

**HALAMAN JUDUL**

**ANALISIS KINERJA *OVER CURRENT RELAY (OCR)***  
**TERHADAP GANGGUAN PADA SISTEM PROTEKSI**  
**GARDU INDUK 150 KV PANGKALPINANG AREA BANGKA**  
**MENGGUNAKAN *SOFTWARE ETAP 12.6.0***

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh Strata Satu  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhamadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

**Aridi Sukma**

20160120135

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2020**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang Bertanda Tangan Dibawah ini:

**Nama** : Aridi Sukma  
**NIM** : 20160120135  
**Jurusan** : Teknik Elektro  
**Fakultas** : Teknik  
**Universitas** : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini dengan judul "ANALISIS KINERJA *OVER CURRENT RELAY* (OCR) TERHADAP GANGGUAN PADA SISTEM PROTEKSI GARDU INDUK 150 KV PANGKALPINANG AREA BANGKA MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP 12.6.0" merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya yang telah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka dengan mengikuti tata cara dan etika karya ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 27 juni 2020



*Aridi Sukma*  
Aridi Sukma

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua, yaitu bapak Abdul Razak Hasyim dan ibu Soliha yang selalu mendoakan, meridhoi, memotivasi dan mendukung segala kegiatan penulis, baik dalam hal akademik maupun non akademik

Saudara penulis, Yani Soraya, Zakha Susanto beserta keluarganya, Irwan Ghazali, yang selalu mendoakan, memotivasi dan menghibur disaat penulis dalam keadaan suka maupun duka.



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayat dan karunia-Nya selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul **“ANALISIS KINERJA *OVER CURRENT RELAY* (OCR) TERHADAP GANGGUAN PADA SISTEM PROTEKSI GARDU INDUK 150 KV PANGKALPINANG AREA BANGKA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* ETAP 12.6.0”** Tugas akhir ini merupakan bentuk kewajiban sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik S1. Maka dari itu berbagai upaya telah dilakukan penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini, akan tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya bila masih banyak kekurangan dalam pemilihan kata, kalimat, maupun sistematika pembahasannya.

Penulis sendiri mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan serta penyusunan tugas akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, MP. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Romadoni Syahputra, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng. dan ibu Anna Nur Nazillah Chamim, S.T,M.Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan meluangkan waktu dan pikiran dalam membantu penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Widyasmoro, S.T., M.Sc selaku dosen penguji tugas akhir.
6. Semua dosen dan laboran di Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas semua ilmu dan segala bantuan yang telah diberikan selama saya kuliah.
7. Kepada bapak Ebtian selaku Opsislr Proteksi Gardu Induk area bangka, bang Ninggih selaku operator Gardu induk Pangkalpinang.

8. Keluarga saya, bapak A. Razak Hasyim dan ibu Soliha dimana telah membesarkan, membimbing, mendo'akan dan selalu memberikan kasih sayang yang tiada ternilai harganya.
9. Teman teman seperjuangan Anak Kostan, Elektro D 2016, kosan mawar, yang selalu mendukung saya untuk segera cepat selesai kuliah.
10. Selvia Wulandari yang senantiasa menemani saya menyelesaikan skripsi.

Penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun bagi perbaikan tugas akhir ini serta bagi kemajuan penulis pada masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, dan bagi civitas akademika Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada Khususnya.

Yogyakarta, 27 juni 2020

Penulis

Aridi Sukma

## INTISARI

Pembebanan yang berlebihan pada suatu trafo akan berdampak buruk terhadap kinerjanya, misalnya pada peristiwa dimana Gardu induk tegangan ekstra tinggi (GITET) cabang jakarta timur, trafo 500 KVA meledak yang disebabkan adanya beban berlebih. Oleh karena itu dibutuhkan sistem proteksi agar trafo dapat bekerja sesuai dengan beban nominal dari trafo tersebut. Pada Gardu Induk 150 kV Pangkalpinang terdapat sistem proteksi yaitu *Over Current Relay* (OCR). *Over current relay* adalah rele pengaman arus lebih yang bekerja apabila adanya arus lebih yang kemudian memerintahkan pemutus tenaga (*circuit breaker*) untuk trip yang bertujuan agar tidak merusak peralatan / sistem lainnya. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai *setting* yang berada direle OCR. Metode yang digunakan yaitu dengan simulasi menggunakan *software ETAP*, adapun metode pengambilan datanya yaitu dengan pengumpulan data primer dari Gardu Induk 150 kV Pangkalpinang dan didukung dengan observasi serta wawancara terhadap pihak yang terkait. Hasil dari perhitungan matematis yang disimulasikan pada *software ETAP 12.6.0* arus gangguan tidak boleh melebihi 1,05 A disisi *Incoming* 20 kV dan arus disisi penyulang 20 kV tidak boleh melebihi 4,98 A. Ketika nilai arus terbaca oleh rele OCR melebihi dari nilai arus tersebut maka rele OCR aktif dan pemutus tenaga akan bekerja atau trip.

Kata kunci : *Over Current Relay(OCR)*, sistem proteksi listrik, *software* Etap

## ABSTRACT

Excessive loading on a transformer will adversely affect its performance, for example in the event that a extra high voltage (GITET) substation in Cawang, East Jakarta, a 500 KVA transformer explodes due to an overload. Therefore a protection system is needed so that the transformer can work according to the nominal load of the transformer. At Pangkalpinang 150 kV substation, there is a protection system called Over Current Relay (OCR). Over current relay is an overcurrent safety relay that works when there is an over current which then commands a circuit breaker to trip which aims to not damage other equipment / systems. The study aims to determine the settings value in the OCR. The method used is the simulation on ETAP software, while the data collection method is by collecting primary data from the 150 kV substation Pangkalpinang and supported by observations and interviews with related parties. The results of the mathematical calculations simulated in ETAP software, the current fault should not exceed 1.05 A on the 20 kV Incoming side and the 20 kV feeder side current should not exceed 4.98 A. when the current value readed by the relay exceeds the current value, the active relay and the power breaker will work or trip.

Keywords : *Over Current Relay(OCR)*, Electrical Protection System, Software Etap

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN I.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN II.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.6 Sistematika Penulisan .....</b>	<b>3</b>
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
<b>2.1 Tinjauan pustaka .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Landasan Teori.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.1 Gardu Induk.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2 Jenis-jenis Gardu Induk.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2.1 Berdasarkan Tegangannya .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.2.2 Berdasarkan pemasangan peralatan.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.2.3 Berdasarkan isolasi yang digunakan .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3 Komponen utama pada Gardu Induk.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.3.1 Trafo Daya/Tenaga (<i>Transformator</i>) .....</b>	<b>9</b>



2.2.3.2	Pemutus Tenaga ( <i>Circuit Breker</i> ) .....	10
2.2.3.3	Trafo Arus ( <i>Current Transformator</i> ) .....	11
2.2.3.4	Pemisah ( <i>Disconnecting switch</i> ) .....	11
2.2.3.5	Trafo Tegangan ( <i>Voltage Transformator</i> ) .....	12
2.2.3.6	<i>Lightning Arester (LA)</i> .....	12
2.2.3.7	Panel Kontrol .....	13
2.2.3.8	<i>Cubicle</i> Tegangan Menengah .....	14
2.2.3.9	Rel Daya ( <i>Busbar</i> ) .....	15
2.2.3.10	Petanahan ( <i>Grounding</i> ) .....	15
2.2.3.11	<i>Battery</i> .....	16
2.2.4	Sistem Proteksi Tenaga listrik .....	17
2.2.5	Peralatan Proteksi pada Gardu Induk.....	18
2.2.5.1	Penutup Balik Otomatis ( <i>Automatic circuit Recloser</i> ).....	18
2.2.5.2	Pengaman lebur ( <i>Fuse Cut Out</i> ) .....	18
2.2.5.3	Saklar Seksi Otomatis ( <i>Sectionalizer</i> ).....	18
2.2.5.4	<i>Relay</i> Proteksi.....	19
2.2.6	Jenis Gangguan pada sistem tenaga listrik.....	19
2.2.6.1	<i>Over Voltage</i> atau Gangguan Tegangan Lebih.....	19
2.2.6.2	<i>Short Circuit Fault</i> atau gangguan hubung singkat .....	19
2.2.6.3	<i>Over Load</i> atau gangguan beban lebih .....	21
2.2.7	Macam-macam perhitungan.....	21
2.2.7.1	Impedansi Sumber .....	21
2.2.7.2	Reaktansi Transformator.....	22
2.2.7.3	Impedansi penyulang.....	22
2.2.7.4	Impedansi Ekuivalen jaringan .....	22
2.2.8	Proteksi <i>Over Current Relay (OCR)</i> .....	23
2.2.9	<i>Software</i> Etap.....	24
BAB III .....		25
METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Alat yang digunakan dalam penelitian.....	25
3.2	Tempat dan Tanggal pelaksanaan penelitian .....	25

3.3	Diagram Alir ( <i>Flow Chart</i> ) .....	26
3.4	Tahapan Penelitian .....	27
BAB IV .....		35
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		35
4.1	Data dan Spesifikasi peralatan.....	35
4.1.1	<i>Single Line Diagram</i> Gardu Induk 150 kV Pangkalpinang .....	35
4.1.2	Data dan Spesifikasi <i>Transformator</i> .....	38
4.1.3	Data dan Spesifikasi Trafo Arus.....	39
4.1.4	Data <i>Over Current Relay</i> pada jaringan GI 150 kV Pangkalpinang .....	39
4.1.5	Data Setting <i>Over Current relay</i> di Gardu Induk 150 kV Pangkalpinang.....	40
4.1.6	Data konduktor yang digunakan pada jaringan penyulang GI 150 kV Pangkalpinang.....	41
4.2	Jenis Gangguan Arus Hubung Singkat .....	41
4.2.1	Menghitung Impedansi Sumber .....	43
4.2.2	Menghitung Reaktansi Transformator .....	44
4.2.3	Menghitung Impedansi Penyulang.....	44
4.2.4	Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan .....	46
4.2.5	Menghitung Arus Hubung Singkat .....	47
4.2.5.1	Gangguan Arus Hubung Singkat 3 Fasa .....	47
4.2.5.2	Gangguan Arus Hubung Singkat 2 fasa .....	48
4.2.5.3	Gangguan Arus Hubung Singkat 1 fasa ketanah.....	49
4.3	Analisis <i>Over Current Relay</i> .....	52
4.3.1	Nilai <i>Setting Overcurrent Relay</i> di sisi 150 kV .....	52
4.3.1.1	Setting Arus .....	52
4.3.1.2	Setting TMS( <i>Time Multiplexer Setting</i> ) .....	53
4.2.1.3	Setting waktu kerja relay (t) .....	53
4.2.1.4	Tabel perhitungan.....	53
4.2.2	Nilai setting <i>Overcurrent relay</i> disisi Incoming 20 kV .....	54
4.2.2.1	Setting Arus .....	54
4.2.2.2	Setting TMS( <i>Time Multiplexer Setting</i> ) .....	54
4.2.2.3	Setting waktu kerja relay (t) .....	55
4.2.2.4	Table perhitungan.....	55

4.2.3	Nilai setting Overcurrent Relay di sisi penyulang 20 kV .....	56
4.2.3.1	Setting Arus .....	56
4.2.3.2	Setting TMS ( <i>Time Multiplexer Setting</i> ).....	56
4.2.3.3	Setting waktu kerja relay (t) .....	56
4.2.3.4	Tabel Hasil perhitungan.....	57
4.3	pemeriksaan waktu kerja relay .....	57
4.3.3	Pemeriksaan waktu kerja relay pada gangguan 3 fasa .....	57
4.3.4	pemeriksaan waktu kerja relay pada gangguan 2 fasa .....	60
4.3.5	pemeriksaan waktu kerja relay pada gangguan 1 fasa ketanah.....	61
4.4	Perbandingan Setting <i>Over Current Relay</i> terpasang dan terhitung .....	63
4.5	Uji Simulasi Gangguan Menggunakan Software ETAP.....	64
4.5.3	Simulasi dalam Keadaan Normal.....	64
4.5.4	Simulasi dalam keadaan gangguan pada sisi <i>incoming</i> .....	65
4.5.5	Simulasi dalam Keadaan Gangguan disisi Penyulang.....	67
4.5.5.1	Simulasi Gangguan pada Titik 0 km.....	67
4.5.5.2	Simulasi Gangguan pada Titik 2,7 km.....	68
4.5.5.3	Simulasi Gangguan pada Titik 5,5 km.....	69
4.5.5.4	Simulasi Gangguan pada Titik 8,3 km.....	70
4.5.5.5	Simulasi gangguan pada Titik 11,107 km.....	71
BAB V.....		73
KESIMPULAN DAN SARAN.....		73
5.1	KESIMPULAN.....	73
5.2	SARAN.....	74
DAFTAR PUSTAKA .....		75
LAMPIRAN.....		77

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gardu Induk Konvensional.....	8
Gambar 2.2 Gas Insulated Substation (GIS).....	9
Gambar 2.3 Trafo Daya.....	10
Gambar 2.4 Pemutus Tenaga Listrik.....	10
Gambar 2.5 Trafo Arus .....	11
Gambar 2.6 Pemisah .....	11
Gambar 2.7 Trafo Tegangan .....	12
Gambar 2.8 Lightning Arester .....	12
Gambar 2.9 Panel Kontrol Utama.....	13
Gambar 2.10 Panel Relay.....	14
Gambar 2.11 Cubicle 20 kV.....	14
Gambar 2.12 Busbar.....	15
Gambar 2.13 Grounding.....	16
Gambar 2.14 Battery .....	16
Gambar 2. 15 prinsip kerja OCR .....	24
Gambar 3.1 Lokasi Gardu Induk.....	25
Gambar 3.2 Diagram Alir (Flow Chart) Penelitian.....	26
Gambar 3.3 flow chart simulasi Etap 12.6.0.....	28
Gambar 3.4 Setting Impedansi Sumber .....	29
Gambar 3.5 Setting Busbar 150kV .....	29
Gambar 3.6 Setting Busbar 20kV .....	30
Gambar 3.7 Setting PMT .....	30
Gambar 3.8 Setting CT Incoming 150 kV .....	31
Gambar 3.9 Setting CT Incoming 20 kV .....	31
Gambar 3.10 Setting CT Penyulang.....	32
Gambar 3.11 Setting OCR .....	32
Gambar 3.12 Setting Kabel Penyulang .....	33
Gambar 3.13 Setting beban Penyulang .....	33
Gambar 4.1 single line diagram GI pangkalpinang .....	36

Gambar 4.2 single line diagram penyulang.....	37
Gambar 4.3 sistem penyaluran listrik.....	42
Gambar 4.4 simulasi gangguan penyulang .....	43
Gambar 4. 5 kurva gangguan hubung singkat.....	52
Gambar 4.6 Waktu kerja relay arus gangguan 3 fasa.....	59
Gambar 4.7 Waktu kerja relay arus gangguan 2 fasa.....	61
Gambar 4.8 Waktu kerja relay arus gangguan 1 fasa ketanah .....	63
Gambar 4.9 Simulasi Overcurrent Relay Keadaan Normal .....	65
Gambar 4.10 Simulasi Overcurrent Relay Incoming .....	66
Gambar 4.11 Simulasi Overcurrent Relay Penyulang pada titik 0 km .....	67
Gambar 4.12 Simulasi Overcurrent Relay penyulang pada titik 2,7 km .....	68
Gambar 4.13 Simulasi Overcurrent Relay penyulang pada titik 5,5 km .....	69
Gambar 4.14 Simulasi Overcurrent Relay Penyulang pada titik 8,3 km .....	70
Gambar 4.15 Simulasi Overcurrent Relay penyulang pada titik 11,107 km .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi Transformator .....	38
Tabel 4.2 Spesifikasi Trafo Arus .....	39
Tabel 4.3 Spesifikasi OCR.....	40
Tabel 4.4 Setting OCR .....	40
Tabel 4.5 Data Feeder Pasar Pagi .....	41
Tabel 4.6 Data Impedansi .....	41
Tabel 4.7 Impedansi Penyulang Urutan Positif/Negatif .....	45
Tabel 4.8 Impedansi Penyulang Urutan Nol .....	45
Tabel 4.9 Impedansi ekuivalen $Z_{1eq}$ dan $Z_{2eq}$ .....	46
Tabel 4.10 Impedansi ekuivalen $Z_{0eq}$ .....	47
Tabel 4.11 Arus Hubung Singkat 3 Fasa .....	48
Tabel 4.12 Arus Hubung Singkat 2 Fasa .....	48
Tabel 4.13 Arus Hubung Singkat 1 Fasa Kestanah .....	50
Tabel 4.14 Perbandingan Tiap Arus Hubung Singkat .....	50
Tabel 4.15 Perhitungan OCR Incoming.....	55
Tabel 4.16 Perhitungan OCR Penyulang .....	57
Tabel 4.17 Pemeriksaan waktu kerja relay gangguan 3 fasa .....	58
Tabel 4.18 Selisih waktu kerja relay gangguan 3 fasa .....	58
Tabel 4.19 Pemeriksaan waktu kerja relay gangguan 2 fasa .....	60
Tabel 4.20 Selisih waktu kerja relay gangguan 2 fasa .....	60
Tabel 4.2.1 Pemeriksaan waktu kerja relay gangguan 1 fasa kest tanah.....	61
Tabel 4.2.2 Selisih kerja waktu relay gangguan 1 fasa kest tanah.....	62
Tabel 4.2.3 Perbandingan Setting OCR .....	63