

**PERHITUNGAN NILAI IMPEDANSI AKIBAT PERUBAHAN TAP  
CHANGER PADA TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA 70/20 KV  
DI GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG**



**LAPORAN AKHIR**

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

**Oleh**

**ATIKAH SAPUTRI**

**0612 3031 0867**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**PALEMBANG**

**2015**

**PERHITUNGAN NILAI IMPEDANSI AKIBAT PERUBAHAN TAP  
CHANGER PADA TRANSFORMATOR DAYA 30 MVA 70/20 KV  
DI GARDU INDUK BUKIT SIGUNTANG**



**LAPORAN AKHIR**

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

**Disusun oleh :**

**ATIKAH SAPUTRI**

**0612 3031 0867**

**Palembang, Juli 2015**

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Herman Yani, S.T., M.Eng.  
NIP. 19651001 199003 1 006**

**Ir. Zainuddin Idris, M.T.  
NIP. 19571125 198903 1001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**

**Ketua Program Studi  
Teknik Listrik**

**Ir. Ali Nurdin, M.T.  
NIP. 19621207 199103 1 001**

**Herman Yani, ST., M.Eng.  
NIP. 19651001 199003 1 006**

### Motto:

- "Man jadda wajada"
  - "Barangsiapa yang bersungguh-sungguh maka dia akan berhasil"
  
- "Fa idzaa 'azamta fatawakkal 'alallaah.."
  - "Jika kamu sudah berazzam/bertekad bulat, maka bertawakkallah pada Allah.." (QS. 3: 159)
  
- "Life glorious and martyrdom"
  - "Hidup mulia dan mati syahid"

### Kupersembahkan Kepada :

- ALLAH SWT yang telah memberikan berkat rahmat dan hidayahnyalah serta karunia kesehatan, kemudahan dan segala nikmat yang tak terhingga rasullulah SAW penuntun kami menjalankan yang benar lagi yang terang benderang dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.
- Papa dan Mama terimakasih atas doa-doanya selama ini, nasihat-nasihat dan dukungan moral dan material yang selalu di berikan tanpa mengeluh.
- kakakku tercinta (iril) terimakasih atas doa, nasehat dan dukungannya selama ini.
- Mamang dan bibik yang tersayang (uwoh madiyah, endeh nur, ujuh zubaidah ,endah tukijo, mamang ipul) terimakasih atas doa-doanya selama ini , nasihat- nasihat dan dukungan moral dan material yang selalu diberikan tanpa mengeluh satu kata pun yang terucap, sekali lagi terimakasih.
- Buat sepupuku (mas imam, rizki, rahmi, dan adek fitra) yang selalu memberikan keceriaan kebahagiaan , dan warna dalam hidupku. Serta ayuk iparku (yuk ayu) terimakasih buat dukungan-dukungannya selama ini.

- Bapak Herman Yani, S.T., M.Eng.\_dan Ir. Zainuddin Idris,M.T.\_selaku pembimbing-ku yang telah membimbing dalam penyusunan LA ini sehingga dapat diselesaikan. Terimakasih untuk segala perhatian, bantuan , kesabaran, dan semangat yang Bapak berikan , serta mohon maaf atas segala tingkah laku yang membuat Ibu dan bapak kesal dan marah.
- Terimakasih juga buat Bapak dan Ibu Dosen beserta staf administrasi Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik
- Seluruh kawan- kawan dari Teknik Listrik angkatan 2012 khususnya kelas 6ELA yang telah menjadi bagian dari perjuangan hidupku baik dalam suka dan duka..
- Sahabat-sahabatku (shanty, marina desyi, susi , Agatha, rodiyan ) terimakasih atas semangat dan dukungannya.
- Kampus tersayang dan kebanggan .
- Almamater kebangganku.

**ABSTRAK**  
**Perhitungan Nilai Impedansi Akibat Perubahan Tap Changer Pada**  
**Transformator Daya 30 MVA 70/20 KV**  
**Di Gardu Induk Bukit Siguntang**  
**(2015 : 75 Halaman + Daftar Pustaka + Lampiran )**

---

**ATIKAH SAPUTRI**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

e-mail : atikah07saputri@gmail.com

*Tap changer* dalam keadaan berbeban (*On Load Tap Changer*) sebagai stabilisator tegangan yang mengatur stabilitas tegangan transformator tenaga sehingga tegangannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang telah diizinkan. Pada saat pengoperasian *OLTC (On Load Tap Changer)* maka nilai tegangan akan berubah baik itu naik ataupun diturunkan sejalan dengan hal itu tegangan akan berubah nilai impedansinya sendiri. Maka dari itu digunakn *tap changer* sebagai pengubah tap dalam keadaan berbeban yang dapat melakukan perubahan tap untuk menambah atau mengurangi jumlah kumparan pada transformator tanpa harus melakukan pemadaman terlebih dahulu. Nilai impedansi pada transformator memiliki sedikit perbedaan nilai yaitu dalam keadaan beban puncak  $57,535 \Omega$  ,  $58,2127 \Omega$  ,  $57,1988 \Omega$  ,  $57,1988 \Omega$  dan  $59,9222 \Omega$  dan keadaan beban rendah  $55,8609 \Omega$  ,  $56,5279 \Omega$  ,  $56,8629 \Omega$  ,  $54,2107 \Omega$  ,  $54,8678 \Omega$ . Nilai rasio transformator dalam keadaan normal 3,5 tetapi dalam keadaan beban puncak dan beban rendah nilai rasio menjadi berbeda beda seperti pada beban puncak nilai rasio menjadi 3,41 dan pada beban rendah nilai rasio 3,33.

**Kata Kunci** : Tegangan, impedansi , *Tap Changer*, Gardu Induk

**ABSTRACT**  
**The Calculation Of The Value Of The Impedance Due To Tap Changer  
Changes**  
**In Power Transformer 30 MVA 70/20 KV In Bukit Siguntang Substation**  
**(2015 : 75 Page + Bibliography + Attachments )**

---

---

**ATIKAH SAPUTRI**

**MAJORING ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM**  
**ELECTRICAL ENGINEERING STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA**

e-mail : atikah07saputri@gmail.com

*Load tap changer in a state (On Load Tap Changer) as stabilator voltage transformers that regulate voltage stability of power so that the voltage can be adapted to the needs that have been authorized. At the time of operation of OLTC (On Load Tap Changer) the voltage value will change either up or lowered in line with the voltage that will change the impedance value itself. Therefore digunakn tap changer as in a state of load tap changers can make changes tap to increase or decrease the number of coils in the transformer without having to do a burnout in advance. Rated impedance at the transformer has a slight difference in the value that is in a state of peak load  $\Omega$  57.535, 58.2127  $\Omega$ ,  $\Omega$  57.1988, 57.1988 and 59.9222  $\Omega$   $\Omega$  and low load state  $\Omega$  55.8609, 56.5279  $\Omega$ , 56 , 8629  $\Omega$ ,  $\Omega$  54.2107, 54.8678  $\Omega$ . Value ratio 3.5 transformer under normal circumstances, but in a state of peak load and low-load ratio value being different depending on the load peak value as the ratio to 3.41 and at low load value ratio of 3.33*

**Key Word** : Voltage, impedance, Tap Changer, Substation

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir tepat pada waktunya. Laporan ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya dengan judul **“Perhitungan Nilai Impedansi Akibat Perubahan Tap Changer Pada Transformator Daya 30 MVA 70/20 Kv Di Gardu Induk Bukit Siguntang”**. Penulis menyadari tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak mungkin Laporan Akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak R.D. Kusumanto, S.T, M.M, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Ali Nurdin, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak Ir. Siswandi, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak Herman Yani, S.T, M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik.
5. Bapak Herman Yani, S.T, M.Eng, selaku Pembimbing I.
6. Bapak Ir. Zainuddin Idris, M.T, selaku Pembimbing II.
7. Bapak Medi Firmansyah, selaku Supervisor GI Bukit Siguntang Palembang.
8. Bapak Aditya Rahman, Dodo Prastiyo, dan Senja Al Amin, selaku Operator GI Bukit Siguntang Palembang. Terima kasih buat semuanya dan penulis tidak akan melupakan apa yang pernah Bapak-bapak berikan dan semoga suatu saat kita dapat menjadi teman satu tim kerja.
9. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Di dalam pembuatan Laporan Akhir ini penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan, untuk itulah penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhirnya Penulis berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juni 2015

Penulis



## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
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 .....	3
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Umum .....	6
2.2 Komponen Transformator.....	7
2.2.1 Electromagnetic circuit (inti besi) .....	7
2.2.2 Current carying circuit (winding).....	8
2.2.3 Bushing.....	8
2.2.4 Pendingin Transformator.....	8
2.2.5 Oil Preservation & expansion (konservator).....	9

2.2.6 Dielectric .....	10
2.2.6.1 Minyak Isolasi Trafo .....	10
2.2.6.2 Kertas Isolasi .....	11
2.2.7 NGR .....	11
2.2.8 Proteksi Transformator .....	12
2.2.9. Tap Changer Pada Transformator .....	12
2.2.9.1 Bagian-Bagian Tap Changer .....	12
2.2.9.2 Pengubah Tap Tidak Berbeban .....	14
2.2.9.3 Pengubah Tap Berbeban.....	14
2.2.9.4 Kelebihan Dan Kekurangan Tap Changer .....	16
2.3 Jenis-Jenis Transformator .....	17
2.3.1 Step-Up.....	17
2.3.2 Step-Down.....	17
2.3.3 Autotransformator .....	17
2.3.4 Transformator Isolasi .....	18
2.3.5 Transformator Pulsa .....	18
2.4 Prinsip Kerja Transformator .....	18
2.4.1 Transformator Keadaan Tanpa Beban.....	20
2.4.2 Transformator Keadaan Transformator Beban .....	21
2.5 Arus Penguat .....	23
2.6 Impedansi Transformator .....	23
2.7 Hubungan Transformator Tiga Fasa .....	24
2.7.1 Hubungan Delta.....	24
2.7.2 Hubungan Bintang.....	25
2.7.3 Hubungan Zig-Zag .....	26
2.7.4 Kelompok Hubungan .....	26
2.8 Rangkaian Ekuivalen Transformator .....	30
2.9 Efisiensi Transformator.....	31
2.10 Persentasi Regulasi .....	31
2.11 Kuantitas Per Unit.....	32

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>36</b>
3.1 Sistem Kelistrikan Pada GI Bukit Siguntang.....	36
3.1.1 Transformator Daya .....	36
3.1.2 Data Tap Changer .....	37
3.2 Alat Dan Bahan Yang Digunakan .....	40
3.2.1 Peralatan.....	40
3.2.2 Bahan-Bahan .....	41
3.3 Pembebanan Transformator Daya .....	41
3.3.1 Beban Puncak.....	47
3.3.2 Beban Rendah .....	47
3.4 Prosedur Perhitungan .....	48
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>51</b>
4.1 Pembahasan .....	51
4.1.1 Pembahasan Pada Beban Puncak.....	51
4.1.2 Pembahasan Pada Beban Rendah .....	61
4.2 Analisa .....	73
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>74</b>
5.1 Kesimpulan .....	74
5.2 Saran .....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Kelompok Hubungan Menurut VDE 0532 .....	27
Tabel 3.1 PAUWELS Transformator 3 Phase 50 Hz .....	38
Tabel 3.2 Data Tap Changer .....	39
Tabel 3.3 Arus Transformator.....	40
Tabel 3.4 Beban Puncak Pada Transformator 30 MVA .....	47
Tabel 3.5 Beban Rendah Pada Transformator 30 MVA.....	47
Tabel 4.1 Perhitungan Rasio Pertama .....	53
Tabel 4.2 Perhitungan Rasio Kedua.....	55
Tabel 4.3 Perhitungan Rasio Ketiga .....	57
Tabel 4.4 Perhitungan Rasio Keempat.....	59
Tabel 4.5 Perhitungan Rasio Kelima .....	60
Tabel 4.6 Perhitungan Rasio Keenam.....	63
Tabel 4.7 Perhitungan Rasio Ketujuh .....	64
Tabel 4.8 Perhitungan Rasio Kedelapan .....	66
Tabel 4.9 Perhitungan Rasio Kesembilan .....	68
Tabel 4.10 Perhitungan Rasio Kesepuluh .....	70
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Pada Beban Puncak .....	71
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Pada Beban Rendah .....	72

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Arus Bolak Balik Mengelilingi Inti Besi .....	6
Gambar 2.2 Transformator Dengan Kumputan Primer Dan Sekunder.....	7
Gambar 2.3 Inti Besi .....	7
Gambar 2.4 Kumputan Trafo .....	8
Gambar 2.5 Bushing .....	8
Gambar 2.6 Pendingin Transformator .....	9
Gambar 2.7 Konservator .....	9
Gambar 2.8 Silica Gel.....	10
Gambar 2.9 Minyak Isolasi Transformator.....	10
Gambar 2.10 Kertas Isolasi Trafo .....	11
Gambar 2.11 Neutral grounding resistance (NGR) .....	11
Gambar 2.12 Rele Bucholz .....	12
Gambar 2.13 OLTC Pada Transformator .....	13
Gambar 2.14 Kontak Switching Pada Diverter Switch.....	13
Gambar 2.15 Cara Mengubah Transformator .....	14
Gambar 2.16 Cara Kerja OLTC Jenis Reactor .....	15
Gambar 2.17 Cara Kerja Pengubah Tap Berbeban (OLTC) Jenis Tahanan.....	16
Gambar 2.18 Saklar Pengalih Jenis 6-Tahanan .....	16
Gambar 2.19 Skema Prinsip Transformator Dengan Kumputan – Kumputan Dan Sekunder Serta Rangkaian Magnetik .....	19
Gambar 2.20 Transformator Tanpa Beban .....	20
Gambar 2.21 Transformator Beban .....	21
Gambar 2.22 Arus Penguat .....	22
Gambar 2.23 Hubungan Delta Transformator .....	25
Gambar 2.24 Hubungan Bintang Transformator .....	26
Gambar 2.25 hubungan Zig-Zag.....	26
Gambar 2.26 Contoh Kelompok Hubungan Transformator .....	27
Gambar 2.27 Transformator Tiga Fasa .....	29
Gambar 2.28 Rangkain Ekvivalen Transformator .....	30

Gambar 3.1	Transformator 30 MVA 70/20 kv .....	36
Gambar 3.2	Tap Changer .....	37
Gambar 3.3	Nameplate Transformator 30 MVA 70/20 kv .....	38
Gambar 3.4	Rangkain Hubungan Transformator.....	40
Gambar 3.5	Grafik Beban Transformator Daya 30 MVA Tanggal 04 Mei ..	42
Gambar 3.6	Grafik Beban Transformator Daya 30 MVA Tanggal 05 Mei...	43
Gambar 3.7	Grafik Beban Transformator Daya 30 MVA Tanggal 06 Mei...	44
Gambar 3.8	Grafik Beban Transformator Daya 30 MVA Tanggal 07 Mei...	45
Gambar 3.9	Grafik Beban Transformator Daya 30 MVA Tanggal 08 Mei...	46
Gambar 3.10	Diagram Aliran (Flow Chart) Perhitungan nilai impedansi .....	49
Gambar 4.1	Grafik Perhitungan Pada Beban Puncak Pada Transformator Daya 30MVA.....	71
Gamabr 4.2	Grafik Perhitungan Pada Beban Rendah Pada Transformator Daya 30 MVA.....	7

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran-1. Lembar Kesepakatan Bimbingan Laporan Akhir (LA)
- Lampiran-2. Lembar Bimbingan Laporan Akhir (LA)
- Lampiran-3. Lembar Rekomendasi Ujian Laporan Akhir (LA)
- Lampiran-4. Surat Izin Pengambilan Data dari Pembantu Direktur I
- Lampiran-5. Surat Balasan dari PT. PLN P3B Sumatera UPT Palembang
- Lampiran-6. Laporan Beban Tertinggi Penghantar Dan Trafo Pada  
Gardu Induk Bukit Siguntang
- Lampiran-7. Data Name Plate Bay Trafo 30 MVA #3
- Lampiran-8. Formulir Pengujian Rasio Tegangan Trafo
- Lampiran-9. Diagram Satu Garis Gardu Induk Bukit Siguntang
- Lampiran-10. Lembar Revisi Laporan Akhir (LA)