

**PENGATURAN TEGANGAN SISI SEKUNDER  
PADA TRANSFORMATOR DAYA I 60 MVA 150/20 kV DENGAN  
PENGUBAH TAP BERBEBAN DI GARDU INDUK KERAMASAN PT. PLN**



**LAPORAN AKHIR**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:**

**TIRAS ARI SADEWO**

**0613 3031 0906**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2016**

**PENGATURAN TEGANGAN SISI SEKUNDER  
PADA TRANSFORMATOR DAYA I 60 MVA 150/20 kV DENGAN  
PENGUBAH TAP BERBEBAN DI GARDU INDUK KERAMASAN PT. PLN**



**LAPORAN AKHIR**

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik  
Politeknik Negeri Sriwijaya  
Oleh:**

**TIRAS ARI SADEWO**

**0613 3031 0906**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

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

**Sudirman Yahya, ST., M.T.  
NIP. 196701131992031002**

**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*

*A FOOLISH PERSON WHO CAN BE HAPPY WITH HIS  
FOOLISHNESS*

*THERE IS NO ONE ELSE GONNA CHANGE MY WORLD*

*I HAVE NO REGRETS IN MY LIFE JUST LESSON  
LEARNED*

*EX ME IPSA RENATA SUM*

---

---

*Gratefully and for all the blessings of Allah SWT and Nabi  
Muhammad SAW*

*This final report is dedicated to:*

*Mama and Papa*

*Adji and Farah*

*My Family*

*6 LD and Electrical Engineering 2013*

*Politeknik Negeri Sriwijaya*

*Me, myself, and I*

---

---

## ABSTRAK

**PENGATURAN TEGANGAN SISI SEKUNDER TRANSFORMATOR DAYA  
I 60 MVA 150/20 kV DENGAN PENGUBAH TAP BERBEBAN  
DI GARDU INDUK KERAMASAN PT. PLN  
(2016 : xii + 58 Halaman + Lampiran)**

---

---

**Tiras Ari Sadewo**

**0613 3031 0906**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

[tiras\\_sadewo@yahoo.com](mailto:tiras_sadewo@yahoo.com)

Kontinuitas dan keandalan penyaluran tenaga listrik dapat dicapai apabila sistem tenaga listrik itu mempunyai tegangan yang stabil. Tegangan yang stabil tergantung pada keandalan sistem tenaga listrik yang dimulai dari pusat pembangkit sampai ke beban. Transformator daya di gardu induk berfungsi untuk menstransformasikan tenaga listrik ke beban. Karena tegangan sisi primer dan beban selalu berubah-ubah membuat tegangan sisi sekunder tidak stabil maka dari itu digunakanlah pengubah tap berbeban atau *On Load Tap Changer*. Pengubah tap berbeban berfungsi menstabilkan tegangan sisi sekunder agar sesuai dengan nominal yang ditentukan dengan mengubah rasio belitan transformator tanpa memutuskan penyaluran energi listrik. Posisi tap dapat diketahui dengan menghitung nilai rasio tegangan transformator. Posisi tap pada Gardu Induk Keramasan berada pada posisi 8 dengan nilai rasio 7,5 (Keadaan Normal). Menurut peraturan IEC tegangan sisi sekunder transformator harus memiliki nilai +2.5%. Keadaannya nilai tegangan sisi sekunder pada Transformator Daya I di Gardu Induk Keramasan yang seharusnya 20,5 kV kenyataannya pada jam 09.00 – 11.00 memiliki nilai tegangan sisi sekunder -0,5% atau 19,9 kV. Berarti tegangan sisi sekunder transformator I di Gardu Induk Keramasan tidak mencapai standar *IEC*.

*Kata Kunci: gardu induk, transformator, on load tap changer, pengubah tap berbeban, tegangan sisi sekunder*

## **ABSTRAC**

**SETTING VOLTAGE ON SECONDARY SIDE OF TRANSFORMER I  
60 MVA 150/20 kV WITH ON LOAD TAP CHANGER  
AT GARDU INDUK KERAMASAN PT. PLN  
(2016 : xii + 58 Pages + Attachments)**

---

---

***Tiras Ari Sadewo***

***0613 3031 0906***

***ELECTRICAL DEPARTMENT***

***ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM***

***STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA***

***tiras\_sadewo@yahoo.com***

*Continuity and reliability of electric power distribution can be achieved when the power system that has a stable voltage. Stable voltage depends on the reliability of the power system that starts from the plant to the load. Power transformer in the substation serves to transform the electric power to the load. Because the primary side voltage and load are always changing making the secondary side voltage is not stable and therefore is used On Load Tap Changer. On Load Tap Changer serves to stabilize the secondary side voltage to match the nominal specified by changing the transformer turns ratio without deciding distribution of electrical energy. Tap positions can be determined by calculating the ratio of the voltage transformer. Tap position in the Keramasan Substation currently on the 8th position with a ratio value of 7.5 (normal state). According to the IEC regulations voltage secondary side of the transformer must have a value of + 2.5%. The situation is, the secondary side voltage at Transformer I in Keramasan Substation should be at 20,5 kV but the reality on the clock 09:00 to 11:00 has a voltage value of the secondary side of -0,5% or 19,9 kV. Means the secondary side voltage at Transformer I in Keramasan Substation did not reach the standard IEC.*

***Keywords: substation, transformer, on load tap changer, voltage on secondary side***

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat nikmat, karunia, dan kesempatan-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir yang berjudul **PENGATURAN TEGANGAN SISI SEKUNDER PADA TRANSFORMATOR DAYA I 60 MVA 150/20 kV DENGAN PENGUBAH TAP BERBEBAN DI GARDU INDUK KERAMASAN PT. PLN** ini tepat waktu. Laporan Akhir ini disusun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III di Politeknik Negeri Sriwijaya, khususnya pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik.

Dalam penulisan Laporan Akhir ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada beberapa pihak yang membantu penyelesaian Laporan Akhir ini terutama Mama dan Papaku serta seluruh keluargaku yang tiada hentinya selalu menyemangati dan mendo'akanku. Karnanya penulisan Laporan Akhir ini dapat diselesaikan dan juga penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Bapak Yudi Wijanarko, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
- Bapak Muhammad Noer, S.S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Bapak Heri Liamsi, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
- Bapak Sudirman Yahya S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
- Bapak Herman, selaku Supervisor Gardu Induk Keramasan.
- Bapak Doso Kartopo, Joko Trianto dan Hendri selaku HAR PL PT. PLN (Persero) Sektor Pembangunan Keramasan Palembang.
- Keluarga besarku dan teman-teman Teknik Listrik tahun 2013 khususnya kelas 6 LD yang penuh momen dan kebersamaan.
- Semua pihak yang telah terlibat dalam pembuatan Laporan Akhir ini.

Dalam penulisan Laporan Akhir ini penulis sudah berusaha dengan upaya terbaik dalam penulisan maupun isi dari laporan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan laporan ini.

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

Palembang, Juli 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK (BAHASA INDONESIA)</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT (ENGLISH)</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Transformator .....	5
2.2 Operasi Kerja Transformator .....	6
2.2.1 Transformator Tanpa Beban .....	6
2.2.2 Transformator Berbeban .....	7
2.3 Impedansi Transformator .....	8
2.4 Kuantitas Per Unit .....	9
2.5 Tegangan Jatuh (Drop tegangan) .....	12
2.6 Transformator Tiga Fasa .....	14
2.6.1 Hubungan Bintang .....	15
2.6.2 Hubungan Delta .....	15
2.6.3 Hubungan Zig-zag .....	16
2.7 Transformator Daya .....	16
2.7.1 Bagian Utama .....	17
2.7.2 Peralatan Bantu .....	20
2.8. Transformator Instrumen .....	22
2.8.1 Transformator Arus .....	22
2.8.2 Transformator Tegangan .....	23



2.9. Rugi-rugi Transforamtor .....	24
2.9.1. Rugi-rugi Tanpa Beban .....	25
2.9.2 Rugi-rugi Dalam Keadaan Berbeban .....	27
2.10. Pengubah Tap Berbeban ( <i>On Load Tap Changer</i> ) .....	28
2.10.1 Prinsip Perpindahan Tap .....	29
2.10.2 Jenis-jenis Tap Changer .....	32
2.10.3 Pemilihan tap Changer .....	34
2.10.4 Pemeliharaan Tap Changer .....	35

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Bahan .....	36
3.1.1 Transformator Daya I .....	36
3.1.2 <i>On Load Tap Changer</i> .....	37
3.1.3 Data Beban Harian .....	39
3.1.4 Rasio Tegangan .....	40
3.2 Peralatan .....	41
3.2.1 <i>On Load Tap Changer</i> .....	41
3.2.2 Power Supply AC .....	41
3.2.3 Voltmeter .....	41
3.2.4 Metering Panel .....	41
C. Langkah Perhitungan .....	41

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Pembahasan .....	44
4.2. Tabel dan Grafik Hasil Perhitungan .....	53
4.3. Analisa .....	56

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

5.1. Kesimpulan .....	58
5.2. Saran .....	58

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1 Spesifikasi Transformator Daya I .....	37
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>On Load Tap Changer</i> .....	38
Tabel 3.3 Rasio Tegangan Transformator pada <i>Name Plate</i> .....	38
Tabel 3.4 Data beban harian Transformator I pada tanggal 20 Maret 2016 ....	39
Tabel 3.5 Hasil Pengujian Rasio Tegangan Transformator Daya I .....	40
Tabel 4.1 Perhitungan manual Jam 00.00 WIB .....	45
Tabel 4.2 Perhitungan manual Jam 03.00 WIB .....	46
Tabel 4.3 Perhitungan manual Jam 06.00 WIB .....	47
Tabel 4.4 Perhitungan manual Jam 09.00 WIB .....	48
Tabel 4.5 Perhitungan manual Jam 12.00 WIB .....	49
Tabel 4.6 Perhitungan manual Jam 15.00 WIB .....	50
Tabel 4.7 Perhitungan manual Jam 18.00 WIB .....	51
Tabel 4.8 Perhitungan manual Jam 21.00 WIB .....	52
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Drop Tegangan Sisi Sekunder Transformator Daya I .....	53

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Transforamtor .....	5
Gambar 2.2 Transformator Tanpa Beban .....	6
Gambar 2.3 Transformator Berbeban .....	7
Gambar 2.4 Toleransi Tegangan yang diijinkan .....	13
Gambar 2.5 Hubungan Bintang.....	15
Gambar 2.6 Hubungan Delta.....	15
Gambar 2.7 Hubungan Zig-zag.....	16
Gambar 2.8 Inti Besi .....	17
Gambar 2.9 Belitan Transformator .....	17
Gambar 2.10 Bushing .....	18
Gambar 2.11 Kertas Isolasi Pada Bushing .....	18
Gambar 2.12 Konservator .....	19
Gambar 2.13 Radiator dan Kipas Pendingin .....	20
Gambar 2.14 Pengubah Tap.....	21
Gambar 2.15 <i>Dehydrating Breather</i> .....	22
Gambar 2.16 Transformator Arus .....	23
Gambar 2.17 Transformator Tegangan .....	24
Gambar 2.18 Rugi-rugi pada Transformator .....	25
Gambar 2.19 Prinsip Susunan Pengaturan Tegangan Hubungan wye-delta ....	29
Gambar 2.20 Kehilangan Beban Sistem dengan kontak Peralihan .....	30
Gambar 2.21 Prinsip Perpindahan Dasar Dengan Transisi Impedansi .....	30
Gambar 2.22 Proses Transisi Tap dengan Cara <i>Diverter Switch</i> .....	31
Gambar 2.23 Proses Transisi Tap dengan Cara <i>Selector Switch</i> .....	32
Gambar 2.24 OLTC resistor tipe <i>Diverter Switch-Tap Selector</i> dan <i>Selector Switch</i> .....	33
Gambar 2.25 2.25 OLTC jenis Reaktor .....	33
Gambar 2.26 OLTC vakum tipe <i>Diverter Switch-Tap Selector</i>	

dan <i>Switching Selector</i> .....	33
Gambar 3.1 Diagram Flowchart .....	43
Gambar 4.1 Grafik Hasil Perhitungan Rasio Transformator Daya I dalam keadaan berbeban .....	54
Gambar 4.2 Grafik Posisi Tap Transformator Daya I berdasarkan Data Beban Harian .....	54
Gambar 4.3 Grafik perbandingan Tegangan Awal dan Tegangan Hasil Perhitungan setelah drop oleh Impedansi pada Sisi Sekunder .....	55
Gambar 4.4 Grafik hasil perhitungan Drop Tegangan oleh Impedansi Transformator pada Sisi Sekunder .....	55