

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISA PENGGUNAAN DAN PENYETINGAN RELAI DIFFERENSIAL PADA TRAFU STEP UP 11,5/150 kV di PLTGU BLOK I U.P MUARA KARANG**

**Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat  
Dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



Disusun Oleh :

Nama : Pande Nyoman Trianto

NIM : 41407010012

Jurusan : Teknik Elektro

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2011**

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : PANDE NYOMAN TRIANTO

N.I.M : 41407010012

Jurusan : TEKNIK ELEKTRO

Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI

Judul Skripsi : ANALISA PENGGUNAAN DAN PENYETINGAN RELAI  
DIFFERENSIAL PADA TRAFU STEP UP 11,5/150 kV DI PLTGU  
BLOK I U.P MUARA KARANG

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa dipaksa.

Penulis,

( PANDE NYOMAN TRIANTO )

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA PENGGUNAAN DAN PENYETINGAN RELAI  
DIFFERENSIAL PADA TRAFU STEP UP 11,5/150 kV DI PLTGU  
BLOK I U.P MUARA KARANG**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Pande Nyoman Trianto**

**NIM : 41407010012**

**Jurusan : Teknik Elektro**

**Pembimbing,**

**(Ir. Mustari Lamma, MSc)**

**Mengetahui,**

**Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi**

**(Yudhi Gunardi ST, MT)**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis membuat tugas akhir yang berjudul "Analisa Penggunaan Dan Penyetingan Relai Differensial Pada Trafo Step Up 11,5/ 150 kV Di PLTGU Blok I U.P Muara Karang".

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program Strata I (satu) Universitas Mercu Buana. Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan, dukungan dan doa dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan ucapan terima kasih kepada :

1. Orang Tua dan Keluarga yang telah mendoakan dan memberi memotifasi sehingga tugas akhir ini selesai.
2. Bapak Yudhi Gunardi ST, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Ir. Mustari Lamma, MSc selaku dosen Pembimbing,
4. Bapak Endang Miqdarsah selaku Manajer SDM dan Administrasi di PLTGU Muara Karang.
5. Bapak Pujo Hastono selaku pembimbing di PLTGU Muara Karang.

- 6 Seluruh teman – teman Teknik Elektro 2007 serta kawan - kawan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Mercu Buana, atas dukungannya yang memberikan motivasi dan inspirasi bagi penulis selama ini.
- 7 Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis selama ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak memiliki kekurangan-kekurangan, oleh karena itu penulis membuka diri untuk menerima saran atau kritik yang berguna untuk penulis.

Jakarta, Maret 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pernyataan.....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Abstrak.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar.....	xvii
Daftar Tabel.....	xix

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

## BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Transformator.....	6
2.2 Letak Kumparan Terhadap Inti.....	6
2.2.1 Core Type (Jenis Inti) .....	6
2.2.2 Shell Type (Jenis Shell) .....	7
2.3 Komponen Pokok Trafo.....	7
2.4 Prinsip Kerja Transformator .....	8
2.5 Komponen Isolasi Transformator.....	8
2.5.1 Isolasi Minor.....	9
2.5.2 Isolasi Mayor.....	9
2.5.3 Isolasi Fasa.....	9
2.6 Jenis – Jenis Trafo Menurut Penempatannya.....	9
2.6.1 Transformator Indoor.....	9
2.6.2 Transformator Outdoor.....	10
2.7 Jenis - Jenis Transformator Menurut Pemakaiannya.....	10

2.7.1	Transformator Step Up.....	10
2.7.2	Tranformator Step Down.....	11
2.8	Bagian- Bagian Transformator.....	11
2.8.1.	Inti Besi.....	11
2.8.2.	Kumparan Transformator.....	12
2.8.3.	Kumparan Tertier.....	13
2.8.4.	Minyak Transformator.....	13
2.8.5.	Bushing.....	14
2.8.6.	Breather (Alat Pernapasan) .....	15
2.8.7.	Tangki Dan Konservator.....	15
2.8.7.1	Jenis Sirip (Tank Corrugated) .....	16
2.8.7.2	Jenis Tangki Conventional Beradiator.....	16
2.8.7.3	Hermatically Sealed Tank With N2 Cushined.....	16
2.8.8.	Tap Changer (Perubah Tap) .....	17
2.8.9.	Indikator.....	18
2.9.	Metode Pendinginan Transformator Daya.....	19



2.9.1. Minyak Bersikulasi Sendiri (Natural Oil) .....	19
2.9.2. Minyak Bersirkulasi Terpaksa (Forced Oil) .....	19
2.10. Gangguan Pada Transformator.....	22
2.10.1 Gangguan Didaerah Luar Pengaman.....	23
2.10.2 Gangguan Didalam Daerah Pengamanan.....	23
2.10.2.1 Gangguan Hubung Singkat.....	23
2.10.2.2 Gangguan Pada Inti Atau Gangguan Incipient.....	23
2.11 Akibat Gangguan Pada Transformator.....	25
2.12 Cara Mengatasi Gangguan.....	25
2.12.1 Mencegah Terjadinya Gangguan.....	25
2.12.2 Mengurangi Akibat Gangguan.....	26
2.13 Relai.....	27
2.14 Macam – Macam Alat Proteksi Dan Alat Pendukung Proteksi Trafo Daya.....	28
2.14.1 Relai Bucholz.....	28
2.14.2 Relai Suhu.....	29

2.14.2.1 Relai Suhu Minyak.....	29
2.14.2.2 Relai Suhu Kumparan.....	29
2.14.3 Relai Hubung Tanah (Earth fault) .....	30
2.14.4 Relai Beban Lebih (Over Load) .....	30
2.14.5 Relai Differensial.....	30
2.14.6 Relai Tekanan Lebih.....	31
2.14.7 Pengaman Tangki Tanah.....	31
2.14.8 Circuit Breaker (CB) atau Pemutus Tenaga (PMT) .....	32
2.14.9 DC System Power Supply.....	33
2.15 Gangguan Pada Sistem Dan Non Sistem.....	34
2.15.1 Gangguan Sistem.....	34
2.15.1.1 Gangguan Temporer .....	34
2.15.1.2 Gangguan Permanen .....	34
2.15.2 Gangguan Non Sistem.....	35
2.16 Konfigurasi/ Hubungan Transformator 3 Fasa.....	35
2.16.1 Hubungan Bintang.....	36

2.16.2	Hubungan Delta.....	37
2.17	Vektor Grup Transformator.....	38
<b>BAB III</b>	<b>PENGAMANAN TRANSFORMATOR TENAGA</b>	
3.1	Pengamanan Terhadap Transformator Tenaga.....	40
3.2	Syarat – Syarat Sistem Proteksi.....	41
3.2.1	Dapat Diandalkan (reliable) .....	41
3.2.2	Selektif .....	41
3.2.3	Waktu Kerja Relai Cepat.....	42
3.2.4	Peka (sensitif) .....	42
3.2.5	Faktor Biaya.....	43
3.3	Penyebab Kegagalan Pengaman.....	43
3.4	Macam – Macam Tipe Proteksi.....	43
3.4.1	Pengaman Utama .....	44
3.4.2	Pengaman cadangan.....	44
3.5	Transformator untuk pengukuran.....	44

3.5.1	Transformator arus.....	45
3.5.2	Transformator tegangan.....	45
3.6	Prinsip Kerja Relai differensial.....	45
3.6.1	Kondisi Relai Differensial Pada Saat Tidak Ada Gangguan (Normal).....	46
3.6.2	Kondisi relai differensial pada saat ada gangguan diluar (Eksternal) daerah pengaman (Transformator) .....	47
3.6.3	Kondisi Relai Differensial Pada Saat Ada Gangguan Didalam (Internal) Daerah Pengaman (Transformator)....	48
3.7	Sifat Pengaman Dengan Relai Differensial.....	49
3.8	Fungsi Relai Differensial.....	50
3.9	Penyetelan Relai Differensial.....	50
3.9.1	Menghitung Nilai Arus Pada Trafo Daya Dan Untuk Menentukan Rasio Primer CT.....	50
3.9.2	Perhitungan Nilai Arus Pada Sekunder CT Dan Untuk Menentukan Rasio Sekunder CT Disisi 11,5 kV dan 150 kV.....	52
3.9.3	Menentukan Rasio ACT Pada Sisi 11,5 kV Dan 150	

Kv.....	54
3.9.4 Menghitung Nilai Tap Auxirally Current Trafo (Trafo Arus Bantu) Pada Sisi 11,5 kV Dan Sisi 150 kV.....	54
3.9.5 Perhitungan Nilai Arus Yang Masuk Ke Relai Dari ACT Disisi 11,5 kV Dan sisi 150 kV.....	56
3.9.5.1 Perhitungan Nilai Arus Yang Masuk Ke Relai Dari ACT Disisi 11,5 kV.....	56
3.9.5.2 Perhitungan Nilai Arus Yang Masuk Ke Relai Dari ACT di Sisi 150 kV.....	57
3.9.6 Menghitung Persentase ( % ) Error Relai Differensial..	57

#### BAB IV ANALISA HASIL PENYETINGAN RELAI DIFFERENSIAL

4.1 Data sistem di PLTGU Muara Karang.....	59
4.2 Perhitungan Nilai Arus Pada Transformator Daya Dan Untuk Menentukan Rasio Primer CT Pada Sisi 11,5 kV Dan 150 kV.....	61
4.2.1 Perhitungan Nilai Arus Pada Transformator Daya Dan Untuk Menentukan Rasio Primer CT Pada Sisi 11,5 kV.....	61

4.2.2	Perhitungan Nilai Arus Pada Transformator Daya Dan Untuk Menentukan Rasio Primer CT Pada Sisi 150 kV.....	61
4.3	Perhitungan Nilai Arus Pada Sekunder CT Dan Untuk Menentukan Rasio Sekunder CT Disisi 11,5 kV dan 150 kV.....	62
4.3.1	Perhitungan Nilai Arus Pada Sekunder CT Dan Untuk Menentukan Rasio Sekunder CT Disisi 11,5 kV.....	62
4.3.2	Perhitungan Nilai Arus Pada Sekunder CT Dan Untuk Menentukan Rasio Sekunder CT Disisi 150 kV.....	63
4.4	Untuk Menentukan Rasio ACT Pada Sisi 11,5 kV Dan 150 kV.....	64
4.4.1	Untuk Menentukan Rasio ACT Pada Sisi 11,5 kV.....	64
4.4.2	Untuk Menentukan Rasio ACT Pada Sisi 150 kV.....	64
4.5	Menghitung Nilai Tap Auxirally Current Trafo (Trafo Arus Bantu) Pada Sisi 11,5 kV Dan Sisi 150 kV.....	64
4.5.1	Menghitung Nilai Tap ACT Pada Sisi 11,5 kV.....	64
4.5.2	Menghitung Nilai Tap ACT Pada Sisi 150 kV.....	66
4.6	Perhitungan Nilai Arus Yang Masuk Ke Relai Dari ACT Disisi	

11,5 kV Dan Sisi 150 kV.....	67
4.6.1 Perhitungan Nilai Arus Yang Masuk Ke Relai Dari ACT Disisi 11,5 kV.....	67
4.6.2 Perhitungan Nilai Arus Yang Masuk Ke Relai Dari ACT Disisi 150 kV.....	68
4.7 Menghitung Persentase ( % ) Error Relai Differensial.....	68

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	71

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis Transformator Core Type (Jenis Inti).....	7
Gambar 2.2	Jenis Transformator Shell Type (Jenis shell).....	7
Gambar 2.3	Struktur Bagian Transformator.....	8
Gambar 2.4	Lambang Transformator Step Up.....	10
Gambar 2.5	Lambang Transformator Step Down.....	11
Gambar 2.6	Inti Besi.....	12
Gambar 2.7	Bushing.....	14
Gambar 2.8	Silica gel.....	15
Gambar 2.9	OLTC pada transformator.....	18
Gambar 2.10	Lambang kumparan dalam bentuk bintang.....	36
Gambar 2.11	Cara menyambung kumparan menggunakan hubungan bintang.....	36
Gambar 2.12	Diagram vektor bintang.....	36
Gambar 2.13	Lambang kumparan dalam bentuk delta.....	37
Gambar 2.14	Cara menyambung kumparan menggunakan hubungan delta.....	37



Gambar 2.15	Diagram vektor delta.....	37
Gambar 2.16	Vektor grup.....	38
Gambar 2.17	Tipe belitan berdasarkan pergeseran sudut fasa .....	39
Gambar 3.1	Kondisi relai differensial pada saat tidak ada gangguan (normal).....	46
Gambar 3.2	Kondisi relai differensial pada saat ada gangguan diluar (Eksternal) daerah pengaman Transformator.....	47
Gambar 3.3	Kondisi relai differensial pada saat ada gangguan didalam (Internal) daerah pengaman (Transformator).....	48
Gambar 4.1	Tap 28 pada sisi tegangan 11,5 kV.....	65
Gambar 4.2	Tap 27 pada sisi tegangan 150 kV.....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Transformator Step Up 11,5/ 150 kV PLTGU Muara Karang .....	59
Tabel 4.2	Data Relai Differensial.....	60
Tabel 4.3	Data Ratio Auxirally Current Transformator.....	60