

**PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP USIA PAKAI  
TRANSFORMATOR 60 MVA DI PT. PLN  
(PERSERO) PLTG JAKABARING**



**LAPORAN AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik

Oleh

**FEBRIANSYAH**

**0617 3031 0154**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2020**

**PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP USIA PAKAI  
TRANSFORMATOR 60 MVA DI PT. PLN  
(PERSERO)PLTG JAKABARING**

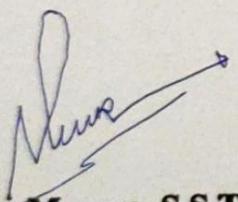


**LAPORAN AKHIR**

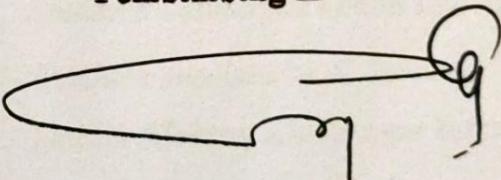
Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaian pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya

**Menyetujui, Palembang, September 2020**

**Pembimbing I**

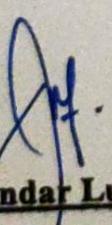
  
Sutan Marsus, S.S.T.,M.T.  
NIP.196509301993031002

**Pembimbing II**

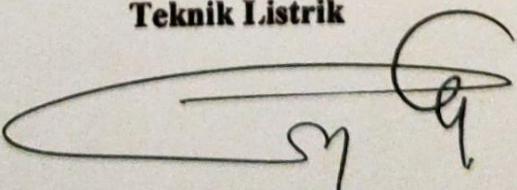
  
Anton Firmansyah, S.T.,M.T.  
NIP.197509242008121001

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan**  
**Teknik Elektro**

  
Ir. Iskandar Luthfi, M.T.  
NIP. 196705111992031003

**Ketua Program Studi**  
**Teknik Listrik**

  
Anton Firmansyah, S.T.,M.T.  
NIP.197509242008121001

*Motto :*

- *Jangan di kejar bila dia berlari jangan di cari bila dimenghilang karena sesuatu yang dicari dan menghilang bias dating dengan sendirinya.*
- *Hadapi kehidupan ini dengan apa adanya, bukan ada apanya.*
- *Karena Allah SWT telah memilihmu untuk dirinya.*

*Kupersembahkan untuk :*

- *Kepada orang tuakutercinta*
- *Saudara-saudariku kakak dan adik*
- *Saudara-saudaraku di Jurusan  
Teknik Elektro, Khususnya kelas 6  
LA*
- *Almamater*

## **ABSTRAK**

### **PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP USIA PAKAI TRANSFORMATOR 60 MVA DI PT. PLN(PERSERO) PLTG JAKABARING**

---

---

**( 2020 : xiii + 51 halaman + Gambar + Tabel + Lampiran )**

**Febriansyah**

**061730310154**

**Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik**

**Politeknik Negeri Sriwijaya**

Berdasarkan hasil pembahasan dan perhitungan secara manual, besar laju penuaan thermal relatif transformator, laju umur transformator, dan sisa umur transformator yang diperoleh pada transformator 60 MVAdi PT. PLN (PERSERO) PLTG JAKABARING diperoleh data. Perkiraan laju penuaan thermal relatif dengan standard IEC pada pembebanan 100% sebesar 1,20 pada sore dan malam hari 1,37, pada pembebanan 80% sebesar 0,45 pada sore dan 0,49 pada malam hari, Perkiraan pengurangan umur transformator terlama yaitu 0,46 sore hari dan 0,50 malam hari dengan pembebanan 80%. Sisa umur transformator pada saat dibebani 100% dengan standard IEC diperoleh sisa umur sebesar 18,6 tahun pada sore hari dan 16,4 tahun pada malam hari. Saat transformator dibebani 80% dengan standard IEC diperoleh sisa umur sebesar 50 tahun pada sore hari dan 46 tahun pada malam hari. Sisa umur transformator, Pengurangan Umur transformator, Laju penuaan thermal relatif dipengaruhi oleh faktor pembebanan disertai suhunya.

**Kata kunci :** sisa umur transformator, laju penuaan thermal relatif, pengurangan umur transformator, pembebanan, suhu.

## **ABSTRACT**

### **EFFECT OF LOADING ON AGE OF USING 60 MVA TRANSFORMERS IN PT. PLN(PERSERO) PLTG JAKABARING**

---

---

**( 2020 : xiii + 51pages + List of Figures + List Of Tables + Attachment )**

**Febriansyah**

**061730310172**

**Electrical Department Study Program Electrical Engineering**

**State Polytechnic of Sriwijaya**

Based on the results of discussion and manual calculations, the relative thermal aging rate of the transformer, the age of the transformer, and the remaining life of the transformer were obtained on a 60 MVA transformer at PT. PLN (PERSERO) PLTG JAKABARING obtained data. Estimated rate of thermal aging relative to IEC standards at 100% loading of 1.20 in the afternoon and at night 1.37, at 80% loading of 0.45 in the afternoon and 0.49 at night, the estimated reduction in the longest life of the transformer is 0 , 46 in the afternoon and 0.50 at night with a loading of 80%. The remaining life of the transformer when loaded with 100% with IEC standards is obtained for the remaining 18.6 years in the afternoon and 16.4 years at night. When the transformer is loaded with 80% of the IEC standard, it has a remaining life of 50 years in the afternoon and 46 years at night. The remaining life of the transformer, Reduction of the life of the transformer, The relative thermal aging rate is influenced by the loading factor along with the temperature.

**Keywords:** remaining life of the transformer, relative thermal aging rate, reduction of transformer life, loading, temperature.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya serta kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul “Perhitungan Efisiensi Transformator 60 MVA di PT. PLN (Persero) Pltg Jakabaring” ini sebagaimana mestinya dan tepat padawaktunya.

Laporan akhir ini dibuat untuk memenuhi sebagian dari syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro Progaraan Studi Teknik listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu baik moril maupun spiritual atas terwujudnya laporan akhir ini terutama kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T., M. Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Anton Firmansyah, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Sutan Marsus, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing ke-1 yang telah membimbing dalam proses laporan akhir dan penulisan laporan akhir.
6. Bapak Anton Firmansyah S.T., M.T., selaku dosen pembimbing ke-2 yang telah membimbing dalam proses laporan akhir dan penulisan laporan akhir.
7. Bapak Basuki Rahmat, selaku supervisor PT.PLN (PERSERO) Pltg Jakabaring yang membimbing saya selama kerja praktek dan memberikan saya semangat dalam mengerjakan laporan akhir .
8. Rekan-rekan Mahasiswa seperjuangan yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan akhirini khususnya kelas 6 LA.

Penulis menyadari di dalam penyusunan Laporan Akhir ini masih banyak kekurangan baik dari segi penulisan maupun dari segi isinya.Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan Laporan Akhir ini.

Akhirnya penulis berharap agar Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua khususnya bagi mahasiswa Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang,...September2020

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	ii
<b>MOTTO .....</b>	iii
<b>ABSTRAK .....</b>	iv
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	vi
<b>DAFTAR ISI.....</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xi
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xv

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latarbelakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.3.1 Tujuan .....	2
1.3.2 Manfaat .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodelogi Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Transformator.....	5
2.2 Bentuk dan Konstruksi Bagian-Bagian Transformator.....	5
2.3 Prinsip Kerja Transformator .....	6
2.3.1 Transformator Tanpa Beban.....	7
2.3.2 Transformator Berbeban.....	10

2.4 Komponen Utama Transformator .....	11
2.4.1 Inti Besi .....	11
2.4.2 Kumparan Transformator .....	11
2.4.3 Minyak Transformator .....	13
2.4.4 Bushing.....	13
2.4.5 Tangki Konservator .....	13
2.4.6 Peralatan Bantu Pendinginan Transformator .....	14
2.4.7 Tap Changer .....	16
2.4.8 Alat Pernapasan ( <i>Dehydrating Breather</i> ).....	17
2.5 Menentukan Parameter Transformator .....	17
2.5.1 Pengukuran Beban Nol.....	17
2.5.2 Pengukuran Hubung Singkat.....	18
2.6 Rangkaian Pengganti Transformator .....	19
2.7 Daya Aktif, Daya Semu, dan Daya Reaktif .....	23
2.7.1 Daya Aktif .....	23
2.7.2 Daya Semu .....	23
2.7.3 Daya Reaktif.....	23
2.8 Rugi-rugi Transformator .....	23
2.8.1 Rugi Variabel .....	23
2.8.2 Rugi Tetap .....	25
2.9 Faktor Umur Transformator.....	26
2.9.1 Faktor Beban .....	26
2.9.2 Faktor $Z_{base}$ dan $Z_{real}$ .....	26
2.10 Menghitung Perbandingan Rugi .....	26
2.11 Faktor <i>Ultimate Top Oil</i> .....	26
2.12 Kenaikan <i>Top Oil Temperature</i> .....	27
2.13 Kenaikan <i>Hotspot Temperature</i> .....	27
2.14 Hotspot Temperature dan Top Oil .....	28
2.15 Perhitungan Laju Penuaan Thermal Relatif .....	28

2.16 Perhitungan Pengurangan Umur Transformator .....	29
2.17 Perhitungan Sisa Umur Transformator .....	29

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

3.1 Umum.....	30
3.2 Lokasi Penelitian.....	31
3.3 Data pada Nama Transformator .....	32
3.4 Data Operasi Transformator.....	33
3.5 Peralatan Bantu Perhitungan .....	34
3.6 Prosedur Penelitian.....	35
3.7 Flow Chart.....	36

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Menghitung Faktor Beban .....	37
4.2 Menghitung $Z_{base}$ dan $Z_{real}$ .....	37
4.3 Perhitungan Rugi – Rugi Tembaga .....	39
4.4 Menghitung Perbandingan Rugi .....	40
4.5 Menentukan Kenaikan <i>Ultimate Top Oil</i> .....	40
4.6 Menentukan Kenaikan <i>Temperature Top Oil</i> .....	41
4.7 Menentukan <i>Temperature Hotspot</i> .....	42
4.8 Menghitung selisih antara <i>Temperature Hotspot</i> dan <i>Top Oil</i> .....	43
4.9 Menghitung <i>Temperature Hotspot</i> .....	44
4.10 Perhitungan Laju Penuaan Thermal Relatif .....	46
4.11 Perhitungan Pengurangan Umur Transformator .....	47
4.12 Perhitungan Sisa Umur Transformator .....	49

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	52
5.2 Saran.....	52

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
Gambar 2.1 Konstruksi Transformator .....	6
Gambar 2.2 Diagram Dasar Transformator .....	6
Gambar 2.3 Transformator Tanpa Beban.....	7
Gambar 2.4 Hubungan antara $I_0\Phi$ dan $E_1$ .....	8
Gambar 2.5 Transformator Berbeban .....	10
Gambar 2.6 Konstruksi Belitan Transformator.....	12
Gambar 2.7 Gambaran Fisik Belitan Transformator Tenaga.....	12
Gambar 2.8 Komponen-komponen Internal Transformator .....	12
Gambar 2.9 Busing Transformator .....	13
Gambar 2.10 Tangki Konvensator .....	13
Gambar 2.11 Pendingin Transformator .....	14
Gambar 2.12 Parameter Pengukuran Beban Nol .....	17
Gambar 2.13 Pengukuran Trafo Hubung Singkat.....	17
Gambar 2.14 Bagian $I_m$ dan $I_{h+e}$ .....	18
Gambar 2.15 Rangkaian $R_0$ dan $X_0$ .....	19
Gambar 2.16 Rangkaian Pengganti Primer .....	19
Gambar 2.17 Rangkaian Pegganti Sekunder.....	20
Gambar 2.18 Rangkaian Pengganti Primer Dibawa ke Sekunder.....	21
Gambar 2.19 Rangkaian Pengganti Pendekatan Primer ke Sekunder.....	21
Gambar 2.20 Rugi-rugi Transformator .....	24
Gambar 2.21 Lingkaran Histerisis .....	24
Gambar 3.1 Gambar Transformator 60 MVA.....	30
Gambar 3.2 Gambar Nameplate Transformator.....	31
Gambar 3.3Diagram Alir Pengaruh Beban Terhadap Usia Pakai Trafo .....	36
Gambar 4.1 Grafik Hasil perhitungan rugi-rugi tembaga transformator .....	49

Gambar 4.2 Grafik hasil perhitungan sisa umur transformator daya (n)  
dengan perbandingan pembebanan dengan standart IEC..... 50

## DAFTAR TABEL

	<b>Hal</b>
Tabel 2.1 Klasifikasi Pendinginan Transformator .....	15
Tabel 3.1 Tegangan dan Arus Pengenal Pada sisi Primer.....	32
Tabel 3.2 Tegangan dan Arus Pengenal Pada sisi Skunder .....	32
Tabel 3.3 Data <i>Logsheet</i> .....	33
Tabel 3.4 Data Operasi Transformator.....	34
Tabel 4.1 Data pembebanan transformator pada tanggal 09Juli 2020 .....	38
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Rugi-rugi Tembaga .....	39
Tabel 4.3 Perbandingan Data Pengukuran dan Perhitungan .....	40
Tabel 4.4 Kenaikan <i>Ultimate Top Oil</i> .....	41
Tabel 4.5 Kenaikan <i>Temperature Top Oil</i> .....	42
Tabel 4.6 <i>Temperatur Hotspot</i> .....	43
Tabel 4.7 Hasil Selisih antara <i>Temperature Hotspot</i> dan <i>Top Oil</i> .....	44
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan <i>temperature hotspot</i> .....	45
Tabel 4.9 Hasil perhitungan Laju Penuaan Thermal Relatif dengan perbandingan pembebanan dengan Standart IEC .....	47
Tabel 4.10 Hasil perhitungan Pengurangan Umur Transformator (L) dengan perbandingan pembebanan dengan Standart IEC .....	48
Tabel 4.11 Hasil perhitungan Sisa Umur Transformator Daya (n) dengan perbandingan pembebanan dengan Standart IEC .....	49

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Surat Pengambilan Data

Lampiran 2 Surat Balasan Pengambilan Data

Lampiran 3 Lembar Kesepakatan Bimbingan Pembimbing 1

Lampiran 4 Lembar Kesepakatan Bimbingan Pembimbing 2

Lampiran 5 Lembar Konsultasi Bimbingan Pembimbing 1

Lampiran 6 Lembar Konsultasi Bimbingan Pembimbing 2

Lampiran 7 Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir

Lampiran 8 Lembar Revisi Ujian Laporan Akhir

Lampiran 9 Lembar Pelaksanaan Revisi Laporan Akhir

Lampiran 10 Data Logsheet PLTG JAKABARING Tanggal 09 Juli 2020

Lampiran 11 Single Line Diagram PLTG JAKABARING

Lampiran 12 Nameplate Transformator 60 MVA PLTG JAKABARING