

## **SKRIPSI**

### **ANALISA KOORDINASI SETTING RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH PADA PENYULANG SUNGKAI 20 KV GARDU INDUK BUNGARAN**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**A ROZAN IRSYADILLAH  
03041181520029**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA KOORDINASI SETTING RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH PADA PENYULANG SUNGKAI 20 KV GARDU INDUK BUNGARAN



## SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

Oleh :

A ROZAN IRSYADILLAH

03041181520029

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 Wahab, S.T., M.T.  
NIP : 198007072006042004

## **HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : A Rozan Irsyadillah  
NIM : 03041181520029  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Sriwijaya

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul “Analisa Koordinasi Setting Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah pada Penyulang Sungkai 20 kV Gardu Induk Bungaran” 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



A Rozan Irsyadillah

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISA KOORDINASI SETTING RELE ARUS LEBIH DAN RELE GANGGUAN TANAH PADA PENYULANG SUNGKAI 20 KV”. Shalawat dan salam tercurahkan kepada Rasullullah SAW, beserta keluarga, sahabat dan Insyaallah pengikutnya.

Penulis menyadari, bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta staff.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya beserta staff.
3. Bapak Prof. Ir. Zainuddin Nawawi, Ph.D selaku Pembimbing Akademik.
4. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
5. Ibu Dr. Herlina Wahab, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing utama penulis dan sekertaris jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasihat, dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaiannya tugas akhir ini.
6. Ibu Ani Mulya dan Bapak Mukti Firdaus kedua orang tua penulis yang senantiasa mendoakan dan memberikan nasihat kepada penulis
7. Adikku Ahmad Rosyad Ilyasa dan seluruh keluarga besar yang selalu mendukung penulis untuk menghasilkan yang terbaik.
8. Manager ULTG Keramasan, Bapak Yoni Purwanto yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di Gardu Induk Bungaran, arahan, dan juga nasehat kepada penulis agar terselesaiannya tugas akhir ini.
9. Supervisor Gardu Induk Bungaran, Bapak Henra yang memberi izin dan memberikan data-data penilitian yang diperlukan di Gardu Induk Bungaran.

10. Rekan-rekan satu pembimbing (Muhammad Rizki, Eswin Minggardianto, Ilham Al Taqwa)
11. Rekan seperjuangan menulis skripsi (Rahmat Rizki, Annisa Sakinah, Grittarini Adellia, Ricky Widianto)
12. Harry Febio yang selalu meluangkan waktu dan tempat kosnya untuk berbagi keluh kesah dan tempat singgah pelarian.
13. Rekan-rekan Elektro Menuju Sehat, Tim J Elektro, Tim Futsal Teknik, dan Tim Laboratorium Teknik Telekomunikasi.
14. Keluarga Besar Teknik Elektro 2015 Kampus Bukit Universitas Sriwijaya, kakak dan adik tingkat Teknik Elektro 2010-2018 Universitas Sriwijaya.
15. Pihak – pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal kebaikan dihadapan Tuhan Yang Maha Esa. Dan diharapkan Skripsi ini dapat menjadi sumbangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat menjadi manfaat bagi semua pihak yang terkait.

Palembang, Juli 2019

Penulis

## ABSTRAK

Listrik merupakan kebutuhan pokok untuk sebagian besar penduduk di Indonesia, hampir segala aspek kehidupan penduduk Indonesia menggunakan listrik sebagai energi utamanya. Agar pendistribusian kebutuhan energi listrik terpenuhi hingga ke konsumen diperlukan peralatan proteksi yang baik dan andal. Pendistribusian energi listrik sering kali terjadinya gangguan baik gangguan hubung singkat maupun lonjakan arus, untuk itu diperlukan pengaman sistem distribusi yaitu peralatan proteksi dalam hal ini rele. Rele merupakan salah satu peralatan proteksi yang berfungsi untuk mengantisipasi gangguan hubung singkat baik tiga fasa, dua fasa maupun gangguan tanah. Maka, diperlukan koordinasi rele pada Gardu Induk bungaran agar pendistribusian energi listrik terpenuhi dengan baik. Penelitian ini, diawali dari observasi yang dilakukan dengan mendapatkan data-data yang diperoleh dari Gardu Induk Bungaran khususnya pada Penyulang Sungkai 20 kV. Besar nilai Gangguan Hubung Singkat 2 fasa pada jarak 100% dan 0% berturut-turut sebesar 2016,04 A dan 5984,06 A sedangkan nilai gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah pada jarak 100% adalah sebesar 234,68 A. Nilai TMS rele arus lebih pada sisi 70 kV sebesar 0,301; pada sisi 20 kV sebesar 0,192; dan pada sisi penyulang sungkai sebesar 0,101. Nilai TMS rele gangguan tanah pada sisi 70 kV sebesar 0,407; pada sisi 20 kV sebesar 0,235; dan pada sisi penyulang sungkai sebesar 0,092.

**Kata kunci** : Hubung Singkat, Proteksi, Rele, Arus Lebih, Gangguan Tanah



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 Wahab, S.T., M.T.**  
NIP : 198007072006042004

## **ABSTRACT**

Electricity is a basic requirement for most people in Indonesia, almost all aspects of the Indonesian population use electricity as their primary energy. In order for the distribution of electrical energy needs to be met to consumers, good and reliable protection equipment is needed. The distribution of electrical energy is often the occurrence of disturbances in both short circuit and current surges, so that a safety distribution system is needed, namely protection equipment in this case relay. Relay is one of the protective equipment that functions to anticipate short-circuit interference in both three-phase, two-phase and ground disturbances. therefore, coordination of relay is needed at the Bungaran substation so that the distribution of electrical energy is fulfilled properly. This study, beginning with observations made by obtaining data obtained from the Bungaran Substation, especially in the 20 kV Sungkai Feeder. The value of the 2 phase Short Circuit interference value at a distance of 100% and 0% respectively is 2016.04 A and 5984.06 A while the value of 1 phase to ground short circuit interference at a distance of 100% is 234.68 A. TMS value of overcurrent relay on the 70 kV side of 0.301; on the 20 kV side of 0.192; and on the side of the sungkai feeder at 0.101. TMS value of ground fault relay on the 70 kV side is 0.407; on the 20 kV side of 0.235; and on the side of the sungkai feeder at 0.092..

**Keyword :** *Short Circuit, Protective, Relay, Over Current, Ground Fault*

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Elektro**

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



Palembang, Juli 2019  
**Menyetujui,**  
**Pembimbing Utama**

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

## DAFTAR ISI

COVER SKRIPSI .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sistem Tenaga Listrik .....	4
2.2 Sistem Distribusi Tenaga Listrik .....	4
2.3 Sistem Proteksi Tenaga Listrik .....	5
2.4 Komponen Simetris .....	6
2.5 Gangguan Hubung Singkat .....	9
2.6 Jenis-jenis Gangguan Hubung Singkat .....	13
2.6.1 Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa.....	13
2.6.2 Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa .....	14

2.6.3	Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah .....	15
2.7	Rele Arus Lebih ( <i>Over Current Relay</i> ).....	17
2.8	Rele Gangguan Tanah ( <i>Ground Fault Relay</i> ).....	18
BAB III.....		19
METODE PENELITIAN.....		19
3.1	Metode Penelitian .....	19
3.2	Lokasi Analisa Data.....	19
3.3	Analisa Data.....	20
3.4	Tabel Perencanaan Penelitian .....	21
3.5	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	22
BAB IV .....		23
PEMBAHASAN .....		23
4.1	Umum .....	23
4.2	Data Perhitungan Arus Hubung Singkat.....	23
4.2.1	Data Sistem .....	23
4.2.2	Data Transformator .....	24
4.2.3	Data Penyulang .....	24
4.3	Perhitungan Arus Dasar 970 kV dan 20 kV) dan Impedansi Dasar ...	24
4.4	Perhitungan Impedansi Sumber .....	24
4.5	Perhtungan Reaktansi Transformator .....	25
4.6	Perhitungan Impedansi Penyulang.....	25
4.7	Perhitungan Impedansi Ekivalen Jaringan.....	28
4.8.	Perhitungan Gangguan Hubung Singkat.....	29
4.8.1	Arus Hubung Singkat pada Transformator .....	29
4.8.2	Arus Hubung Singkat pada Penyulang Sungkai .....	30
4.9.	<i>Setting</i> Rele Arus Lebih .....	33
4.9.1	<i>Setting</i> Rele Arus Lebih Sisi 70 kV .....	33
4.9.2	<i>Setting</i> Rele Arus Lebih Sisi 20 kV .....	34
4.9.3	<i>Setting</i> Rele Arus Lebih Sisi Penyulang Sungkai .....	35
4.10.	<i>Setting</i> Rele Gangguan Tanah .....	37
4.10.1	<i>Setting</i> Rele Gangguan Tanah Sisi 70 kV .....	37
4.10.2	<i>Setting</i> Rele Gangguan Tanah Sisi 20 kV .....	38

4.10.3 <i>Setting Rele Gangguan Tanah SisiPenyulang Sungkai .....</i>	38
4.11 Perbandingan Hasil Perhitungan dengan Data di Lapangan.....	40
BAB V .....	44
KESIMPULAN DAN SARAN .....	44
5.1 Kesimpulan .....	44
5.2 Saran .....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN	

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. Diagram Phasor Bermacam-macam Pangkat dari Operator a.....	7
Gambar 2.2. Diagram Phasor Urutan Positif, Negatif, dan Nol.....	7
Gambar 2.3. Single Line Diagram bagian Penyulang .....	10
Gambar 2.4. Rangkaian Gangguan Hubung Singkat Tiga Fasa.....	13
Gambar 2.5. Rangkaian Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa .....	14
Gambar 2.6. Rangkaian Komponen Simetris Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa .....	14
Gambar 2.7. Rangkaian Gangguan Hubung Singkat Satu Fasa ke Tanah .....	15
Gambar 3.1. Diagram Flowchart.....	22
Gambar 4.1. Penyulang Sungkai .....	23
Gambar 4.2. Perbandingan Rele Arus Lebih sisi Penyulang .....	36
Gambar 4.3. Perbandingan Rele Gangguan Tanah sisi Penyulang .....	39
Gambar 4.4. Koordinasi <i>Setting</i> Rele Arus Lebih.....	41
Gambar 4.5. Koordinasi <i>Setting</i> Rele Gangguan Tanah .....	42

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Karakteristik Setelan Rele Arus Lebih.....	18
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan.....	21
Tabel 4.1 Impedansi Urutan Positif dan Negatif.....	26
Tabel 4.2 Impedansi Urutan Postif dan Negatif (pu) .....	26
Tabel 4.3 Impedansi Urutan Nol.....	27
Tabel 4.4 Impedansi Urutan Nol (pu) .....	27
Tabel 4.5 Impedansi Ekivalen $Z_{1\text{eq}}$ dan $Z_{2\text{eq}}$ .....	28
Tabel 4.6 Impedansi Ekivalen $Z_{0\text{eq}}$ .....	28
Tabel 4.7 Impedansi Penyulang Ekivalen $2 \times Z_{1\text{eq}}$ dan $I_{a1}$ .....	30
Tabel 4.8 Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa pada Penyulang Sungkai ..	31
Tabel 4.9 Impendansi Ekivalen $Z_1 + Z_2 + Z_0$ .....	31
Tabel 4.10 Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah Penyulang .....	32
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat.....	32
Tabel 4.12 Perbandingan Nilai TMS Rele Arus Lebih Penyulang .....	36
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan <i>Setting</i> Rele Arus Lebih .....	37
Tabel 4.14 Perbadningan Nilai TMS Rele Gangguan Tanah Penyulang .....	39
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan <i>Setting</i> Rele Gangguan Tanah .....	38
Tabel 4.16 Perbandingan Data Hasil Perhitungan dengan Data di Lapangan Rele Arus Lebih.....	40
Tabel 4.17 Perbandingan Data Hasil Perhitungan dengan Data di Lapangan Rele Gangguan Tanah .....	41

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Data Gangguan Hubung Singkat dan Arus Beban Puncak
- Lampiran 2 Data Transformator
- Lampiran 3 Data Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah Sisi 70 kV
- Lampiran 4 Data Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah Sisi 20 kV
- Lampiran 5 Data Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah Penyulang Sungkai
- Lampiran 6 Data *Setting* Rele Sisi 70 kV dan 20 kV
- Lampiran 7 Data *Setting* Rele Penyulang Sungkai
- Lampiran 8 Beban Penyulang Sungkai di Gardu Induk Bungaran
- Lampiran 9 Kemampuan Hantar Arus
- Lampiran 10 Impedansi Penghantar AAAC
- Lampiran 11 Tabel Perbandingan *Setting* Rele Arus Lebih sisi Penyulang
- Lampiran 12 Tabel Perbandingan *Setting* Rele Gangguan Tanah sisi Penyulang
- Lampiran 13 Tabel Koordinasi *Setting* Rele Arus Lebih
- Lampiran 14 Tabel Koordinasi *Setting* Rele Gangguan Tanah
- Lampiran 15 Foto Pengambilan Data
- Lampiran 16 Single Line Diagram Gardu Induk Bungaran

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Listrik merupakan kebutuhan pokok untuk sebagian besar penduduk di Indonesia, dalam hal ini PT PLN (Persero) sebagai badan usaha negara melayani kebutuhan energi listrik di Indonesia. PLN memiliki tiga tahapan untuk memenuhi kebutuhan listrik yaitu pembangkitan, sistem transmisi, dan sistem distribusi. Agar energi listrik dapat dinikmati dengan baik diperlukan penyediaan dan pelayanan tenaga listrik dengan kualitas, keandalan, dan efisiensi yang baik.

Distribusi energi listrik adalah jaringan tegangan menengah yang disalurkan ke konsumen. Seiring bertambahnya waktu selaras dengan bertambahnya kebutuhan energi listrik perlu diimbangi dengan sistem proteksi yang baik. Sistem proteksi pada sistem distribusi berperan penting untuk keandalan dan kontinuitas penyaluran tenaga listrik[1].

Peralatan proteksi harus bekerja baik dan andal. Jika terjadi gangguan hubung singkat maka peralatan proteksi harus bekerja sesuai dengan fungsinya dan pada daerahnya masing-masing. Gangguan hubung singkat meliputi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah, dua fasa, tiga fasa, dan tiga fasa ke tanah. Dampak dari gangguan hubung singkat adalah memperpendek atau merusak peralatan-peralatan pada sistem tenaga listrik[2].

Pengaman sistem distribusi tenaga listrik salah satu unsur pemenuhan layanan proteksi. Rele merupakan salah satu peralatan proteksi jaringan tegangan menengah yang berfungsi untuk mengantisipasi gangguan hubung singkat baik gangguan antar fasa maupun fasa dengan tanah agar tidak merusak pelatan serta melindungi peralatan dari kerusakan. Dalam proses kerjanya rele harus saling berkoordinasi yang dimana ditempatkan pada *incoming* dan *outgoing* transformator, dan penyulang[3].

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Budi Wirawan Badarudin dengan judul “*Setting Koordinasi Over Current Relay pada Trafo 60 MVA 150/20 kV dan*

Penyulang 20 kV". Gardu Induk Bungaran adalah salah satu gardu induk di Palembang yang mendistribusikan listrik ke konsumen. Pendistribusian kebutuhan listrik tidak lepas dari adanya gangguan yang kemungkinan dapat terjadi sewaktu-waktu, oleh karena itu diperlukan proteksi untuk melindungi jaringan listrik dan peralatan listrik. Maka dari latar belakang tersebut mendasari penulis untuk mengambil judul tugas akhir **Analisa Koordinasi Setting Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah pada Penyulang Sungkai 20 kV Gardu Induk Bungaran.**

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yaitu berapa *setting* waktu rele arus lebih dan rele gangguan tanah pada sisi 70 kV transformator, sisi 20 kV transformator, dan sisi penyulang sungkai.

### **1.3. Tujuan Penulisan**

Tujuan penelitian tugas akhir adalah untuk menghitung besar nilai arus gangguan hubung singkat, menghitung *setting* waktu rele arus lebih dan rele gangguan tanah pada sisi 70 kV transformator, sisi 20 kV transformator, dan sisi penyulang sungkai.

### **1.4. Batasan Masalah**

Pada penelitian tugas akhir dibatasi hanya membahas besar nilai arus gangguan hubung singkat dua fasa dan satu fasa ke tanah, dan besar *setting* waktu rele arus lebih dan rele gangguan tanah pada sisi 70 kV transformator, sisi 20 kV transformator, dan penyulang Sungkai 20 kV pada Gardu Induk Bungaran.

### **1.5. Metodologi Penelitian**

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini antara lain adalah : Observasi lapangan atau pengamatan pada wilayah kerja gardu induk Bungaran, studi literatur yaitu mengumpulkan sumber yang menunjang tugas akhir,

berkonsultasi dengan pegawai PLN dilapangan, survei data yang diperlukan, perhitungan dan analisa data, serta menarik kesimpulan.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

#### **BAB I PENDAHULUAN**

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

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas mengenai dasar teori yang berkaitan dengan sistem proteksi pada sistem distribusi jaringan menengah 20 kV.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang tempat, waktu, prosedur pengujian, teknik pengambilan data dan pengolahan data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir dan proses penelitian yang dilakukan.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang analisa nilai arus gangguan hubung singkat dua fasa, dan satu fasa ke tanah, dan menganalisa *setting* waktu rele arus lebih dan rele gangguan tanah berdasarkan studi literatur dan data observasi lapangan yang didapatkan.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari analisa tugas akhir dan saran untuk tahap pengembangan selanjutnya yang mungkin dilakukan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ario Putra and Firdaus, “Analisa Penggunaan Recloser untuk Pengaman Arus Lebih pada Jaringan Distribusi 20 kV Gardu Induk Garuda Sakti,” 2017.
- [2] Muhammad Imron, Firtizawati, and Siswanto Nurhadiyono, “Analisa Koordinasi *Relay Proteksi* dengan *Recloser* pada Penyulang Purbalingga 05 di PT. PLN (Persero) Rayon Purbalingga.”.
- [3] Budi Wirawan Badarudin, “*Setting Koordinasi Over Current Relay* pada Trafo 60 MVA 150/20 kV dan Penyulang 20 kV,” 2014.
- [4] Stevenson WD, *Analisa Sistem Tenaga Listrik*. Erlangga : Jakarta, 1983
- [5] Irfan Affandi, “Analisa Setting Relai Arus Lebih dan Relai Gangguan Tanah pada Penyulang Sadewa di GI Cawang,” 2009.
- [6] Antonius Hamdadi, *Analisa Sistem Tenaga Listrik*. Inderalaya : Universitas Sriwijaya, 1995.
- [7] Alimuddin, “Analisa Kerja Recloser untuk Memroteksi Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) Area Sorong.” .
- [8] Wahyudi Sarimun. N, *Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Garamond : Depok, 2012.
- [9] Pribadi K dan Wahyudi SN, *Panduan Proteksi Distribusi PLN*, 2009.
- [10] Alfian Syafi’i, “Analisa Koordinasi Recloser dan OCR (Over Current Relay) untuk Gangguan Hubung Singkat pada Penyulang 3 Distribusi 20 kV GI JAJAR,” 2016.
- [11] Samsul Bahri Zulkarnaini, “Analisa Hubungan Singkat Satu Fasa ke Tanah untuk Koordinasi *Setting Ground Fault Relay* (GFR) pada Penyulang 20 kV (GI Batu Sangkar Feeder Tigo Jangko),” 2012.
- [12] Farid Hermanto, Karnoto dan, Tejo Sukmadi, “Analisis Jatuh Tegangan dan Arus Hubung Singkat pada Jaringan Tegangan Menengah PT RUM,” 2013.
- [13] Wahyu Arief Nugroho, Mochammad Facta, dan Karnoto, “Koordinasi Penempatan Peralatan Proteksi Jenis Arus Lebih (OCR) dan Pelebur (FCO) di Penyulang 20 kV dari GI 150/20 kV MRICA Banjarnegara”

- [14] Adhi Warsito, Mochammad Facts, dan Karnoto, “Analisis Evaluasi *Setting RELAY OCR* Sebagai Proteksi pada Jaringan Distribusi dengan Pembangkitan Terdistribusi (Studi Kasus pada Penyalang BSB 4, Kendal – Jawa Tengah),” 2013.
- [15] Asnal Effendi, “Analisis Hubungan Singkat Satu Phasa ke Tanah terhadap Pengaturan *Setting GFR* pada Feeder 20 kV (*Application GI Pauh Limo*),” 2009.