siang}}{I_{FL}} = \frac{159,67}{228,68} = 55,31\%$$

- Pada malam hari 17:00 – 22:00 :

$$\frac{I_{rata\ malam}}{I_{FL}} = \frac{218,90}{288,68} = 75,83\%$$

Table 3. Pembebanan trafo 200 KVA

NO	JAM	DAYA (KVA)	Voltage	$I_{rata-rata}$ (A)	I_{FL} (A)	Beban (%)	Waktu Operasi
1	10:00 s/d 17:00	200	226	159,67	228,69	55,31	Pada siang hari
2	17:00 s/d 20:00	200	227	218,90	288,68	75,83	Pada malam hari

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa pada saat malam hari (WBP = Waktu Beban Puncak) persentase pembebanan cukup tinggi yaitu 75.83 %.

Pembebanan Transformator Dengan Beban Konstan

Perhitungan-Perhitungan

Untuk mendapatkan pengaruh dari berbagai pembebanan terhadap transformator distribusi maka besarnya beban dibuat konstan menjadi seperti tabel dibawah ini:

Tabel 4. Tabel variasi beban

No	Beban (KVA)	TEMPERATUR (°C)	SUSUT UMUR (%)
1	200	110	85,99
2	150	97,217	50,54
3	100	85,648	24,00

A) Perhitungan - perhitungan untuk beban transformator 200 KVA:

Menentukan Ratio Pembebanan (K)

$$\begin{aligned} K &= \frac{S}{S_r} \\ &= \frac{200\ kva}{200\ KVA} \\ &= 1 \end{aligned}$$

Menentukan Perbandingan Rugi (d)

$$\begin{aligned} d &= \frac{\text{Rugi tembaga pada daya pengenalan}}{\text{rugi beban nol}} \\ &= \frac{450}{100} = 4,5 \end{aligned}$$

B) Menentukan Kenaikan Temperatur Stabil Top Oil

$$\Delta \theta_D = \Delta \theta_{ol} \left[\frac{1+dK^2}{1+d} \right]^k$$

$$\Delta \theta_D = 40 \left[\frac{1 + 4,5 (1^2)}{1 + 4,5} \right]^{0,9}$$

Sedangkan untuk pembebanan yang lain seperti pada tabel 5 umurnya juga dapat ditentukan dengan cara yang sama, sehingga didapatkan Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Umur transformator dari berbagai macam pembebanan

No	Beban (KV)	Susut umur L (%)	Umur (tahun)
1	200	85,99	1.6
2	150	50,54	14
3	100	24,00	30

Dari Tabel diatas untuk pembebanan 200 KVA akan menghasilkan susut umur 85,99 % dan umurnya hanya 1.6 tahun. Sedangkan untuk pembebanan 150 KVA mempunyai nilai susut umur 50,54 % sehingga umurnya 14 tahun. Sedangkan untuk pembebanan 100 KVA dari daya terpasang mempunyai nilai susut umur 24,00 % dan umurnya lebih panjang 30 tahun.

KESIMPULAN

Berdasarkan proses yang telah dilakukan pada tugas akhir ini, mulai dari perhitungan dan analisis, dapat disimpulkan beberapa hal antara lain :

1. Hasil penelitian di UPJ benjeng yang merupakan wilayah APJ Gresik untuk periode 1 tahun. dari tiga percobaan untuk pembebanan 100 kVA, 150 kVA dan 200 kVA pada pembebanan 100 kVA diperoleh susut umur minimal (sebesar 24 %).
2. Pada perhitungan pengaruh suhu sekitar terhadap susut umur trafo seperti pada tabel 1 terjadi perubahan untuk setiap perubahan temperaturnya. Apabila suhu sekitar berubah dari 20°C sampai 38°C untuk pembebanan 100% susut umurnya berada pada cakupan 100% pembebanan 90% berada pada cakupan 22,84% sampai 128,71% sedangkan pembebanan 80% berada pada cakupan 6% sampai 48,01% di UPJ benjeng.
3. Dari tabel 5 untuk pembebanan 200 kVA akan menghasilkan susut umur 85,99 % dan umurnya hanya 1.6 tahun. Sedangkan untuk pembebanan 150 kVA mempunyai nilai susut umur 50,54 % sehingga umurnya 14 tahun. Sedangkan untuk pembebanan 100 kVA dari daya terpasang mempunyai nilai susut umur 24,00 % dan umurnya lebih panjang 30 tahun .
4. Hasil penelitian susut umur yang didapatkan seperti 3 kesimpulan diatas hanya berasal dari pengaruh penurunan kemampuan isolasi akibat pemanasan dari pembebanan dan suhu sekitar belum memperhitungkan dari pengaruh yang lain, yang dapat mengakibatkan penambahan laju penyusutan umur di UPJ benjeng.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kadir, Abdul. 1979. *Transformator*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [2]. Bambang Djaja. 1984. *Distribution & Power Transformator*. Surabaya: B & D
- [3]. Sigit, Purnama. 2009. *Analisa Pembebanan Terhadap Susut umur Transformator Tenaga*, Jurusan Teknik Elektro. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [4]. Suhadi Tri Wrahartnolo. 2009. *Teknik Distribusi Tenaga listrik*.
- [5]. Sulasno. 2001. *Distribusi Tenaga Listrik*. Badan penerbit UNDIP. Semarang.
- [6]. APEI. 2006. *Materi kursus/Pembekalan Uji Keahlian bidang Teknik tenaga Listrik*. Kualifikasi : AHLI MADYA. Jakarta.
- [7]. PLN. 1979. *Pedoman Pembebanan Transformator Terendam Minyak*. SPLN 17.
- [8]. PUSDIKLAT. 2002. *Pemeliharaan Gardu tiang (GTT)*. PLN UDIKLAT Pandaan.