

**STUDI ANALISIS SUSUT UMUR  
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20KV DI  
KOTA BANDUNG  
SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro  
Program Studi S1 Teknik Elektro



Oleh

**Wahyu Alfarobbi  
E.5051.1505307**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2019**

**STUDI ANALISIS SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20KV  
DI KOTA BANDUNG**

Oleh

Wahyu Alfarobbi

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana  
Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Wahyu Alfarobbi 2019

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

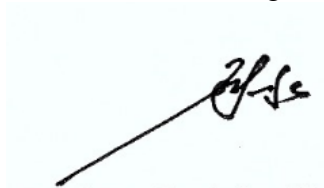
**WAHYU ALFAROBBI**

**NIM. E.5051.1505307**

**STUDI ANALISIS SUSUT UMUR TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 20KV DI  
KOTA BANDUNG**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing I



**Prof. Dr. Bachtiar H, S.T., MSIE.**

NIP. 19551204 198103 1 0002

Pembimbing II



**Dr. Maman Somantri, S.Pd., M.T.**

NIP. 19720119 200112 1 0001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



**Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si**

NIP. 19630109 199402 2 001

## ABSTRAK

Wahyu Alfarobbi, 2019. Studi Analisis Susut Umur Transformator Distribusi 20 KV di Kota Bandung. Dibimbing oleh: Prof. Dr. Bachtiar H, S.T., MSIE.; Dr. Maman Somantri, S.Pd., M.T.

Permintaan pasokan listrik kian meningkat tiap tahunnya, membuat PT. PLN (Persero) dituntut untuk selalu dapat memberikan pelayanan dan kepuasan pelanggan yang prima. Pelayanan yang prima dipengaruhi oleh kinerja dari peralatan listrik yang dimiliki, khususnya transformator. Besarnya beban listrik yang diterima oleh transformator bisa bervariasi sehingga dapat mempengaruhi kinerja dari transformator tersebut. Transformator distribusi merupakan suatu peralatan listrik yang mentransformasikan tenaga listrik dari tegangan menengah menjadi tegangan rendah. Transformator distribusi didesain dengan suhu lingkungan operasi 30°. Tugas akhir ini bertujuan menganalisis perhitungan susut umur transformator pada PT PLN Kota Bandung dengan mengacu pada standar *IEC 354 (SPLN 17 A:1979)*, untuk dapat mengetahui hubungan antara beban dengan suhu pada transformator terhadap susut umur yang terjadi. Mengacu pada standar *SPLN 2017* bahwa masa operasi transformator terhadap kondisi ideal adalah 20 tahun. Sehingga diperoleh data rata-rata umur transformator di kota Bandung masih memadai, namun ada beberapa transformator yang harus diganti yaitu gardu DCG, gardu PNCA, gardu BSI 1, Gardu ITA, dan Gardu AMKD. Gardu-gardu tersebut direkomendasikan untuk dicek lebih lanjut dikarenakan umur penggunaan yang sudah melewati 20 tahun dan penggunaan beban yang berlebih mengakibatkan percepatan susut umur transformator semakin cepat.

**Kata kunci :** *Susut umur transformator, transformator distribusi, PT PLN Kota Bandung, Pembebanan transformator, Suhu*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME .....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iii
ABSTRAK .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
<b><u>BAB 1: PENDAHULUAN</u></b> .....	<b>1</b>
1.1 <u>Latar Belakang Penelitian</u> .....	1
1.2 <u>Identifikasi Masalah dan Rumusan Masalah Penelitian</u> .....	2
1.3 <u>Tujuan Penelitian</u> .....	3
1.4 <u>Batasan Masalah</u> .....	3
1.5 <u>Manfaat Penelitian</u> .....	3
1.6 <u>Struktur Organisasi Skripsi</u> .....	4
<b><u>BAB II: KAJIAN PUSTAKA</u></b> .....	<b>6</b>
2.1 <u>Sistem Tenaga Listrik</u> .....	6
2.1.1 <u>Jaringan Distribusi</u> .....	6
2.1.2 <u>Level Tegangan Sistem Tenaga Listrik</u> .....	8
2.2 <u>Transformator</u> .....	9
2.2.1 <u>Pengertian Transformator</u> .....	9
2.2.2 <u>Transformator Tanpa Beban</u> .....	11
2.2.3 <u>Arus Penguat</u> .....	12
2.2.4 <u>Keadaan Berbeban</u> .....	13
2.2.5 <u>Rangkaian Ekuivalen</u> .....	14
2.2.6 <u>Menentukan Parameter</u> .....	16
2.2.7 <u>Pengatur Tegangan</u> .....	18
2.2.8 <u>Kerja Paralel</u> .....	19
2.2.9 <u>Rugi dan Efisiensi</u> .....	20
A. <u>Rugi Tembaga</u> .....	20
B. <u>Rugi Besi</u> .....	21
C. <u>Efisiensi</u> .....	21
D. <u>Perubahan Efisiensi Terhadap Beban</u> .....	21
E. <u>Perubahan Efisiensi Terhadap Faktor Kerja Beban</u> .....	22

2.2.10	<u>Ototransformator</u> .....	23
2.2.11	<u>Transformator Arus</u> .....	24
2.2.12	<u>Transformator Tegangan</u> .....	25
2.3	<u>Bagian-bagian Transformator dan Fungsinya</u> .....	26
2.3.1	<u>Electromagnetic Circuit (Inti besi)</u> .....	26
2.3.2	<u>Current Carrying Circuit (Winding)</u> .....	27
2.3.3	<u>Bushing</u> .....	27
A.	<u>Isolasi</u> .....	28
B.	<u>Konduktor</u> .....	29
C.	<u>Klem Koneksi</u> .....	29
D.	<u>Aksesoris</u> .....	29
2.3.4	<u>Pendingin</u> .....	29
2.3.5	<u>Oil Preservation &amp; Expansion (Konservator)</u> .....	30
2.3.6	<u>Dielectric (Minyak Isolasi Trafo &amp; Isolasi Kertas)</u> .....	32
A.	<u>Minyak Isolasi Trafo</u> .....	32
B.	<u>Kertas Isolasi Trafo</u> .....	33
2.3.7	<u>Tap Changer</u> .....	33
2.3.8	<u>NGR (Neutral Grounding Resistor)</u> .....	35
2.3.9	<u>Proteksi Trafo</u> .....	36
A.	<u>Rele Bucholz</u> .....	36
B.	<u>Rele Jansen</u> .....	37
C.	<u>Sudden Pressure</u> .....	38
D.	<u>Rele Thermal</u> .....	38
2.4	<u>Pengertian Daya</u> .....	39
2.4.1	<u>Daya Aktif</u> .....	40
2.4.2	<u>Daya Reaktif</u> .....	40
2.4.3	<u>Daya Semu</u> .....	40
2.5	<u>Segitiga Daya</u> .....	41
2.6	<u>Sifat Beban Listrik</u> .....	41
2.6.1	<u>Beban Resitif</u> .....	42
2.6.2	<u>Beban Induktif</u> .....	43
2.6.3	<u>Beban Kapasitif</u> .....	45
2.7	<u>Faktor Daya</u> .....	46
2.7.1	<u>Faktor Daya Terbelakang (<i>Lagging</i>)</u> .....	46
2.7.2	<u>Faktor Daya Mendahului (<i>Leading</i>)</u> .....	46

2.8	<u>Keuntungan Perbaikan Faktor Daya</u> .....	47
2.9	<u>Dasar Susut Umur Transformator</u> .....	49
2.10	<u>Dasar Penentuan Kenaikan Suhu</u> .....	50
<b><u>BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN</u></b> .....		<b>50</b>
3.1	<u>Lokasi Penelitian</u> .....	50
3.2	<u>Alur Penelitian</u> .....	50
3.3	<u>Teknik Analisis</u> .....	51
3.3.1	<u>Metode Susut Umur Transformator</u> .....	53
3.3.2	<u>Rumus-Rumus Susut Umur Transformator</u> .....	55
3.3.3	<u>Data Penelitian</u> .....	55
<b><u>BAB 4: TEMUAN DAN PEMBAHASAN</u></b> .....		<b>58</b>
4.1	<u>Hasil dan Pembahasan</u> .....	58
4.1.1	<u>Perhitungan Susut Umur Transformator</u> .....	58
4.1.2	<u>Analisis Hasil Perhitungan</u> .....	79
<b><u>BAB 5: SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI</u></b> .....		<b>82</b>
5.1	<u>Simpulan</u> .....	82
5.2	<u>Implikasi</u> .....	82
5.3	<u>Rekomendasi</u> .....	83
<b><u>Daftar Pustaka</u></b> .....		<b>84</b>
<b><u>Lampiran</u></b> .....		<b>85</b>

## DAFTAR PUSTAKA

- Bicen, Y., & Aras, F. (2011). *An Assesment on Aging Model of IEEE / IEC Standrards for Natural and Mineral Oil-Immersed Transformer*. Trondheim: 2011 IEEE International Conference on Dielectric Liquids.
- Hadi, N (2019). Barang Elektronik di Kompleks Amaco Banyak Rusak Diduga Akibat Perbaikan Trafo PLN. Diakses dari : <https://banjarmasin.tribunnews.com/2019/01/09/barang-elektronik-di-komplek-amaco-banyak-rusak-diduga-akibat-perbaikan-trafo-pln>
- IEC Standar Association. (1991). *Guide for Mineral-Oil-Immersed Power Transformator*.
- Jamali. (2014). *Analisis Perbaikan Faktor Daya Di PT. Primer Indokencana Gorontalo*. (Skripsi). Program Studi Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.
- Jayantaranews (2018). Ledakan Trafo PLN, Kejutkan Warga Rancaekek Kencana, PLN Harus Sigap!. Diakses dari : <https://jayantaranews.com/2018/11/ledakan-trafo-pln-kejutkan-warga-rancaekek-kencana-pln-harus-sigap/>
- Kodoati, K. A., Lisi, F., & Pakiding, M. (2015). *Analisia Perkiraan Umur Transformator*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Gultom, P., Danial., & Rajaguguk, M. (2017). *Studi Susut Umur Transformator Distribusi 20 kV Akibat Pembebanan Lebih di PT.PLN (Persero) Kota Pontianak*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- PT PLN (Persero). (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator tenaga*. Jakarta.
- Sitti Hajriani, W A., Syarifuddin., & Akhmad, S. S. (2018). *Evaluasi Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Trafo Distribusi 20 kV Penyulang Toddopuli.Ujung Pandang: Politeknik Negeri Ujung Pandang*.
- SPLN 17 :1979 (1979). *Pedoman Pembebanan Transformator Terendam Minyak*.
- Suhadi, dkk. (2008). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Sujito. (2009). *Perhitungan Life Time Transformator Jaringan Distribusi 20 kV di APJ Malang*. Malang: Universitas Negeri Malang.



- Syafriyudin. (2011). *Perhitungan Lama Waktu Pakai Transformator Jaringan Distribusi 20 kV di APJ Yogyakarta*. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi Akprind.
- Syahputra, R. (2017). *Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik*. Yogyakarta: LP3M UMY Yogyakarta.
- Sybel, T., & Schobert, C (2006). *Transformer Monitoring According to IEC 60354*. Nuremberg: ew Dossier.
- Theraja, B. L. (2005). *A Text Book Of Electrical Tecnology*. New Delhi: S. Chand & Company ltd.
- Wahid, A., Junaidi., & Iqbal, M.Arsyad. (2014). *Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Zuhal. (1991). *Dasar Tenaga Listrik*. (edisi kesepuluh). Bandung: Penerbit ITB.