

**TUGAS AKHIR**

**STUDI ANALISA OVER CURRENT RELAI (OCR) PADA  
TRANSFORMATOR UNTUK MEMINIMALISIR KERUSAKAN  
DENGAN MEMBANDINGKAN PERHITUNGAN DENGAN SOFTWARE  
ETAP 12.6**



**Disusun Oleh:**

**FAHMI ILHAMI**

**20160120076**

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

**2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN  
TUGAS AKHIR**

**STUDI ANALISA OVER CURRENT RELAI (OCR) PADA  
TRANSFORMATOR UNTUK MEMINIMALISIR KERUSAKAN  
DENGAN MEMBANDINGKAN PERHITUNGAN DENGAN SOFTWARE  
ETAP 12.6**

Disusun oleh:

Fahmi Ilhami  
20160120076

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

**YOGYAKARTA**

**2019**

Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal  
22 Maret 2019

Mengetahui:

**Dosen Pembimbing 1**

**Dosen Pembimbing 2**

**Ramadhoni Syahputra, S. T., M. Eng.**

**Anna Nur Nazilah Chamim, S.T.,M.Eng.**

**NIK. 19741010201010123056**

**NIK. 197608062005012000**

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**Dr. Ramadhoni Syahputra, S.T., M.T.**

**NIK. 19741010201010123056**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**STUDI ANALISA OVER CURRENT RELAI (OCR) PADA  
TRANSFORMATOR UNTUK MEMINIMALISIR KERUSAKAN DENGAN  
MEMBANDINGKAN PERHITUNGAN DENGAN SOFTWARE ETAP 12.6**

Disusun oleh:

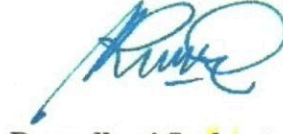
Fahmi Ilhami  
20160120076

Telah dipertahankan dan disahkan pada tanggal 2 April 2020

**Susunan Dewan Penguji**

**Dosen Pembimbing 1**

**Dosen Pembimbing 2**



**Ramadhoni Svahputra, S. T., M. Eng.**

**Anna Nur Nazilah Chamim, S.T.,M.Eng.**

**NIK. 19741010201010123056**

**NIK. 197608062005012000**

**Penguji**



**Kunnu Purwanto, S.T., M.Eng.**

**NIK. 19830919201710123103**

Skripsi Ini Telah Di Nyatakan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**Dr. Ramadhoni Svahputra, S.T., M.T.**

**NIK. 19741010201010123056**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang betanda tangan dibawah ini:

Nama : Fahmi Ilhami

NIM : 20160120076

Program studi : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri, tanpa adanya plagiarism dari hasil karya lain kecuali dasar teori dari buku dan jurnal yang saya ambil untuk membantu memperkuat argument penulis dalam menyusun tugas akhir ini dan sumbernya ada di daftar pustaka. Apabila pernyataan ini tidak benar maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 27 Maret 2020



Fahmi Ilhami

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Kedua orang tua (Bapak Taufik Dan Ibu Roinah) yang selalu mendoakan penulis dan membimbing penulis dalam hal kebaikan semoga Allah memberi kalian keberkahan dunia akhirat.

Kakaku tercinta (Ang Faiz Zam-Zami) dan adekku tercinta (Nok Yuni Lutfiani) dan semua keluarga besar H.mashadi dan H.zainal Abidin.

**MOTTO**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.*

*(Quran Surat Al-Baqarah Ayat 286)*

*Menuntut ilmu wajib bagi setiap Muslim*

*(HR.Bukori)*

*Barang siapa yang berjalan pada jalannya maka sampailah ia*

*(mahfudzot)*

## INTISARI

Sistem tenaga listrik mempunyai *substation* ataupun gardu induk untuk mendistribusikan listrik dari pembangkit menuju beban, pada umumnya di gunakan software ETAP 12.6 untuk mensimulasikan pendistribusiannya agar tidak terjadi gangguan secara *internal* maupun *eksternal* ketika di lapangan, tentunya dengan sesuai kebutuhan konsumen dalam pendistribusian perlu adanya pengamanan ataupun proteksi yang baik sesuai dengan filosfi proteksinya sensitif, Akurat, handal, dan ekonomis, salah satu proteksi yang penting adalah Overcurrent Relay untuk mendeteksi adanya gangguan hubung singkat baik di sisi *upstream* maupun *downstream* supaya tidak merusak semua komponen dalam suatu sistem bila diingat dengan harga komponennya yang sangat mahal khususnya pada proteksi transformator. Agar proteksi bekerja dengan baik maka perlu adanya tolak ukur dengan standar international seperti *IEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)* ataupun *IEC (International Electrotechnical Commission)*. Pada tugas akhir ini akan di bahas Studi Analisa *Over Current Relai (Ocr)* Pada Transformator Untuk Meminimalisir Kerusakan Dengan Membandingkan Perhitungan manual Dengan Software Etap 12.6 untuk mengetahui simulasi kerja *relay-relay* tersebut. Pada *Overcurrent Relay* digunakan sebagai relay proteksi arus lebih yang akan mentriapkan *PMT* ketika arus melebihi dari nilai batas settingnya.

Kata kunci : PMT, Overcurrent relay, ETAP 12.6

## **ABSTRAC**

Electric power systems have substations or substations to distribute electricity from the generator to the load, in general ETAP 12.6 software is used to simulate its distribution so that there is no internal or external interference when in the field, of course according to the needs of consumers in the distribution there needs to be safety or protection good in accordance with the philosophy of protection sensitive, accurate, reliable, and economical, one of the important protections is Overcurrent Relay to detect short circuit interference both on the upstream and downstream sides so as not to damage all components in a system when remembered with the very component prices. expensive especially in transformer protection. For protection to work properly, it is necessary to have benchmarks with international standards such as IEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) or IEC (International Electrotechnical Commission). In this final project will be discussed Analysis of Over Current Relays (Ocr) Analysis of the Transformer to Minimize Damage by Comparing Manual Calculations with Etap 12.6 Software to find out the working simulations of the relays. Overcurrent Relay is used as an overcurrent protection relay that will pinpoint the PMT when the current exceeds the setting limit value.

Keywords: PMT, Overcurrent relay, ETAP 12.6



## **KATA PENGANTAR**

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, berkat dan tuntunan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikannya penulisan tugas akhir dengan judul:

### **STUDI ANALISA OVER CURRENT RELAI (OCR) PADA TRANSFORMATOR UNTUK MEMINIMALISIR KERUSAKAN DENGAN MEMBANDINGKAN PERHITUNGAN DENGAN SOFTWARE ETAP 12.6**

Penulisan tugas akhir ini merupakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi S-1 Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Keberhasilan penyusunan penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan yang telah diberikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan anugerah dan rahmat-Nya sehingga penulisan tugas akhir ini berjalan dengan lancar dan diselesaikan pada tepat waktunya.
2. Bapak Jazaul Ikhsan, S.T., M.T., Ph. D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi S-1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan juga selaku Dosen Pembimbing I tugas akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Ibu Anna Nur Nazilah Chamim, S.T.,M.Eng. sebagai Dosen Pembimbing II tugas akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan tugas akhir ini dan juga Bapak Kunnu Purwanto,S.T.,M.Eng. yang telah menjadi dosen penguji serta memberi masukan di penulisan tugas akhir ini.
5. Seluruh staf dosen pengajar dan staf laboratorium teknik elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan S-1 di teknik elektro Universitas Muhammadiyah

Yogyakarta.

6. Mas divi islamuddin sebagai pembimbing lapangan Kerja Praktek yang telah memberikan izin saya untuk melakukan penelitian tugas akhir di PT. Pertamina RU VI Balongan Indramayu, Jawa Barat.
7. Kos suyatman squad sebagai teman dekat dan keluarga dalam bebrbagai hal yang memberi bantuan apapun sehingga memberi semangat dan kemudahan dalam mengerjakan tugas akhir ini.
8. Terimakasih kepada tante online ku yang telah mensupport dan menemaniku dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. Teman-teman seperjuanganku Teknik Elektro B 2016 yang selama ini belajar Bersama dari semester 1 sampai sekarang.
10. Seluruh mahasiswa Teknik Elektro UMY yang telah membantu selama perkuliahan.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO.....	vi
INTISARI.....	vii
ABSTRAC.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.3 Tujuan.....	2
1.5 Batasan masalah.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan pustaka.....	5
2.2 Landasan teori.....	9
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	9
2.2.2 Gardu Induk ( <i>substation</i> ).....	10
2.2.3 Komponen listrik utama pada substation.....	11
2.2.4 Pengaman (Proteksi).....	21
2.2.4 Peralatan Relai Proteksi Transformator 2.....	25
2.2.4 Software ETAP.....	36
BAB III.....	38
METODOLOGI.....	38
3.1 Alat Dan Bahan.....	38
3.2 Waktu Penelitian.....	38
3.3 Alur Dan Penelitian.....	38
3.4 Metode Penelitian.....	42
BAB IV.....	44
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Gardu Induk ( <i>Substation</i> ).....	44
4.2 Data yang di peroleh.....	44

4.2.1 Data Single Line Diagram PT. Pertamina VI Balongan indramayu, Jawa Barat .....	44
4.2.2 Data Transformator .....	45
4.2.3 Data Spesifikasi Transformator Arus.....	47
4.2.4 Data Overcurrent Relay Pada Jaringan Di PT. Pertamina VI Balongan Indramayu (Persero).....	48
4.2.5 Data Setting Overcurrent Relay Di PT. Pertamina Persero VI Balongan Indramayu, Jawa Barat.....	49
4.2.6 Data Konduktor Yang Di Gunakan Pada Jaringan PT. Pertamina RU VI Balongan Indramayu, Jawa Barat .....	50
4.3 Perhitungan Matematis Dan Analisis Over Current Relay .....	51
4.3.1 Perhitungan Impedansi Sumber .....	51
4.3.2 Perhitungan Impedansi Trafo.....	52
4.3.3 Perhitungan Impedansi Outgoing.....	53
4.3.4 Perhitungan Impedansi Total (Ekivalen Jaringan).....	55
4.3.5 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat .....	57
4.4 Penentuan Setting OCR pada PT. Pertamina VI Balongan indramayu, Jawa Barat .....	62
4.4.1 nilai setting ocr pada sisi ougoing 3,15 kv.....	62
4.4.2 niali setting ocr pada sisi incoming 20 kv.....	64
4.4.3 pemeriksaan waktu kinerja relay.....	66
4.5 Perbanding Setting Rele Terpasang dan Terhitung.....	71
4.6 simulasi menggunakan software ETAP 12.6 .....	71
4.7 Simulasi kerja overcureent relay menggunakan software ETAP 12.6.....	72
4.7.1 Simulasi Keadaan Normal.....	72
4.7.2 Simulasi Proteksi Overcurrent Relay Sisi Incoming.....	74
4.7.3 Simulasi Proteksi Overcurrent Relay Sisi Incoming dan Outgoing.....	75
BAB V .....	77
KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
5.1 Kesimpulan .....	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA .....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 sistem distribusi listrik .....	9
Gambar 2. 2 transformator 14B-PTR-01B di PT. Pertamina RU VI Balongan, Indramayu Jawa Barat.....	12
Gambar 2. 3 Sumber: Transformator 2 dengan NGR GI Gianyar .....	13
Gambar 2. 4 bagian Trafo Arus /CT (Current Transformator).....	14
Gambar 2. 5 Transformator 14B-PTR1-01B di PT Pertamina RU-VI Balongan Indramayu, Jawa Barat.....	15
Gambar 2. 6 Bentuk fisik Pemutus Tenaga.....	16
Gambar 2. 7 pemisah (PMS).....	17
Gambar 2. 8 Control Panel Device di PT.Pertamina RU-VI Balongan .....	17
Gambar 2. 9 lightning arrester.....	18
Gambar 2. 10 Transformator 14B-PTR1-01B di PT.Pertamina RU-VI Balongan Indramayu, Jawa Barat.....	19
Gambar 2. 11 Transformator PS .....	20
Gambar 2. 12 Bentuk Fisik Rel Busbar .....	21
Gambar 2. 13 Ilustrasi Filosofi Sensitifitas Pada Skema Rangkaian.....	22
Gambar 2. 14 Ilustrasi Filosofi Kecepatan Pada Skema Rangkaian.....	23
Gambar 2. 15 Ilustrasi Filosofi Selektifitas Pada Skema Rangkaian di PT.Petamina RU VI Balongan Indramayu, Jawa Barat.....	23
Gambar 2. 16 Ilustrasi Filosofi Keandalan .....	24
Gambar 2. 17 ilustrasi relay instanannoues.....	26
Gambar 2. 18 ilustrasi relay definite time.....	26
Gambar 2. 19 ilustrasi relay inverse time.....	27
Gambar 2. 20 Grafik Hubungan impedansi .....	31
Gambar 2. 21 Rangkaian ekivalen 1 fase.....	36
Gambar 3. 1 flowchart penelitian.....	39
Gambar 3. 2 Peta Lokasi PT. Pertamina RU VI Balongan, Indramayu, Jawa Barat .....	40
Gambar 4. 1 Single Line Diagram Pendistribusian Energi Listrik PT Pertamina RU VI Balongan Jawa Barat .....	45
Gambar 4. 2 Nameplate Transformator 14B-PTR1-01B di PT.Pertamina RU VI Balongan Jawa Barat.....	46
Gambar 4. 3 simulasi etap full load .....	73
Gambar 4. 4 Simulasi etap di sisi incoming.....	74
Gambar 4. 5 Simulasi etap di sisi incoming dan outgoing .....	75

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 resum data penelitian terdahulu .....	8
Tabel 4. 1 Sesifikasi transformator 14A-PTR1-01B.....	46
Tabel 4. 2 Data transformator Arus atau Current Transformator (CT).....	47
Tabel 4. 3 Data Proteksi Overcurrent Relay .....	48
Tabel 4. 4 Data Setting Overcurrent Relay Di PT. Pertamina Persero VI Balongan Indramayu, Jawa Barat.....	49
Tabel 4. 5 Data Konduktor.....	50
Tabel 4. 6 Data Konduktor Urutan Positif Dan Urutan Negatif .....	50
Tabel 4. 7 Data impedansi urutan nol .....	54
Tabel 4. 8 Data tabel impedansi total.....	56
Tabel 4. 9 Data Tabel Perhitungan Impedansi $Z_{0eq}$ .....	57
Tabel 4. 10 Data Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa .....	58
Tabel 4. 11 Data Perhitungan Arus Hubung Singkat 2 Fasa.....	59
Tabel 4. 12 Data Perhitungan Arus Hubung Singkat 1 Fasa.....	60
Tabel 4. 13 Data Perhitungan Arus Hubung Singkat keseluruhan.....	61
Tabel 4. 14 Data Perhitungan Nilai Setting hasil perhitungan.....	64
Tabel 4. 15 Data Perhitungan Kinerja Relay Pada 3 Fasa .....	66
Tabel 4. 16 Tabel Pemeriksaan Waktu Kerja Rele Gagguan 3 Fase .....	67
Tabel 4. 17 Tabel Perhitungan Kinerja Relay Pada 3 Fasa.....	68
Tabel 4. 18 Tabel Pemeriksaan Waktu Kerja Rele Gagguan 2 Fasa .....	68
Tabel 4. 19 Tabel Perhitungan Kinerja Relay Pada 1 Fasa.....	69
Tabel 4. 20 Tabel Pemeriksaan Waktu Kerja Rele Gagguan 1 Fasa .....	70
Tabel 4. 21 Perbandingan Relay Terpasang Dan Terhitung .....	71

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2. 1 standart invers .....	27
Rumus 2. 2 Settingan Sekunder .....	28
Rumus 2. 3 .....	30
Rumus 2. 4 .....	30
Rumus 2. 5 .....	30
Rumus 2. 6 .....	30
Rumus 2. 7 .....	30
Rumus 2. 8 impedansi transformator .....	32
Rumus 2. 9 impedansi sumber .....	32
Rumus 2. 10 Setting Time Multiple Setting.....	33
Rumus 2. 11 Perhitungan Arus Nominal .....	34
Rumus 2. 12 Perhitungan arus hubung singkat.....	34
Rumus 2. 13 prrhitungan hubung singkat .....	35
Rumus 2. 14 .....	35
Rumus 2. 15 mencari $V_{pz}$ .....	36
Rumus 2. 16 mencari $I_{z1}$ .....	36