

**KOORDINASI RELAY OCR, GFR DAN *RECLOSER* PASCA UPRATING
TRANSFORMATOR TENAGA PADA PENYULANG MJO 01 GARDU
INDUK MOJOSONGO**

SKRIPSI

*diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik pada Prodi S-1 Teknik Elektro*



oleh

Ilyas Habil Agnia

E.5051.1600308

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG**

2022

Ilyas Habil Agnia, 2022

**KOORDINASI RELAY OCR, GFR, DAN *RECLOSER* PASCA UPRATING TRANSFORMATOR TENAGA
PADA PENYULANG MJO 01 GARDU INDUK MOJOSONGO**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**KOORDINASI RELAY OCR, GFR DAN *RECLOSER* PASCA UPRATING
TRANSFORMATOR TENAGA PADA PENYULANG MJO 01 GARDU
INDUK MOJOSONGO**

oleh

ILYAS HABIL AGNIA

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S1-Teknik Elektro

© Ilyas Habil Agnia
Universitas Pendidikan Indonesia
2022

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

ILYAS HABIL AGNIA

**KOORDINASI RELAY OCR, GFR DAN *RECLOSER* PASCA UPRATING
TRANSFORMATOR TENAGA PADA PENYULANG MJO 01 GARDU
INDUK MOJOSONGO**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Prof. Dr. H. Bachtiar Hasan, ST, MSIE.
NIP. 19551204 198103 1 002

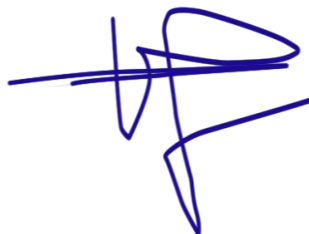
Pembimbing II



Dr. Maman Somantri, M.T.
NIP. 19720119 200122 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. Yadi Mulyadi, M.T.
NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan keaslian skripsi dengan judul “**KOORDINASI RELAY OCR, GFR DAN RECLOSER PASCA UPRATING TRANSFORMATOR TENAGA PADA PENYULANG MJO 01 GARDU INDUK MOJOSONGO**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Januari 2022

Yang membuat pernyataan,



Ilyas Habil Agnia

NIM. 1600308

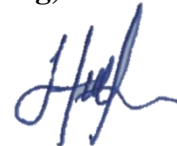
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan kaunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**KOORDINASI RELAY OCR, GFR DAN *RECLOSER* PASCA UPRATING TRANSFORMATOR TENAGA PADA PENYULANG MJO 01 GARDU INDUK MOJOSONGO**”.

Skripsi ini disusun sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi S-1 Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia. Skripsi ini membahas mengenai koordinasi relay OCR, GFR dan *recloser* pada penyulang MJO 01 Gardu Induk Mojosoongo.

Penulis ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu dan mendukung penulis hingga skripsi ini dapat diselesaikan. Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Besar harapan bagi penulis untuk pembaca agar memberikan kritik dan saran demi perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan umumnya bagi pembaca.

Bandung, Januari 2022



Ilyas Habil Agnia

NIM. 1600308

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Penulis sadari tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak baik itu secara morel ataupun materiel, penelitian ini tidak akan dapat terlaksana dengan baik. Dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan kakak tercinta yang selalu memberikan dukungan, do'a, restu, dan motivasi tanpa henti kepada penulis untuk meraih cita-cita penulis.
2. Bapak Prof. Dr. H. Bachtiar Hasan, ST, MSIE selaku dosen pembimbing I yang selalu memberi bimbingan, arahan, dan nasihat kepada penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Dr. Maman Somantri, M.T. selaku dosen pembimbing II sekaligus pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan pendidikan hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Iwan Kustiawan, Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1-Teknik Elektro.
5. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI
6. Seluruh dosen dan staff Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI yang telah memberikan wawasan, dukungan, arahan, dan bantuan kepada penulis selama menempuh studi di lingkup DPTE FPTK UPI.
7. Teman-teman kelas Teknik Elektro 2016 yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah menjadi keluarga pertama di kampus bagi penulis yang selalu menemani dan membuat warna dalam perkuliahan dari awal masuk hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat untuk berbagai pihak.

Bandung, Januari 2022



Ilyas Habil Agnia
NIM. 1600308

ABSTRAK

Energi listrik merupakan sumber daya yang tidak tergantikan. Semua kegiatan manusia tidak terlepas dari energi listrik. PT PLN diharuskan untuk memberikan pelayanan yang baik dengan menjamin kontinuitas penyaluran tenaga listrik kepada konsumen sehingga sistem keandalan tenaga listrik bisa terjaga. Salah satu parameter keandalan pasokan listrik dari PLN yaitu dapat dilihat seberapa seringnya pemadaman yang terjadi. Pemadaman listrik dapat disebabkan karena adanya gangguan pada sistem tenaga listrik, seperti gangguan hubung singkat. Untuk meminimalisir gangguan, dibutuhkan suatu sistem proteksi pada sistem tenaga listrik yang terkoordinasi dari mulai sisi pembangkit, transmisi, hingga distribusi. Pada tulisan ini, dilakukan penelitian mengenai koordinasi sistem proteksi pada penyulang MJO 01 di Gardu Induk Mojosongo dengan menggunakan perhitungan manual dan simulasi pada aplikasi ETAP 16.0.0. dengan tujuan untuk mengetahui besarnya nilai arus gangguan yang terjadi, sehingga dapat diketahui besarnya nilai *setting* arus serta nilai *setting* waktu untuk peralatan proteksinya, yakni untuk relay OCR, GFR dan *recloser*. Nilai *setting* koordinasi sistem proteksi yang dihitung pada tulisan ini diambil pada titik *incoming*, titik *outgoing* dan titik *recloser*. Koordinasi sistem proteksi yang baik ialah yang memiliki waktu kerja antar sistem proteksi yang berurutan mulai dari *recloser*, relay *outgoing*, dan relay *incoming*. Sehingga kerja antar sistem proteksi tidak saling mendahului. Dari hasil penelitian, menunjukkan kerja yang baik dan tidak saling mendahului di mana *recloser* bekerja terlebih dahulu lalu disusul oleh relay *outgoing* dan relay *incoming*. Sehingga, dapat diambil kesimpulan bahwa koordinasi relay OCR, GFR dan *recloser* pada penyulang MJO 01 di Gardu Induk Mojosongo sudah terkoordinasi dengan baik.

Kata kunci: GI Mojosongo, gangguan hubung singkat, koordinasi sistem proteksi, *Over Current Relay* (OCR), *Ground Fault relay* (GFR), *recloser*, ETAP 16.0.0.

ABSTRACT

Electrical energy is a very important resource. All human activities can not be separated from electrical energy. PT PLN is required to provide good service by ensuring the continuity of electricity distribution to consumers so that the electrical power reliability system can be maintained. The reliability parameter of the electricity can be seen by the frequent of interrupts/blackouts occurred. Blackouts can be caused by the short circuit in the power system. To minimize the short circuit, it needs a protection system which is well-coordinated from the power plants to the distribution lines. The study of protection system coordination on feeder MJO 01 from Gardu Induk Mojosongo is written in this paper using manual calculations and simulations on the ETAP 16.0.0 application. The aims of this study is to know the magnitude of short circuit that occurred on the lines, that it can be used to calculate the current and time setting of the OCRs, GFRs and reclosers. The coordination setting of relays in this paper is located on the incoming feeder, outgoing feeder, and recloser. The best coordination of the protection system is the coordination which each relay can be worked in sequence, without overlap occurred from the feeder to the incoming feeder. The result of this study is the time setting (tripping time) of the relays from the recloser to the incoming feeder is increasing and the overlapping is not occurred.

Keyword: *Gardu Induk Mojosongo, short circuit fault, Over Current Relay (OCR), Ground Fault relay (GFR), recloser, protective coordination, ETAP 16.0.0*

DAFTAR ISI

Halaman Hak Cipta	2
Pengesahan	3
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	4
KATA PENGANTAR	5
UCAPAN TERIMA KASIH	6
ABSTRAK	8
ABSTRACT	9
DAFTAR ISI	10
DAFTAR TABEL	10
DAFTAR GAMBAR	14
BAB I	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	Error! Bookmark not defined.
BAB II	Error! Bookmark not defined.
2.1 Gardu Induk	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Peralatan Pada Gardu Induk	Error! Bookmark not defined.
2.2 Transformator	Error! Bookmark not defined.
2.3 Gangguan Hubung Singkat Pada Sistem Distribusi	Error! Bookmark not defined.
defined.	
2.4 Perhitungan Arus Hubung Singkat	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Menghitung Nilai Impedansi	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Menghitung Hubung Singkat Menggunakan Standard IEC 60909	Error! Bookmark not defined.
Error! Bookmark not defined.	
2.5 Sistem Proteksi	Error! Bookmark not defined.
2.6.1 Pengertian Sistem Proteksi	Error! Bookmark not defined.

2.6.2	Fungsi Sistem Proteksi	Error! Bookmark not defined.
2.6.3	Koordinasi Sistem Proteksi	Error! Bookmark not defined.
2.6.4	Persyaratan Kerja Sistem Proteksi	Error! Bookmark not defined.
2.6	Relay Pengamanan	Error! Bookmark not defined.
2.6.1	Relai Arus Lebih (Open Current Relay)	Error! Bookmark not defined.
2.6.2	Relay Gangguan Tanah (Ground Fault Relay)	Error! Bookmark not defined.
2.6.3	Penutup Balik Otomatis (Recloser)	Error! Bookmark not defined.
BAB III	Error! Bookmark not defined.
3.1	Desain Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2	Tempat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3	Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
3.4	Data Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Data Penyulang MJO 01	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Data Gardu Induk Mojosongo	Error! Bookmark not defined.
3.5	Langkah Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.6	Flowchart penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	Error! Bookmark not defined.
4.1	Pemodelan Jaringan Menggunakan ETAP 16.0.0	Error! Bookmark not defined.
4.2	Melakukan Simulasi Aliran Daya (Load Flow)	Error! Bookmark not defined.
4.3	Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat	Error! Bookmark not defined.
4.4.1	Perhitungan Impedansi Sumber	Error! Bookmark not defined.
4.4.2	Perhitungan Reaktansi Transformator	Error! Bookmark not defined.
4.4.3	Perhitungan Impedansi Penyulang	Error! Bookmark not defined.
4.4.4	Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan	Error! Bookmark not defined.
4.4.5	Perhitungan Hubung Singkat Menggunakan Standard IEC 60909	Error! Bookmark not defined.

4.4.6 Simulasi Arus Hubung Singkat Menggunakan Aplikasi Etap 16.0.0	
Error! Bookmark not defined.	
4.4 Resetting OCR, GFR dan Recloser	Error! Bookmark not defined.
4.5 Melakukan Simulasi Koordinasi Proteksi	Error! Bookmark not defined.
BAB V	Error! Bookmark not defined.
5.1 Simpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Implikasi	Error! Bookmark not defined.
5.3 Rekomendasi	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	15
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kapasitas Penyulang MJO 01	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2 Data Teknis Penyulang MJO 01	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.1 Impedansi Penyulang Urutan Positif dan Urutan Negatif.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.2 impedansi Penyulang urutan nol	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.3 Impedansi Ekuivalen Jaringan Urutan Positif dan Negatif.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.4 Impedansi Ekuivalen Jaringan Urutan Nol	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.5 Perhitungan Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.6 Perhitungan Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Fasa	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Tanah	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8 Perhitungan Gangguan hubung Singkat Fasa-Fasa-Tanah	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9 Perbandingan Arus Gangguan Hubung Singkat Menggunakan Perhitungan Manual dan Simulasi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.10 Perbandingan kondisi eksisting dengan resetting relay OCR dan GFR pada sisi incoming.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.11 Perbandingan kondisi eksisting dengan resetting relay OCR dan GFR pada sisi outgoing.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.12 Perbandingan kondisi eksisting dengan resetting relay OCR dan GFR pada recloser.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

- [Gambar 2.1 Sketsa Penyulang Tegangan Menengah](#) **Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.2 Konversi Xs dari 150 KV ke 20 KV](#) ..**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.3 Gangguan Arus Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah](#) .**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.4 Gangguan Arus Hubung Singkat 2 fasa](#) **Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.5 Gangguan Arus Hubung Singkat 2 Fasa Ke Tanah](#).**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.6 Gangguan Arus Hubung Singkat 3 Fasa](#) **Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.7 Karakteristik OCR Waktu Seketika](#) ...**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.8 Karakteristik OCR Waktu Tertentu](#)....**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.9 Karakteristik OCR Waktu Terbalik](#)....**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.10 Prinsip Kerja Relay OCR](#)**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.11 Prinsip Kerja Relay OCR](#)**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.12 Urutan Operasi Recloser Gangguan Permanen](#)**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 2.13 Urutan Operasi Recloser Gangguan Sementara](#)**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 3.1 Flowchart Penelitian](#).....**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 4.1 Pemodelan Jaringan Penyulang MJO 01](#)..... **Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 4.2 Simulasi Aliran Daya](#)**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 4.3 Simulasi Arus Hubung Singkat](#)**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 4.4 Hasil Rekap Arus Hubung Singkat dari Simulasi Etap 16.0.0](#)... **Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 4.5 Simulasi koordinasi proteksi](#)**Error! Bookmark not defined.**
- [Gambar 4.6 Kurva Karakteristik TCC Kondisi Existing OCR](#) ...**Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.7 Kurva Karakteristik TCC Kondisi Resetting OCR](#) .**Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.8 Kurva Karakteristik TCC Kondisi Resetting GFR](#)..**Error! Bookmark not defined.**

[Gambar 4.9 Kurva Karakteristik TCC Kondisi Resetting GFR](#)..**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A. (2005). *Sistem Tenaga Listrik Operasi Sistem dan Pengendalian*. Malang.
- Asmileri; Hamdi, Zaedel; Ganefri;. (2008). *Teknik Transmisi Tenaga Listrik*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Firdausi, M. (2016). *Analisis Koordinasi Rele Arus Lebih dan Penutup Balik ecloser) pada Penyulang Junrejo 20 kV Gardu Induk Sekaling Akibat Gangguan Arus Hubung Singkat*. Malang.
- Gunawan, S., & Sentosa, J. (2013). Analisa Perancangan Gardu Induk Sistem Outdoor 150 KV di Talassa. *Teknik Elektro, I(1)*,, 37-42.
- IEC 60255, "Overcurrent Protection for Phase and Earth Faults".
- IEC 60909, "Short Circuit Calculation".

Jadmiko, B., Nugroho, A., & Hermawan. (2018). ANALISIS KOORDINASI
RESETTING RELAY OCR, GFR DAN RECLOSER. *TRANSIENT, VOL.*
7, NO. 2, JUNI 2018, 476-582.

PLN, P. (2014). *Buku Pedoman pemeliharaan Pemisah*. Jakarta.

PLN, P. (2014). *Buku Pedoman Pemeliharaan Transformator Tenaga*. Jakarta.

SPLN 52-3 : 1983, "Pola Pengamanan Sistem, Bagian Tiga : Sistem Distribusi 6
kV dan 20 kV". Indonesia. 1983

Stevenson, Jr., W. (1996). *Analisis Sistem Tenaga Listrik* (4 ed.). (K. Idris, Ed.)
Jakarta: Erlangga.

Zulkarnaini, & Hakim, U. (2014). Evaluasi Koordinasi Over Current Relay (OCR)
dan Ground Fault Relay (GFR) pada Feeder GH Lubuk Buaya. *Teknik*
Elektro., vol. 16, no. 1.