

**STUDI EFISIENSI PEMAKAIAN TRANSFORMATOR DAYA 54 MVA
11KV/11KV/150KV DI PT. PLN (PERSERO) SEKTOR
PEMBANGKITAN KERAMASAN PALEMBANG**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:
SUCI SISWANDARI
0613 3031 0883**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2016

**STUDI EFISIENSI PEMAKAIAN TRANSFORMATOR DAYA 54 MVA
11KV/11KV/150KV DI PT. PLN (PERSERO) SEKTOR
PEMBANGKITAN KERAMASAN PALEMBANG**



Oleh:

SUCI SISWANDARI

0613 3031 0883

Palembang, Agustus 2016

Pembimbing I

Pembimbing II

Heri Liamsi, S.T.,M.T.
NIP.196311091991021001

Herman Yani, S.T.,M.Eng.
NIP.196510011990031006

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.
NIP.196705111992031003

Mohammad Noer, S.S.T., M.T.
NIP.196505121995021001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

- ❖ Dari Abu Hurairah R.a katanya Rasulullah saw bersabda hindarilah prasangka, karena prasangka itu berita paling bohong. Jangan saling mencari keburukan orang. Jangan saling mengorek rahasia orang lain dan saling menyaingi jangan saling mendengki, jangan saling marah dan jangan saling acuh, tetapi jadilah kamu semua bersaudara sebagai hamba-hamba Allah (Hadist Riwayat Muslim)
- ❖ Kalau anda tidak bisa menjadi orang yang pintar dan cerdas, jadilah orang yang rajin dan pekerja keras. Sebab orang yang pintar sering dikalahkan oleh mereka yang rajin dan orang yang cerdas sering dikalahkan oleh mereka yang pekerja keras.
- ❖ Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak.

Laporan ini kupersembahkan untuk :

- ❖ Kedua orang tua tercinta
- ❖ Kedua kakak dan kedua adik yang kusayangi
- ❖ Sahabat-sahabat terbaikku
- ❖ Teman-teman seperjuangan khususnya 6 LC
- ❖ Almamater

ABSTRAK
STUDI EFISIENSI PEMAKAIAN TRANSFORMATOR DAYA 54 MVA
11KV/11KV/150KV DI PT. PLN (PERSERO) SEKTOR
PEMBANGKITAN KERAMASAN PALEMBANG
(2015: xiv + 76 Halaman + Daftar Tabel + Daftar Gambar + Lampiran)

Suci Siswandari
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Dalam penyaluran daya listrik ke konsumen, kinerja transformator sangatlah penting untuk diperhatikan. Untuk memantau transformator bekerja semaksimalnya maka perlu dilakukan efisiensi terhadap transformator tersebut.

Efisiensi transformator didefinisikan sebagai perbandingan antara daya listrik keluaran dengan daya listrik masukan di transformator. Transformator yang digunakan pada laporan akhir ini merupakan transformator tiga belitan yang terdapat sisi primer, sisi sekunder, dan sisi tersier. Sisi primer merupakan sisi setelah pembangkit listrik, sisi sekunder merupakan sisi yang akan dikirim ke gardu induk untuk disalurkan kembali, dan sisi tersier merupakan sisi dimana terdapat beban trafo pemakaian sendiri. Dengan adanya sisi tersier dari transformator maka daya input yang dihasilkan akan dikurangi dengan beban trafo pemakaian sendiri sehingga beban trafo pemakaian sendiri juga akan mempengaruhi efisiensi transformator. Pada saat pembebanan juga daya input akan tidak sama dengan besarnya daya output dikarenakan transformator akan menghasilkan rugi-rugi diantaranya yaitu rugi tembaga dan rugi inti, semakin besar rugi-rugi yang dihasilkan maka daya output yang hilang akan bertambah besar sekaligus efisiensi yang dihasilkan akan mengecil. Efisiensi tertinggi dengan rugi total dan daya output masing-masing didapatkan sebesar 99,54 %, 154,89 KW, dan 33199,28 KW.

Dengan mengetahui efisiensi transformator maka transformator yang digunakan dalam penyaluran daya listrik akan dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya sehingga kebutuhan akan energi listrik dapat terpenuhi. Laporan akhir ini dibuat untuk mengetahui besar presentase efisiensi, rugi-rugi yang dihasilkan dan daya output diperoleh setelah pembebanan pada transformator di PLTGU unit #1 PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Keramasan Palembang.

Kata kunci : Transformator, efisiensi transformator, rugi-rugi transformator

ABSTRACT
THE STUDY OF THE USAGE EFFICIENCY OF TRANSFORMATOR'S
POWER 54 MVA 11KV/11KV/150KV PT.PLN (PERSERO)
GENERATION KERAMASAN SECTOR PALEMBANG
(2015: xiv + 76 Page + List of Tables + List of Figures + Appendix)

Suci Siswandari
ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

In the distribution of power to consumers, transformer performance is important to be looked carefully. To monitor the transformer work maximumly it is necessary to the efficiency of the transformer.

Transformer efficiency is defined as the ratio between the electrical power output with power input on the transformer. The transformer used in the final report is three-winding transformer contained primary side, secondary side and tertiary side. The primary side is the side after the power plant, the secondary side is the side that will be sent to the substation for distribution back, and tertiary side is the side where there is a load transformer own use. With the existence of tertiary side from the transformer, the input power generated will be reduced by the use of own transformer load so that the load transformer own use will also affect the efficiency of the transformer. At the time of loading are also the input power will not be the same as the amount of power output because of the transformer will produce losses, among which the loss of copper and core loss, the greater the losses produced the output power is lost is bigger as well the resulting efficiency will decrease. The highest efficiency with a total loss and the power output of each obtained at 99,54 %, 154,89 KW, dan 33199,28 KW.

By knowing the transformer efficiency, the transformer is used in the distribution of electrical power will be utilized as much as possible so that the electrical energy needs will be fulfilled. The final report is made to determine a large percentage of efficiency, losses are produced and output power was obtained after loading on transformers in the power plant unit # 1 PT. PLN (Persero) Power Sector Keramasan Palembang.

Keywords: Transformer, efficiency transformers, transformer losses

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul **“STUDI EFISIENSI PEMAKAIAN TRANSFORMATOR DAYA 54 MVA 11KV/11KV/150KV DI PT. PLN (PERSERO) SEKTOR PEMBANGKITAN KERAMASAN PALEMBANG”**.

Laporan akhir merupakan salah satu mata kuliah wajib dalam kurikulum pendidikan D3 di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya. Tujuan laporan akhir adalah untuk menyelesaikan pendidikan pada tingkat diploma III.

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 Yudi Wijanarko, S.T., 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 Mohammad Noer, S.S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak Heri Liamsi, S.T.,M.T., selaku Pembimbing I.
6. Bapak Herman Yani, S.T.,M.Eng., selaku Pembimbing II.
7. Segenap Dosen dan Karyawan Politeknik Negeri Sriwijaya Khususnya di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik.
8. Rekan-rekan Mahasiswa seperjuangan yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan akhir ini.

Semoga Allah SWT dapat melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada semua pihak yang ikut serta dalam membantu penyelesaian Laporan Akhir ini. Dalam pembuatan Laporan Akhir ini, penulis telah mengerahkan seluruh

kemampuan, pemikiran dan ide-ide untuk mencapai kesempurnaan, namun saya sadari kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT, penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan, hal ini dikarenakan terbatasnya pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun guna kebaikan bersama di masa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap Laporan Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua khususnya bagi ilmu kelistrikan.

Palembang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.3.1 Tujuan	2
1.3.2 Manfaat	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sistem Tenaga Listrik	5
2.2 Transformator	5
2.3 Konstruksi Transformator	6
2.4 Prinsip Kerja Transformator	8
2.5 Jenis-jenis Transformator	10
2.5.1 Step Up	10
2.5.2 Step Down	11

2.5.3	Autotransformator	11
2.5.4	Transformator Isolasi	11
2.5.5	Transformator Pulsa	11
2.6	Transformator Tiga Fasa	12
2.7	Bagian-bagian Transformator	13
2.7.1	Inti Besi	13
2.7.2	Kumparan	13
2.7.3	Bushing	14
2.7.4	Minyak Transformator	14
2.7.5	Tangki dan Konservator	16
2.7.6	Sistem Pendingin	17
2.7.7	Sistem Pernapasan	18
2.7.8	Tap Changer	19
2.7.9	Indikator	20
2.7.10	Peralatan Proteksi	21
2.8	Transformator Tanpa Beban	22
2.9	Transformator Keadaan Berbeban	25
2.10	Rangkaian Ekuivalen	26
2.11	Segitiga Daya	28
2.12	Rugi-rugi Transformator	29
2.12.1	Rugi-rugi Tanpa Beban	30
2.12.2	Rugi-rugi Dalam Keadaan Berbeban	32
2.13	Efisiensi	33
2.14	Hubungan Transformator Tiga Fasa	34
2.14.1	Hubungan Bintang (Y)	34
2.14.2	Hubungan Delta	35
2.14.3	Hubungan Zig-zag	37
BAB III	KEADAAN UMUM	38
3.1	Umum	38
3.2	Data Transformator Pemakaian Sendiri 6000 kVA	

	11 KV/6,3 KV	40
3.3	Data Transformator Daya 54 MVA	
	11 KV/11 KV/ 150 KV	41
3.4	Trafo Daya 54 MVA dan Trafo Pemakaian	
	Sendiri 6000 KVA	42
3.5	Data Pembebanan Transformator Daya	
	54 MVA 11 KV/11 KV/150 KV	44
3.6	Data Pemakaian Beban Trafo PS Maret 2016	49
3.7	Diagram Flowchart Tahap Efisiensi Trafo	50
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1	Hasil	52
4.1.1	Data Beban Puncak, Beban Rata-rata, dan Beban Terendah pada Transformator	52
4.1.2	Arus Primer Transformator	55
4.1.3	Arus Sekunder Transformator	57
4.1.4	Daya Semu	59
4.1.5	Rugi Inti	61
4.1.6	Rugi Tembaga	61
4.1.7	Daya Output	64
4.1.8	Efisiensi Transformator	66
4.2	Pembahasan	72
4.2.1	Rugi-rugi Daya Transformator	72
4.2.2	Daya Output Transformator	72
4.2.3	Efisiensi Transformator	73
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran	75

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Fluks Magnet Transformator	7
Gambar 2.2 Tipe Inti (<i>core type</i>)	8
Gambar 2.3 Tipe Cangkang (<i>shell type</i>)	8
Gambar 2.4 Percobaan Arus Induksi	8
Gambar 2.5 Prinsip Kerja Transformator	9
Gambar 2.6 Bagian Dalam Trafo	12
Gambar 2.7 Bagian Luar Trafo	12
Gambar 2.8 Ini Besi dan Laminasi yang Diikat Fiber Glass	13
Gambar 2.9 Kumparan Phasa RST	13
Gambar 2.10 Bushing Trafo Tenaga	14
Gambar 2.11 Minyak Isolasi Trafo Tenaga	14
Gambar 2.12 Tangki dan Konservator	17
Gambar 2.13 Pendinginan pada Transformator	18
Gambar 2.14 Tabung Kaca Berisi Kristal Zat Higroskopis	19
Gambar 2.15 Cara Mengubah Tegangan Transformator	20
Gambar 2.16 Indikator Level Minyak	21
Gambar 2.17 Indikator Temperatur	21
Gambar 2.18 Rele Bucholz	22
Gambar 2.19 Trafo Tanpa Beban	22
Gambar 2.20 Hubungan antara I_0 , ϕ , E_1 , dan V_1	22
Gambar 2.21 Rangkaian Ekuivalen Transformator Tanpa Beban	23
Gambar 2.22 Gelombang I_0 Tertinggal 90° dari V_1	24
Gambar 2.23 Transformator Dalam Keadaan Berbeban	25
Gambar 2.24 Rangkaian Ekuivalen Transformator Berbeban	26
Gambar 2.25 Rangkaian Ekuivalen Transformator	27
Gambar 2.26 Vektor Diagram Rangkaian Ekuivalen	27
Gambar 2.27 Segitiga Daya	28
Gambar 2.28 Rugi-rugi pada Transformator	30
Gambar 2.29 Hubungan Bintang (Y)	35

Gambar 2.30	Hubungan Delta	36
Gambar 2.31	Hubungan Zig-zag	37
Gambar 3.1	Trafo Daya 54 MVA	42
Gambar 3.2	Nameplate Trafo Daya 54 MVA	42
Gambar 3.3	Trafo Pemakaian Sendiri	43
Gambar 3.4	Nameplate Trafo PS 6000 KVA	43
Gambar 4.1	Grafik Daya Semu Terhadap Rugi Total Pada Beban Puncak	69
Gambar 4.2	Grafik Daya Semu Terhadap Rugi Total Pada Beban Rata-rata	69
Gambar 4.3	Garfik Daya Semu Terhadap Rugi Total Pada Beban Terendah	70
Gambar 4.4	Grafik Efisiensi Transformator Pada Beban Puncak	70
Gambar 4.5	Grafik Efisiensi Transformator Pada Beban Rata-rata	71
Gambar 4.6	Grafik Efisiensi Transformator Pada Beban Terendah	71

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Minyak Isolasi Baru	15
Tabel 2.2 Spesifikasi Minyak Isolasi Pakai	16
Tabel 2.3 Tipe Pendinginan Trafo	18
Tabel 3.1 Data Pembebanan Trafo 7 Maret 2016	44
Tabel 3.2 Data Pembebanan Trafo 8 Maret 2016	45
Tabel 3.3 Data Pembebanan Trafo 9 Maret 2016	46
Tabel 3.4 Data Pembebanan Trafo 10 Maret 2016	47
Tabel 3.5 Data Pembebanan Tarfo 11 Maret 2016	48
Tabel 3.6 Data Pemakaian Beban Trafo PS Maret 2016	49
Tabel 4.1 Data Operasi Harian Transformator pada Tanggal 7 Maret 2016	52
Tabel 4.2 Data Operasi Harian Transformator pada Tanggal 8 Maret 2016	53
Tabel 4.3 Data Operasi Harian Transformator pada Tanggal 9 Maret 2016	53
Tabel 4.4 Data Operasi Harian Transformator pada Tanggal 10 Maret 2106	54
Tabel 4.5 Data Operasi Harian Transformator pada Tanggal 11 Maret 2016	54
Tabel 4.6 Besar Arus Primer Transformator	56
Tabel 4.7 Besar Arus Sekunder Transformator	58
Tabel 4.8 Besar Daya Semu Transformator	60
Tabel 4.9 Besar Rugi Tembaga dan Rugi Total	63
Tabel 4.10 Besar Daya Output	66
Tabel 4.11 Besar Efisiensi Transformator	68