

**STUDI KOORDINASI PROTEKSI *POLE MOUNTED CIRCUIT
BREAKER* PADA PENYULANG RORO DI GARDU INDUK
TANJUNG API-API BERBASIS SCADA**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan
Diploma III Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi
Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

FAJAR INDRA WINATA

061630311436

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2019

**STUDI KOORDINASI PROTEKSI POLE MOUNTED CIRCUIT
BREAKER PADA PENYULANG RORO DI GARDU INDUK
TANJUNG API-API BERBASIS SCADA**



Oleh :

FAJAR INDRA WINATA

061630311436

Palembang, Juli 2019

Menyetujui,

Pembimbing I

Rumiasih, S.T., M.T.

NIP. 196711251992032002

Pembimbing II

Ir. H. Ilyas, M.T.

NIP. 195803251996011001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

Yudi Wijanarko, S.T., M.T.

NIP. 196705111992031003

**Ketua Program Studi
Teknik Listrik**

Mohammad Noer, S.S.T., M.T.

NIP. 196505121995021001

Motto:



- ***“Allah Tidak Membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya.” (QS. Al-Baqarah Ayat 286)***
- ***“Karena Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan. Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Ada Kemudahan.”***
(QS. Al-Insyirah ayat 5-6)
- ***“Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak.” (Aldus Huxley)***

Kupersembahkan Kepada :

- ***Kedua Orang Tua Yang Kusayangi.***
- ***Saudara-saudariku Tercinta, Maryani, M.Defriansyah, Yudi Setiadi.***
- ***Pacarku Qurotul A'yin, Yang Selalu Memberikanku Semangat***
- ***Untuk Seluruh Sahabat Terbaikku Kelas 6LF***

- **Teman-teman Seperjuangan
D3K PLN POLSRI 2016**
- **Almamaterku, Politeknik
Negeri Sriwijaya**

ABSTRAK

Studi Koordinasi Proteksi *Pole Mounted Circuit Breaker* pada Penyulang Roro di Gardu Induk Tanjung Api-Api Berbasis Scada

Fajar Indra Winata

0616 3031 1436

Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Listrik

Politeknik Negeri Sriwijaya

Arus lebih merupakan gangguan yang sering terjadi pada jaringan distribusi 20 kV. Arus lebih ini dapat mengakibatkan kerusakan pada alat dan berbahaya bagi manusia, oleh karena itu dipasang pengaman arus lebih (PMCB) berbasis SCADA agar dapat mendeteksi gangguan dan mengamankannya. Dengan menggunakan rumus arus gangguan hubung singkat dan setting arus serta TMS relay proteksi, maka didapat setting arus pada relay proteksi 2,415 A dan TMS 0,115 detik. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) merupakan sistem proteksi yang bekerja secara real time dan dapat dikendalikan dalam jarak jauh. Sistem ini memiliki kemampuan akuisisi data dan kendali dan juga untuk melakukan perintah Remote Control (RC) buka / tutup PMCB dengan menggunakan radio frekuensi sebagai media penyampaian informasinya. PMCB (Pole Mounted Circuit Breaker) adalah salah satu alat proteksi penyulang yang dipasang pada gardu tiang, pengintegrasian PMCB dengan sistem SCADA akan menambah kehandalan dari sistem proteksi penyulang. Dengan menggunakan

sistem SCADA gangguan dapat diisolasi dan diketahui lokasi gangguan, sehingga perawatan dan perbaikan dapat dilakukan. Setelah perawatan dan perbaikan dilakukan, CB dapat kembali dihubungkan menggunakan sistem SCADA.

Kata kunci : Pengaman Arus Lebih, SCADA, dan Relay Proteksi

ABSTRACT

Protection Coordination Study *Pole Mounted circuit Breaker* on Roro Feeders in the Substation Tanjung Api-Api Based on SCADA

Fajar Indra Winata

0611 3031 1436

Electrical Engineering Department

Electrical Engineering Program

State Polytechnic of Sriwijaya

Overcurrent is a disturbance that often occurs in a 20 kV distribution network. Overcurrent can result in damage to the unit and dangerous to human, therefore, SCADA based overcurrent security is installed so that it detects disturbance and secure it. By using the formula of short circuit current and the current setting and TMS relay protection, so obtained setting of current on the protection relay is 2.415 A and TMS is 0,115 second. SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) is a protection system that works in real time and can be controlled over long distance. This system has data acquisition and control capability and also to carry out the order Remote Control (RC) open / close of PMCB by using radio frequencies as a medium to deliver information. PMCB (Pole Mounted Circuit Breaker) is one of the protective devices installed on the substation feeder pole, PMCB integration with SCADA systems will increase the reliability of the feeder protection system. By using a SCADA system the interference can be isolated and the location of the fault is known, so that

maintenance and repairs can be done. After maintenance and repairs are carried out, the CB can be reconnected using a SCADA system.

Keywords : SCADA, Security Over current, and Relay Protection

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir tepat pada waktunya.. Adapun judul dari laporan akhir yang penulis buat adalah **“Studi Koordinasi Proteksi Pole Mounted Circuit Breaker pada Penyulang Roro di Gardu Induk Tanjung Api-Api Berbasis Scada”**.

Adapun tujuan laporan akhir ini yaitu untuk memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III pada jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penyusunan dan pembuatan laporan akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada kedua orang tua, saudara serta semua anggota keluarga penulis yang selalu setia memberikan dukungan moril dan materil, serta penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Herman Yani, S.T, M.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Mohammad Noer, S.S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Rumiasih, S.T., M.T. selaku Pembimbing I Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.

6. Bapak Ir. H. Ilyas, M.T. selaku Pembimbing II Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya
7. Seluruh Staff Pengajar, Administrasi, Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Listrik atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.
8. Bapak Herry Saputra Daya Selaku Supervisor PT. PLN (Persero) Gardu Induk Tanjung Api-Api.
9. Bapak Arfan Selaku Staff PT. PLN (Persero) Gardu Induk Tanjung Api-Api.
10. Seluruh Staff dan Karyawan PT. PLN (Persero) ULP Mariana yang telah membantu mengumpulkan data penelitian.
11. Kepada Saudara Pertama Natanda Yusuf, Ardiansyah dan Aldo Kurniawan yang telah membantu mengumpulkan data.
12. Teman-teman seperjuangan D3K PLN Polsri'16.
13. Semua pihak yang telah membantu dan menyelesaikan penyusunan laporan Akhir ini.

Penulis menyadari didalam penyusunan laporan akhir ini terdapat banyak kekurangan, sehingga belum dapat memenuhi sasaran yang dikehendaki, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran, bimbingan serta petunjuk sebagai masukan dan juga dapat menambah ilmu pengetahuan.

Akhir kata atas segala kekurangan yang penulis lakukan dalam penulisan laporan akhir ini penulis mohon maaf, semoga laporan akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, 18 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan.....	2
1.2.2 Manfaat.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metode Penulisan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN UMUM

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	5
2.2 Gangguan pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	7
2.2.1 Penyebab Gangguan.....	8
2.2.1 Akibat Gangguan.....	9
2.3 Gangguan Hubung Singkat.....	10
2.3.1 Komponen Simetris.....	11
2.3.2 Perhitungan Impedansi Sumber.....	13
2.3.3 Menghitung Reaktansi Transformator Tenaga.....	14

2.3.4 Menghitung Impedansi Penyulang.....	15
2.3.5 Impedansi Ekuivalen Penyulang.....	17
2.3.6 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....	18
A. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa...	18
B. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa...	19
C. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah.....	19
2.4 Relai.....	20
2.4.1 Rele Arus Lebih (<i>Over Current Relay</i>).....	21
2.4.1.1 Karakteristik arus lebih.....	21
2.4.2 Penyetelan Relay Arus Lebih.....	23
2.4.3 Perhitungan Setelan <i>Time Multiple Setting</i> (TMS).....	24
2.5 Pengertian PMCB (<i>Pole Mounted Circuit Breaker</i>).....	25
2.5.1 Fungsi PMCB.....	26
2.5.2 Cara Kerja PMCB.....	26
A. Cara Kerja PMCB Secara Otomatis.....	26
B. Cara Kerja PMCB Secara Manual.....	28
2.6 Kontaktor.....	29
2.6.1 Prinsip Kerja Kontaktor.....	29
2.7 Sistem SCADA.....	29
2.7.1 Fungsi Utama Sistem SCADA.....	29
2.7.2 Komponen-komponen pada Sistem SCADA.....	32
2.7.3 Software SCADA.....	35
2.7.4 Protokol Antarmuka IEC 101 dan IEC 104.....	36

BAB III KEADAAN UMUM

3.1 Gardu Induk Tanjung Api-Api.....	37
3.1.1 Transformator Daya.....	38
3.1.2 Arus Hubung Singkat di Gardu Induk Tanjung Api-Api....	39
3.2 Penyulang Roro.....	40
3.2.1 Diagram Satu Garis Penyulang Roro.....	40

3.2.2 Peralatan pada Penyulang Roro.....	40
A. Rele yang Terpasang pada Penyulang Roro 41	
B. Penghantar yang Digunakan pada Penyulang Roro 41	
3.2.3 Beban Penyulang Roro.....	42
3.3 Peralatan Sistem Pengaman Arus Lebih (PMCB) Berbasis SCADA.....	42
3.4 Deskripsi Kerja Sistem Pengaman Arus Lebih (PMCB) Berbasis SCADA.....	44
3.5 Diagram Flow Chart.....	45

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Mekanisme Kerja Pengaman Arus Lebih (PMCB) Berbasis SCADA	47
4.2 Perhitungan Daya Hubung Singkat.....	51
4.3 Perhitungan Impedansi Sumber.....	51
4.4 Perhitungan Reaktansi Transformator.....	51
4.5 Perhitungan Impedansi Penyulang Roro.....	52
4.6 Perhitungan Impedansi Ekuivalen Jaringan.....	53
4.7 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa.....	54
4.8 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa.....	55
4.9 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah.....	56
4.10 Penyetelan Relay Arus Lebih PMCB Jembatan PU.....	57
4.10.1 Perhitungan Arus Penyetelan.....	57
4.10.2 Perhitungan Penyetelan TMS Relay Arus Lebih.....	58
4.11 Karakteristik Waktu Kerja Relay Saat Terjadi Gangguan.....	58
4.12 Analisa Dan Pembahasan.....	59

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Pengelompokan Sistem Distribusi Tenaga Listrik..... 6
Gambar 2.2	Karakteristik relay waktu seketika..... 21
Gambar 2.3	Karakteristik relay waktu tertentu..... 22
Gambar 2.4	Karakteristik relay waktu terbalik..... 23
Gambar 2.5	Konstruksi Pemasangan PMCB..... 25
Gambar 2.6	PMCB dengan media VCB <i>Motorized</i> 27
Gambar 2.7	Pergerakan Tuas PMCB dengan media VCB <i>Motorized</i> 28
Gambar 2.8	Tuas PMCB dalam posisi terbuka (<i>open</i>)..... 28
Gambar 2.9	INTRANET storage, I/O LAN, server, main radio dan monitor..... 32
Gambar 2.10	Antar muka RTU DF 1725IED beserta modul-modul I/O..... 34
Gambar 2.11	<i>Wiring straight</i> dari Port Ethernet ke Port Serial..... 36
Gambar 3.1	Gardu Induk Tanjung Api-Api..... 37
Gambar 3.2	Diagram Satu Garis Gardu Induk Sungai Juaro..... 38
Gambar 3.3	Transformator 30 MVA di Gardu Induk Tanjung Api-Api..... 39
Gambar 3.4	Diagram Satu Garis Penyulang Roro..... 40
Gambar 3.5	<i>Flowchart</i> Pengintegrasian PMCB Dengan Sistem SCADA..... 45
Gambar 3.6	<i>Flowchart</i> Setting Arus Relay Vamp 40..... 46
Gambar 4.1	Mekanisme Kerja Pengaman Arus Lebih (PMCB) Berbasis SCADA..... 47
Gambar 4.2	Tampilan Layar Monitor HMI..... 48
Gambar 4.3	Kolom Pengoperasian PMCB..... 49
Gambar 4.4	Tampilan PMCB dalam Keadaan <i>Open</i> pada layar HMI..... 50

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	Karakteristik Urutan Nol dari Variasi Elemen pada Sistem Tenaga Listrik.....	13
Tabel 2.2	Faktor α dan β tergantung pada kurva arus V_s waktu.....	24
Tabel 3.1	Arus Hubung Singkat 1 Phase dan 3 Phase Gardu Induk Tanjung Api-Api.....	39
Tabel 3.2	Data Setting Relay Arus Lebih.....	41
Tabel 3.3	Jenis Penghantar dan Panjang Penyulang Roro.....	41
Tabel 3.4	Impedansi Saluran Penyulang Roro.....	42
Tabel 3.5	Data Beban Penyulang Roro Tahun 2019.....	42
Tabel 4.1	Impedansi Penyulang Urutan Positif dan Urutan Negatif.....	53
Tabel 4.2	Impedansi Penyulang Urutan Nol.....	53
Tabel 4.3	Impedansi Ekuivalen Penyulang Urutan Positif dan Urutan Negatif.....	54
Tabel 4.4	Impedansi Ekuivalen Penyulang Urutan Nol.....	54
Tabel 4.5	Arus Gangguan Hubung Singkat PMCB Jembatan PU - Ujung.....	57
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa dan Waktu Kerja Relay di PMCB Jembatan PU.....	59
Tabel 4.7	Perbandingan Data Setting Relay PMCB Jembatan PU.....	60