

**EVALUASI DAN KOORDINASI *SETTING* RELAI OCR DAN GFR PADA
GARDU INDUK *NEW* JAKABARING**



SKRIPSI

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

MUHAMMAD RIZKI

03041381720038

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

LEMBAR PENGESAHAN
EVALUASI DAN KOORDINASI *SETTING* RELAI OCR DAN GFR PADA
GARDU INDUK *NEW* JAKABARING



SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH:

MUHAMMAD RIZKI
03041381720038

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197108141999031005


Dr. Hertina Wahab, S.T., M.T.
NIP.198007072006042004

Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana stars satu (S1)



Tanda Tangan :
Pembimbing Utama : Ir. Herlan Wahab, S.T., M.T
Tanggal : 17 / 07 / 2019

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Rizki
NIM : 03041381720038
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul "Evaluasi dan Koordinasi *Setting* Relai OCR dan GFR pada Gardu Induk *New*" merupakan karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari karya ilmiah ini merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, Juli 2019



Muhammad Rizki

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT serta salam dan shalawat agar tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT, penulis dapat membuat skripsi ini yang berjudul, **“EVALUASI DAN KOORDINASI *SETTING* RELAI OCR DAN GFR PADA GARDU INDUK *NEW* JAKABARING”**.

Pembuatan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ibu Herlina, S.T, M.T. selaku Pembimbing Utama tugas akhir yang selalu memberi bimbingan, arahan dan nasihatnya.
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan sepenuhnya baik materi maupun nasehat serta motivasi selama pembuatan tugas akhir ini.
3. Bapak Ilham Ramadhoni selaku pembimbing dalam pengambilan data sekaligus Asisten Engineering bagian Pembangkit dan Transmisi PT. PLN (Persero) UP3 WS2JB Palembang.
4. Staf dan karyawan PT. PLN (Persero) UP3 WS2JB Palembang.
5. Bapak M. Abu Bakar Siddik, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
6. Ibu Dr. Ibu Herlina, S.T, M.T. selaku Sekretaris Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Dosen Pembimbing Akademik.
7. Bapak Dr. Ir. H. Syamsuri, M.M, Ir. Rudyanto Thayib, M.Sc dan Ir. Antonius Hamdadi, M.S. selaku dosen penguji.
8. Rismandianto dan Ricky Widiyanto yang sangat banyak membantu selama proses belajar mengajar.
9. Si Oren yang menemani ketika pembuatan skripsi ini sampai larut malam.

10. Rahmat, Annisa, Amel, Ojan, Peper, Al, Shofi, Adel, yang sudah membantu selama proses mengerjakan skripsi ini.
11. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga uraian ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Palembang, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSAKA	4
2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik	4
2.2 Sistem Proteksi Tenaga Listrik	5
2.2.1 Persyaratan Sistem Proteksi	5
2.3 Gangguan Hubung Singkat	6
2.3.1 Analisa Arus Gangguan Hubung Singkat	7

2.4.	Gangguan Hubung Singkat Pada Sistem Distribusi.....	10
2.4.1.	Komponen Simetris.....	11
2.4.2.	Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa.....	15
2.4.3.	Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa	16
2.4.4.	Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah	17
2.5.	<i>Over Current Relay (OCR)</i>	19
2.5.1.	Jenis Relai Berdasarkan Waktu.....	19
2.5.2.	<i>Setting Over Current Relay</i>	21
2.6.	Ground Fault Relay (GFR)	22
2.6.1.	Pengertian <i>Ground Fault Relay (GFR)</i>	22
2.6.2.	<i>Setting Ground Fault Relay (GFR)</i>	22
BAB III	25
METODELOGI PENELITIAN	25
3.1.	Metodelogi Penelitian	25
3.1.1.	Metode Observasi.....	25
3.1.2.	Metode Literature	26
3.1.3.	Metode Wawancara (Konsultasi)	26
3.2.	Metode Perhitungan	26
3.2.1.	Peralatan Perhitungan.....	26
3.2.2.	Parameter Perhitungan	27
3.2.3.	Data-Data Perhitungan	27
3.2.4.	Prosedur Perhitungan	28
BAB IV	31
PEMBAHASAN	31
4.1.	Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	31
4.1.1.	Perhitungan Impedansi Sumber	32

4.1.2. Perhitungan Impedansi Transformator.....	33
4.1.3. Perhitungan Impedansi Penyulang.....	34
4.1.4. Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	33
4.1.5. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....	37
4.2. Perhitungan Setting Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah.....	42
4.2.1. Perhitungan <i>Setting</i> Relai Arus Lebih Penyulang 20 kV.....	43
4.2.2. Perhitungan <i>Setting</i> Relai Gangguan Tanah Penyulang.....	45
4.3. Waktu Pemeriksa Kerja Relai	44
4.4. Perbandingan Hasil Perhitungan dengan Data di Lapangan	46
4.5. Analisa	47
BAB V	49
KESIMPULAN	49

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Setelan Relai Arus Lebih	22
Tabel 3.1 Data MVA Hubung Singkat Tiga Fasa dan Satu Fasa.....	25
Tabel 3.2 Data Penyulang Pada Gardu Induk <i>New</i> Jakabaring.....	26
Tabel 4.1 Impedansi Penyulang Urutan Positif dan Negatif.....	33
Tabel 4.2 Impedansi Penyulang Urutan Positif dan Negatif.....	33
Tabel 4.3 Impedansi Penyulang Urutan Nol	33
Tabel 4.4 Impedansi Ekuivalen Penyulang Urutan Positif dan Negatif.....	34
Tabel 4.5 Arus Gangguan 3 Fasa Dalam pu	34
Tabel 4.6 Arus Gangguan 3 Fasa dalam Ampere	33
Tabel 4.7 Arus Gangguan Dua Fasa Dalam pu.....	37
Tabel 4.8 Arus Gangguan Dua Fasa dalam Ampere.....	37
Tabel 4.9 Arus Gangguan Satu Fasa Dalam pu	38
Tabel 4.10 Arus Gangguan Satu Fasa dalam Ampere	38
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan <i>Time Multiplier Setting</i> (TMS).....	40
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan <i>Time Multiplier Setting</i> (TMS).....	43
Tabel 4.13 Perbandingan Waktu Kerja Antara Relai OCR di Sisi Penyulang dan Outgoing Trafo.....	43
Tabel 4.14 Perbandingan Waktu Kerja Antara Relai GFR di Sisi Penyulang dan Outgoing Trafo.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Single Line Diagram	7
Gambar 2.2 Tiga Komponen Simetris	11
Gambar 2.3 Diagram Phasor dari Operator a	12
Gambar 2.4 Rangkaian Gangguan Tiga Fasa	15
Gambar 2.5 Rangkaian Gangguan Dua Fasa	16
Gambar 2.6 Rangkaian Gangguan Satu Fasa	18
Gambar 2.7 Karakteristik Arus Lebih	21
Gambar 3.1 Diagram Flowchart	28
Gambar 4.1 Proses Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat	29
Gambar 4.2 Data-Data pada Gardu Induk <i>New Jakabaring</i>	30
Gambar 4.3 Rangkaian Ekuivalen Urutan Positif	34
Gambar 4.4 Rangkaian Ekuivalen Urutan Nol	35
Gambar 4.5 Grafik Koordinasi Relai OCR pada Sisi Penyulang Padjajaran, Outgoing Transformator, Incoming Transformator	46
Gambar 4.6 Grafik Koordinasi Relai OCR pada Sisi Penyulang Kutai, Outgoing Transformator, Incoming Transformator	46
Gambar 4.7 Grafik Koordinasi Relai OCR pada Sisi Penyulang Mataram, Outgoing Transformator, Incoming Transformator	47
Gambar 4.8 Grafik Koordinasi Relai OCR pada Sisi Penyulang Sriwijaya, Outgoing Transformator, Incoming Transformator	47
Gambar 4.9 Grafik Koordinasi Relai GFR pada Sisi Penyulang Padjajaran, Outgoing Transformator, Incoming Transformator	48
Gambar 4.10 Grafik Koordinasi Relai GFR pada Sisi Penyulang Kutai, Outgoing Transformator, Incoming Transformator	48


Abstrak

Pada jaringan listrik di Indonesia, biasanya menggunakan jenis konduktor terbuka di udara bebas yang banyak mengandung resiko terjadinya gangguan hubung singkat. Besarnya arus gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi didalam suatu sistem kelistrikan dapat merusak dan mengganggu sistem penyaluran listrik. Untuk itu sistem tenaga listrik memerlukan adanya koordinasi sistem proteksi untuk memisahkan peralatan yang terjadi gangguan. Dari hasil perhitungan yang didapat pada Gardu Induk New Jakabaring dari empat buah penyulang yaitu penyulang Padjajaran, Kutai, Mataram, dan Sriwijaya untuk *setting* rele arus lebih (OCR) pada transformator sisi primer 150 kV memiliki TMS sebesar 0,307 SI, transformator sisi sekunder 20 kV memiliki TMS sebesar 0,18 SI, penyulang Padjajaran memiliki TMS 0,07 SI, pada penyulang Kutai memiliki TMS 0,11 SI, pada penyulang Mataram memiliki TMS 0,06 SI, dan pada penyulang Sriwijaya memiliki TMS 0,14 SI. Untuk *setting* rele gangguan tanah (GFR) pada transformator sisi primer 150 kV memiliki TMS sebesar 0,404 SI, transformator sisi sekunder 20 kV memiliki TMS sebesar 0,235 SI, penyulang Padjajaran, Kutai, Mataram, Sriwijaya memiliki TMS 0,10098.

Kata Kunci : sistem proteksi, rele arus lebih, rele gangguan tanah


Palembang, Juli 2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. :197108141999031005

Menyetujui,
Pembimbing Utama




Dr. Herlina, S.T., M.T.
NIP. 198007072006042004

Abstact

In the electricity system interconnection in Indonesia, usually use an open type of conductor in the open space which contains a lot of risk of short circuit interference. The magnitude of the short circuit noise that may occur in an electrical system can damage and disrupt the electricity distribution system equipment. For this reason, an electric power system requires the coordination of a protection system to separate equipment that has been disrupted. From the calculation results obtained at the New Jakabaring Substation of four feeders namely Padjajaran, Kutai, Mataram, Sriwijaya feeders for Overcurrent Relay (OCR) settings on a 150 kV primary side transformer having a TMS of 0,307 SI, a 20 kV secondary side transformer has TMS 0,18 SI, the recipient of Padjajaran has a TMS is 0,07 SI, in the Kutai feeder has TMS 0,11 SI, the Mataram feeder has a TMS of 0,06 SI, and the Sriwijaya feeder has TMS of 0,14 SI. For setting Ground Fault Relay (GFR) on a 150 kV primary side transformer having a TMS of 0,404 SI, a 20 kV secondary side transformer has a TMS of 0,235 SI, Padjajaran feeder, Kutai, Mataram, and Sriwijaya having a TMS of 0,10098

Keyword : protection system, overcurrent relay, ground fault

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP :197108141999031005

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Dr. Herlina, S.T., M.T.
NIP. 198007072006042004

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem penyaluran tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik ke konsumen, merupakan hal penting untuk dipelajari. Dalam penyaluran tenaga listrik terdapat beberapa tahap, yaitu dari pembangkit penghasil energi listrik, tenaga listrik disalurkan ke jaringan transmisi langsung ke gardu induk tenaga kemudian dari gardu induk tenaga listrik disalurkan ke jaringan distribusi dan dialirkan ke konsumen.

Salah satu bagian terpenting dari sistem tenaga listrik adalah sistem distribusi yang tugasnya menyalurkan listrik ke konsumen. Sistem distribusi terdiri dari jaringan tegangan menengah (JTM) dan jaringan tegangan rendah (JTR). Pada sistem distribusi ini tingkat keandalan pasokan listrik kepada konsumen harus diperhatikan.

Jaringan tegangan menengah bisa ditarik sepanjang puluhan sampai ratusan kilometer. Untuk keadaan di Indonesia, jaringan dengan konduktor yang terbuka di udara bebas banyak mengandung resiko terjadinya gangguan hubung singkat [1].

Didalam sistem tenaga listrik, studi arus hubung singkat merupakan hal yang penting. Terutama untuk perencanaan, perancangan serta perluasan sistem tenaga listrik. Besarnya arus gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi didalam suatu sistem kelistrikan perlu diketahui sebelum terjadi gangguan yang sesungguhnya. misalnya menentukan spesifikasi PMT.

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Irfan Affandi dari Universitas Indonesia tahun 2009 dan Nandha Pamadya Putra dari Universitas Brawijaya yang permasalahan analisa *setting* relai, dijelaskan bahwa jaringan pada sistem distribusi tegangan menengah merupakan bagian dari sistem distribusi yang berhubungan langsung ke konsumen. Suatu gangguan distribusi hampir selalu berupa hubung singkat yang mungkin terjadi didalam jaringan distribusi baik

gangguan hubung singkat tiga fasa, antar fasa, maupun hubung singkat antar fasa dengan tanah.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tersebut, maka pada penulisan tugas akhir ini berjudul **Evaluasi dan Koordinasi *Setting* Relai OCR dan GFR Pada Penyulang Gardu Induk *New* Jakabaring.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka permasalahan yang dapat dirumuskan dalam tugas akhir ini yaitu berapa besar arus gangguan pada penyulang Padjajaran, Kutai, Mataram, Sriwijaya, kemudian bagaimana cara penyetelan relai OCR dan GFR pada setiap penyulang untuk mengamankan jaringan distribusi tegangan menengah di Gardu Induk *New* Jakabaring.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah menghitung arus gangguan hubung singkat pada penyulang jaringan distribusi 20 kV, kemudia menentukan penyetelan relai arus lebih dan gangguan tanah, dan membandingkan hasil perhitungan *setting* relai arus lebih dengan realisasi di lapangan.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian tugas akhir ini dibatasi hanya akan membahas perhitungan arus gangguan dan penyetelan relai OCR dan GFR diseluruh penyulang pada Gardu Induk *New* Jakabaring.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini antara lain adalah : Studi literatur, pengamatan konfigurasi pada wilayah yang dilayani pada setiap penyulang, survei data historisis pada penyulang, perhitungan dan

analisa data, membandingkan *setting* relai arus lebih hasil perhitungan dengan realisasi di lapangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan proposal tugas akhir ini terdiri dari :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan untuk memberikan gambaran umum mengenai penulisan skripsi ini.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini dibahas mengenai dasar-dasar teori yang mendukung terhadap sistem proteksi pada tegangan menengah 20 kV

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang tempat, waktu, peralatan yang digunakan, rangkaian percobaan, prosedur pengujian, teknik pengambilan data dan pengolahan data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir dan menjelaskan secara umum tentang proses penelitian yang akan dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Affandi, Irfan, “Analisa Setting Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah Pada Penyulang Sadewa Di GI Cawang”, Universitas Indonesia, 2009.
- [2] Pamadya Putra, Nadha, “Analisa Koordinasi Rele Arus Lebih pada Incoming dan Penyulang 20 kV Gardu Induk Sengkaling Menggunakan Pola Non Kaskade”, Universitas Brawijaya
- [3] Hamdadi, Antonius, “Analisa Sistem Tenaga”, Universitas Sriwijaya, 2005
- [4] Stevenson, Jr W.D., “Analisa Sistem Tenaga Listrik, Edisi (4), Erlangga, Jakarta, 1983
- [5] Saadat, Hadi, “Power System Analysis. New York: McGraw-Hill Book Company, 1999
- [6] Masykur, SJ, “Analisa Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Thevenin”, Jurnal Sistem Teknik Industri Vol. 6, No 3, 2005
- [7] Janah, Rufi’ul, “Analisa Perhitungan Dan Pengaturan Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan Tanah Pada Trafo III 60 MVA 150/20 kV Di Gardu Induk 150 kV Palur”, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018
- [8] Mambela Riki, ”Studi Gangguan Hubung Singkat Pada Transformator Distribusi 20 kVA Di PT.PLN (Persero) Area Kota Pontianak”, Universitas Tanjungpura, 2010
- [9] T, S. Hutahuruk, “Transmisi Daya Listrik”, Erlangga, 1985.
- [10] Setiajie Prayoga, “Evaluasi *Setting Relay* Arus Lebih dan *Setting Relay* Gangguan Tanah Pada Gardu Induk Sronдол”, Universitas Diponegoro, 2015
- [11] Hendriyadi, “Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Distribusi di Kota Pontianak”, Universitas Tanjungpura, 2010
- [12] Oktaviani Erfandi, Fajrina, “Evaluasi Koordinasi Rele Pengaman Pada Penyulang 20 kV Transformator III Gardu Induk Bukit Siguntang Palembang”, Universitas Sriwijaya, 2016