

SKRIPSI

**ANALISIS KINERJA *OVER CURRENT RELAY* PADA GARDU INDUK
BANTUL MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata – 1
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh:

Kholil Fadli Aziz

20170120011

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2018

HALAMAN PERNYATAAN

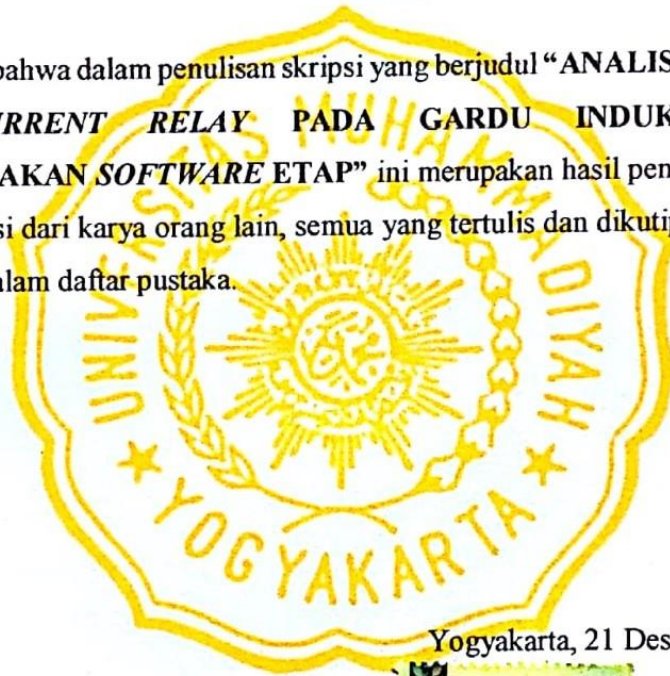
Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kholil Fadli Aziz

NIM : 20170120011

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi yang berjudul “**ANALISIS KINERJA OVER CURRENT RELAY PADA GARDU INDUK BANTUL MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP**” ini merupakan hasil penelitian sendiri, bukan plagiasi dari karya orang lain, semua yang tertulis dan dikutip di skripsi ini disebutkan dalam daftar pustaka.



Yogyakarta, 21 Desember 2018



Kholil Fadli Aziz

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya
sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Try not to become a person of success, but rather try to become a person of
value.”

(Albert Einstein)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk :

Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa dan semangat serta adik yang selalu memberikan motivasi dan semangat.

KATA PENGANTAR



Assalammu'alaikum Wr.Wb.

Dengan mengucapkan basmallah dan hamdallah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul :

**“ANALISIS KINERJA *OVER CURRENT RELAY* PADA GARDU INDUK
BANTUL MENGGUNAKAN *SOFTWARE ETAP*”**

Penulis menyadari dalam pembuatan laporan tugas akhir ini banyak pihak-pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua, Bapak Tasmin dan Ibu Sri Suharmiyati yang selalu memberikan doa dan selalu memberikan semangat. Yang tak pernah lelah memotivasi dalam penyusunan skripsi ini.
2. Adik, Khisti Aretasari yang selalu memberikan semangat dan memberikan doa.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh Dosen pengajar di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas segala ilmu yang telah diberikan.
5. PT. PLN (Persero) Gardu Induk Bantul dan PT. PLN (Persero) Distribusi Area Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan

penelitian sehingga dapat mengolah data hasil penelitian menjadi bahan analisis pada skripsi ini.

6. Iqbal Maulana dan Ani Wahyu Nuur Khasanah yang telah memberikan doa dan semangat dalam menyelesaikan skripsi.
7. Teman – teman Ekstensi Teknik Elektro 2017 yang telah memberikan dukungan
8. Teman – teman KKN kelompok 60 dan semua warga Dukuh Ngepringan, Desa Wukirsari, Kecamatan Cangkringan, Sleman, DIY.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung mendukung penulis.

Tidak ada yang dapat penulis berikan selain ucapan terimakasih atas seluruh bantuan yang telah diberikan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua, Aamiin.

Wassalammu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 21 Desember 2018

Kholil Fadli Aziz

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	6
2.2.1. Sistem Tenaga Listrik	6
2.2.2. Sistem Distribusi	7
2.2.3. Gardu Induk	8

2.2.3.1. Klasifikasi Gardu Induk	9
2.2.3.1.1. Gardu Induk Berdasarkan Tegangan.....	9
2.2.3.1.2. Gardu Induk Berdasarkan Letak Pemasangan	10
2.2.3.1.3. Gardu Induk Berdasarkan Fungsinya.....	11
2.2.3.2. Peralatan Listrik pada Gardu Induk	12
2.2.3.3. Sistem Proteksi.....	16
2.2.3.4. Relay Proteksi	19
2.2.3.5. Fungsi Relay Proteksi	20
2.2.3.6. Komponen – Komponen Relay Proteksi Transformator....	21
2.2.3.6.1. Relay Deferenisial	21
2.2.3.6.2. Relay Arus Lebih / <i>Over Current Relay</i> (OCR)	22
2.2.3.6.3. Relay Gangguan Tanah / <i>Ground Fault Relay</i> (GFR)	22
2.2.3.6.4. Relay Gangguan Tanah Terbatas (REF)	23
2.2.3.7. <i>Over Current Relay</i> (OCR)	23
2.2.3.7.1 Prinsip Kerja <i>Over Current Relay</i> (OCR).....	23
2.2.3.7.2 Karakteristik <i>Over Current Relay</i> (OCR)	24
2.2.3.7.2.1 <i>Over Current Relay</i> (OCR) <i>Invers Time</i>	24
2.2.3.7.2.2 <i>Over Current Relay Definite Time</i>	25
2.2.3.7.2.3 <i>Over Current Relay Instantaneous Time</i>	26
2.2.3.7.3 <i>Setting Over Current Relay</i>	26
2.2.3.7.4 <i>Setting TMS (Time Multiple Setting)</i>	29
2.2.4 <i>Software ETAP</i>	30
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1. Alur Penelitian	32

3.2. Lokasi Penelitian.....	33
3.3. Peralatan Pendukung Penelitian.....	34
3.4. Waktu Penelitian.....	35
BAB IV PEMBAHASAN.....	36
4.1. Gardu Induk Bantul 150 kV.....	36
4.2. Transmormator Daya	38
4.3. <i>Over Current Relay</i> pada Jaringan di Gardu Induk Bantul 150 kV.....	39
4.4. Data <i>Setting Over Current Relay</i> di Gardu Induk Bantul 150 kV	39
4.5. Data Konduktor yang Digunakan pada Jaringan di Gardu Induk Bantul 150 kV Transformator II.....	40
4.6. Perhitungan dan Analisis	41
4.6.1. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Arus Lebih	42
4.6.2. Perhitungan Impedansi Sumber	42
4.6.3. Perhitungan Reaktansi pada Transformator II	43
4.6.4. Perhitungan Impedansi pada Penyulang	44
4.6.5. Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan	46
4.6.6. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	47
4.6.7. Penentuan Nilai <i>Setting Over Current Relay</i> (Relay Arus Lebih)	54
4.6.7.1 Nilai Setting Relay OCR disisi Penyulang 20 kV.....	55
4.6.7.2 Nilai Setting Relay OCR disisi <i>Incoming</i> 20 kV.....	57
4.6.8 Pemeriksaan Waktu Kerja Relay OCR	59
4.6.8.1 Pemeriksaan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 3 Fasa.....	59
4.6.8.2 Pemeriksaan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 2 Fasa.....	65

4.6.8.3	Pemeriksaan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan Fasa ke Tanah.....	72
4.6.9	Simulasi pada <i>Over Current Relay</i> Menggunakan <i>Software</i> ETAP	78
4.6.10	Perbandingan Nilai Setting Relay <i>Over Current Relay</i> Terpasang dan Terhitung	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		86
5.1	Kesimpulan	86
5.2	Saran.....	87

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	6
Gambar 2.2 Gambar Relay yang Bekerja dalam Keadaan Normal	21
Gambar 2.3 Gambar Relay Saat Terjadi Gangguan	22
Gambar 2.4 Karakteristik OCR <i>Invers Time</i>	24
Gambar 2.5 Golongan OCR <i>Invers</i>	25
Gambar 2.6 Karakteristik OCR <i>Definite Time</i>	25
Gambar 2.7 Karakteristik OCR <i>Instantaneous Time</i>	26
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	32
Gambar 3.2 Lokasi Gardu Induk Bantul 150 kV	34
Gambar 4.1 Single Diagram di Gardu Induk Bantul.....	37
Gambar 4.2 Penempatan OCR pada Jaringan di Gardu Induk	41
Gambar 4.3 Kurva Waktu Kerja Relay 3 Fasa pada Penyulang BNT 4	63
Gambar 4.4 Kurva Waktu Kerja Relay 3 Fasa pada Penyulang BNT 16	65
Gambar 4.5 Kurva Waktu Kerja Relay 2 Fasa pada Penyulang BNT 4	70
Gambar 4.6 Kurva Waktu Kerja Relay 2 Fasa pada Penyulang BNT 16	72
Gambar 4.7 Kurva Waktu Kerja Relay Fasa ke Tanah pada Penyulang BNT 4.....	76
Gambar 4.8 Kurva Waktu Kerja Relay Fasa ke Tanah pada Penyulang BNT 16.....	78
Gambar 4.9 Rangkaian Simulasi <i>over current relay</i> terpasang di penyulang BNT 4.....	79
Gambar 4.10 Rangkaian Simulasi <i>over current relay</i> terpasang di penyulang BNT 16.....	80

Gambar 4.11 Rangkaian Simulasi <i>over current relay</i> terhitung di penyulang BNT 4.....	81
Gambar 4.12 Rangkaian Simulasi <i>over current relay</i> terhitung di penyulang BNT 16.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konstanta Karakteristik Arus Lebih	29
Tabel 2.1 Konstanta Karakteristik Arus Lebih (Lanjutan).....	30
Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator II	38
Tabel 4.2 Spesifikasi Proteksi <i>Over Current Relay</i>	39
Tabel 4.3 Data <i>Setting</i> Relay disisi <i>Incoming</i> Gardu Induk Bantul	39
Tabel 4.4 Data <i>Setting</i> Relay disisi Penyulang Gardu Induk Bantul	40
Tabel 4.5 Data Kabel Panjang Jenis Penghantar di Gardu Induk Bantul	40
Tabel 4.6 Data Impedansi Jenis Penghantar di Gardu Induk Bantul	41
Tabel 4.7 Nilai Impedansi pada Penyulang BNT 4 Urutan Positif dan Negatif	44
Tabel 4.8 Nilai Impedansi pada Penyulang BNT 16 Urutan Positif dan Negatif	45
Tabel 4.9 Nilai Impedansi pada Penyulang BNT 4 Urutan Nol	45
Tabel 4.10 Nilai Impedansi pada Penyulang BNT 16 Urutan Nol	45
Tabel 4.11 Nilai Impedansi Ekivalen Z_{1eq} (Z_{2eq}) pada Penyulang BNT 4	46
Tabel 4.12 Nilai Impedansi Ekivalen Z_{1eq} (Z_{2eq}) pada Penyulang BNT 16	46
Tabel 4.13 Nilai Impedansi Ekivalen Z_0 pada Penyulang BNT 4.....	47
Tabel 4.14 Nilai Impedansi Ekivalen Z_0 pada Penyulang BNT 16.....	47
Tabel 4.15 Nilai Arus Hubung Singkat 3 Fasa pada Penyulang BNT 4	49
Tabel 4.16 Nilai Arus Hubung Singkat 3 Fasa pada Penyulang BNT 16	49
Tabel 4.17 Nilai Arus Hubung Singkat 2 Fasa pada Penyulang BNT 4	50
Tabel 4.18 Nilai Arus Hubung Singkat 2 Fasa pada Penyulang BNT 16	51
Tabel 4.19 Nilai Arus Hubung Singkat Fasa ke Tanah pada Penyulang	

BNT 4.....	52
Tabel 4.20 Nilai Arus Hubung Singkat Fasa ke Tanah pada Penyulang	
BNT 16.....	52
Tabel 4.20 Nilai Arus Hubung Singkat Fasa ke Tanah pada Penyulang	
BNT 16 (Lanjutan).....	53
Tabel 4.21 Nilai Arus Hubung Singkat Semua Fasa pada Penyulang	
BNT 4.....	53
Tabel 4.22 Nilai Arus Hubung Singkat Semua Fasa pada Penyulang	
BNT 16.....	54
Tabel 4.23 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 3 Fasa di	
BNT 4.....	59
Tabel 4.23 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 3 Fasa di	
BNT 4 (Lanjutan).....	60
Tabel 4.24 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 3 Fasa di	
BNT 16.....	60
Tabel 4.24 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 3 Fasa di	
BNT 16 (Lanjutan).....	61
Tabel 4.24 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 3 Fasa di	
BNT 16 (Lanjutan).....	62
Tabel 4.25 Selisih Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 3 Fasa di	
BNT 4.....	62
Tabel 4.26 Selisih Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 3 Fasa di	
BNT 16.....	64
Tabel 4.27 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 2 Fasa di	
BNT 4.....	65

Tabel 4.27 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 2 Fasa di BNT 4 (Lanjutan).....	66
Tabel 4.28 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 2 Fasa di BNT 16.....	67
Tabel 4.28 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 2 Fasa di BNT 16 (Lanjutan).....	68
Tabel 4.29 Selisih Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 2 Fasa di BNT 4.....	68
Tabel 4.30 Selisih Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan 2 Fasa di BNT 16.....	70
Tabel 4.31 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan Fasa ke Tanah di BNT 4.....	72
Tabel 4.31 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan Fasa ke Tanah di BNT 4 (Lanjutan).....	73
Tabel 4.32 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan Fasa ke Tanah di BNT 16.....	73
Tabel 4.32 Perhitungan Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan Fasa ke Tanah di BNT 16 (Lanjutan).....	74
Tabel 4.33 Selisih Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan Fasa ke Tanah di BNT 4.....	75
Tabel 4.34 Selisih Waktu Kerja Relay OCR pada Gangguan Fasa ke Tanah di BNT 16.....	77
Tabel 4.35 Perbandingan Nilai Setting OCR Terpasang dan Terhitung disisi <i>Incoming</i>	84

Tabel 4.36 Perbandingan Nilai Setting OCR Terpasang dan Terhitung disisi Penyulang	84
---	----