

**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 penyelesaian 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

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

Ir. Iskandar Luthfi, M.T
NIP. 196705111992031003

Pembimbing II

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

Mengetahui,

**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 MVA di 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 pada waktunya.

Laporan akhir ini dibuat untuk memenuhi sebagian dari syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro Progran 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 sepejuangan yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan akhir ini 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, ...September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	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 Metodologi 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

	Hal
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 Pegganti Primer.....	19
Gambar 2.17 Rangkaian Pegganti Sekunder.....	20
Gambar 2.18 Rangkaian Pegganti Primer Dibawa ke Sekunder.....	21
Gambar 2.19 Rangkaian Pegganti 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 3.3 Diagram 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

	Hal
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 transformatorpada 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 Revisian 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