

# **ANALISA KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT RELAI (OCR) DAN GROUND FAULT RELAI (GFR) UNTUK SUBSISTEM KANDANGAN - BARABAI**

**Iqbal Asad Kutsuro<sup>1</sup>, Moethia Faridha<sup>2</sup>, Irfan<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan MAB, Jl. Adhiyaksa No. 2 Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan MAB, Jl. Adhiyaksa No. 2 Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan MAB, Jl. Adhiyaksa No. 2 Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan

## **ABSTRAK**

Proteksi tenaga listrik adalah pengaman yang digunakan untuk mengurangi kerusakan peralatan-peralatan listrik akibat adanya gangguan (kondisi abnormal). Semakin cepat reaksi perangkat proteksi yang digunakan, maka semakin sedikitlah pengaruh gangguan terhadap kemungkinan kerusakan alat. Sehingga daerah yang terganggu dapat segera di lokalisir dan mencegah terjadinya black out. Masuknya Gardu Induk Kandangan pada Subsistem Kandangan di PT PLN (Persero) UP3 Barabai menyebabkan adanya perubahan konfigurasi sistem. Tujuan penelitian ini adalah dapat mencari tahu Perhitungan nilai arus hubung singkat pada penyulang KDG02 setelah masuknya GI Kandangan, lalu dapat mencari tahu cara Perhitungan setting proteksi pada penyulang KDG02 yang mengalami perubahan konfigurasi dan terakhir dapat menganalisa proteksi subsitem kandangan karena masuknya GI Kandangan menggunakan Simulasi ETAP 12.6. Untuk meningkatkan kehandalan akibat adanya rekonfigurasi pada Subsistem Kandangan, maka perlu dilakukan perhitungan setting proteksi relai arus lebih (OCR) dan relai gangguan tanah (GFR) pada penyulang yang mengalami perubahan konfigurasi terutama pada penyulang KDG02. Hasil perhitungan setting proteksi akan disimulasikan menggunakan Software ETAP 12.6 terhadap permasalahan. Pada penyulang dengan konfigurasi express KDG02, Relai bekerja dengan tepat saat mengatasi gangguan sesuai setting dan wilayah kerjanya. Ketika terjadi gangguan di sisi penyulang KDG02 sebesar 628 A yang merupakan arus gangguan terkecil maka akan dideteksi oleh relai karena setting arusnya di 180 A, maka CB yang pertama kali bekerja adalah CB penyulang KDG02 dan tidak mempengaruhi CB di sisi Incoming karena koordinasi proteksi relai memerintahkan KDG02 open sebelum arus gangguan masuk ke sisi Incoming.

**Kata Kunci:** Proteksi Tenaga Listrik, Koordinasi Proteksi, OCR, GFR, ETAP 12.6

## **ABSTRACT**

*Electrical power protection is a safety device used to reduce damage to electrical equipment due to interference (abnormal conditions). The faster the reaction of the protective device used, the less interference will affect the possibility of equipment damage. So that disturbed areas can be localized immediately and prevent black outs. The inclusion of the Kandangan Substation in the Kandangan Subsystem at PT PLN (Persero) UP3 Barabai causes a change in system configuration. The purpose of this study is to find out the calculation of the value of the short circuit current in the KDG02 feeder after the entry of the Kandangan GI, then to find out how to calculate the protection settings on the KDG02 feeder which has changed configuration and finally to analyze the protection of the enclosure subsystem due to the entry of the Kandangan GI using ETAP 12.6 Simulation. . To increase reliability due to reconfiguration of the Kandangan Subsystem, it is necessary to calculate the protection settings for the overcurrent relay (OCR) and ground fault relay (GFR) for the feeder that has changed configuration, especially for the KDG02 feeder. The calculation results of the protection settings will be simulated using ETAP 12.6 software against problems. In the feeder with the express configuration KDG02, the relay works correctly when dealing with disturbances according to the settings and working area. When a fault occurs on the KDG02 feeder side of 628 A which is the smallest fault current it will be detected by the relay because the current setting is at 180 A, the CB that works first is the KDG02 feeder CB and does not affect the CB on the Incoming side because the relay protection coordination commands KDG02 open before the fault current enters the Incoming side.*

**Keywords :** *Electric Power Protection, Protection Coordination, OCR, GFR, ETAP 12.6*

## **LATAR BELAKANG**

Suatu sistem tenaga listrik merupakan kesatuan dari beberapa sistem yaitu sistem pembangkitan tenaga listrik, sistem transmisi tenaga listrik, sistem distribusi tenaga listrik serta sistem proteksi yang terdapat pada setiap sistem tersebut. Komponen-komponen tersebut mempunyai fungsi yang saling berkaitan guna menghasilkan energi listrik yang disalurkan kepada konsumen dengan kualitas yang baik secara aman. Beberapa gangguan yang terjadi disistem tersebut tidak akan mempengaruhi sistem yang lain apabila didukung dengan proteksi yang memenuhi syarat.

Sistem tenaga listrik yang bagus adalah sistem tenaga listrik yang memiliki keandalan tinggi, ekonomis dan aman. Keandalan yang tinggi dapat ditunjukkan dengan kemampuan dari sistem tersebut mampu menghasilkan serta menyalurkan energi listrik kepada konsumen secara berkelanjutan. Penyediaan energi listrik yang berkelanjutan harus didukung oleh pemakaian serta penyediaan daya listrik yang seimbang dan tentunya dengan infrastruktur yang baik. Keamanan dari sistem tenaga listrik perlu diperhatikan, baik keamanan dari sisi peralatan yang digunakan maupun keamanan dalam penyaluran energi listrik (Hidayat dan Irfan, 2004).

Gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik sering diakibatkan oleh beberapa kondisi, bisa terjadi pada sistem pembangkitan, transmisi maupun distribusi. Gangguan yang besar dapat mempengaruhi kestabilan frekuensi dan tegangan sistem. Ketidakstabilan frekuensi yang drastis menyebabkan sistem mengalami pemadaman. Untuk menjaga kualitas energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit yang kelebihan beban, maka dilakukan pelepasan beban agar dapat memperbaiki frekuensi sistem (Waluyo, dkk, 2013).

Pada tahun 2022 nanti PT. PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Selatan dan Tengah

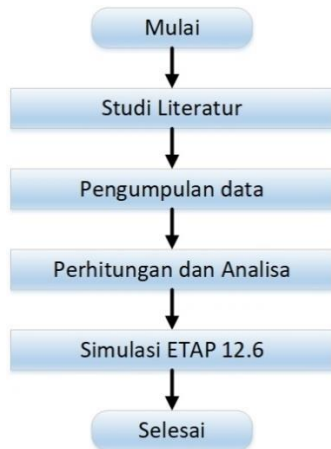
merencanakan akan mengaktifkan Gardu Induk Kandangan sebagai supply tenaga khusus untuk PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Barabai terutama wilayah kerja Unit Layanan Pelanggan (ULP) Kandangan. Dimana sebelumnya ULP Kandangan masih mendapat supply dari GI Barikin lewat penyulang KD06 yang jaraknya lumayan jauh dari wilayah kerja ULP Kandangan.

Masuknya Gardu Induk Kandangan ke dalam subsistem Kandangan menyebabkan adanya perubahan konfigurasi pada beberapa penyulang. Perubahan konfigurasi suatu sistem sangat berpengaruh pada setting proteksi di penyulang tersebut, untuk itu diperlukan adanya analisa perhitungan setting proteksi pada semua penyulang di Subsistem Kandangan yang mengalami perubahan konfigurasi. Maka dari itu diambil penyulang KDG02 sebagai contoh perhitungan setting proteksi karena merupakan penyulang Ekspres yang langsung berhubungan dengan Gardu Hubung. Kemudian evaluasi hasil perhitungan dilakukan dengan melakukan simulasi pada ETAP 12.6.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis sangatlah tertarik untuk mengangkat masalah ini sebagai bahan pembuatan penulisan skripsi dengan memberi judul “Analisa Koordinasi Proteksi Over Current Relai (OCR) dan Ground Fault Relai (GFR) untuk Subsistem Kandangan PT PLN (Persero) UP3 Barabai”.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahap menggunakan metode penelitian kuantitatif. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah Studi literatur, , pengumpulan data, Perhitungan dan pengolahan data, analisa, dan simulasi. Adapun diagram alir dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

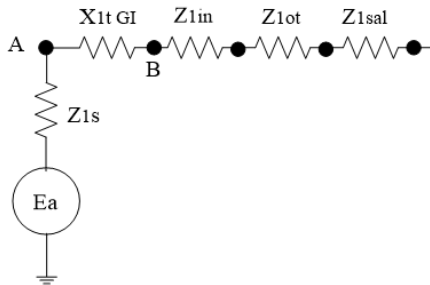


Gambar 1. Diagram alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

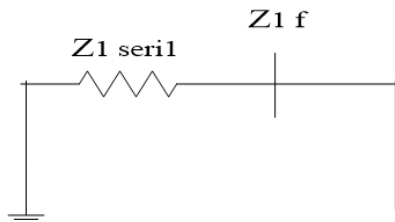
### 1. Urutan Positif

Untuk menghitung besarnya impedansi urutan positif, maka perlu dibuat diagram impedansi positif. Adapun diagram impedansi urutan positif penyulang KDG02 adalah sebagai berikut.



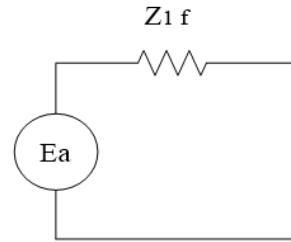
Gambar 2. Diagram impedansi urutan positif penyulang KDG02

Dari gambar 2, jika gangguan hubung singkat terjadi sebesar 1% dari Panjang penyulang KDG02 (dilihat dari GI Kandangan), maka diagram impedansi di atas dapat disederhanakan menjadi



Gambar 3. Diagram rangkaian pengganti 1

Kemudian  $Z1$  seri dan  $Z1 f$  yang terhubung seri disederhanakan sehingga menjadi seperti gambar berikut.



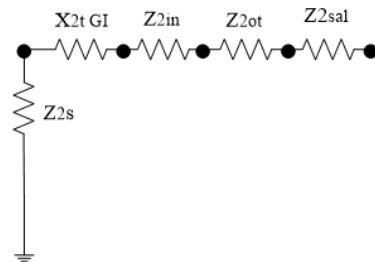
Gambar 4. Rangkaian pengganti impedansi positif

Dengan menggunakan cara yang sama, maka nilai impedansi positif pada % lokasi yang berbeda terpadat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Impedansi positif pada setiap lokasi gangguan

No	Ggn	Z1f	
		R	X
1	F1	0.079 $\Omega$	0.637
2	F20	0.233 $\Omega$	0.687
3	F50	0.476 $\Omega$	0.768
4	F80	0.718 $\Omega$	0.848
5	F100	0.880 $\Omega$	0.901

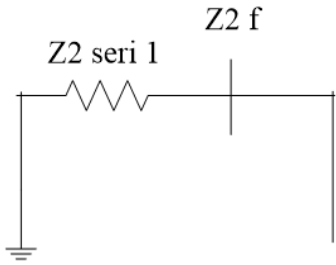
### 2. Urutan Negatif



Gambar 5. Diagram impedansi urutan negatif penyulang KDG02

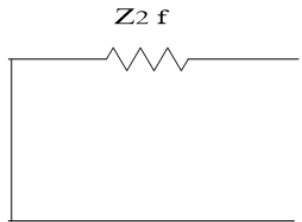
Dari Gambar 5, jika gangguan hubung singkat terjadi di 1% dari Panjang penyulang KDG02 (dilihar dari GI Kandangan), maka

diagram impedansi tersebut dapat disederhanakan sebagai berikut.



Gambar 6. Diagram rangkaian pengganti negatif 1

Kemudian  $Z2$  seri1 dan  $Z2$  f yang terhubung seri disederhanakan sehingga menjadi seperti gambar berikut.



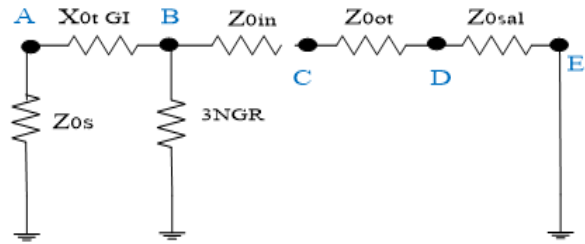
Gambar 7. Rangkaian pengganti impedansi negatif

Dengan menggunakan cara yang sama, maka nilai impedansi positif pada % lokasi yang berbeda terpadat pada tabel berikut.

Tabel 2. Nilai Impedansi negative pada setiap lokasi gangguan

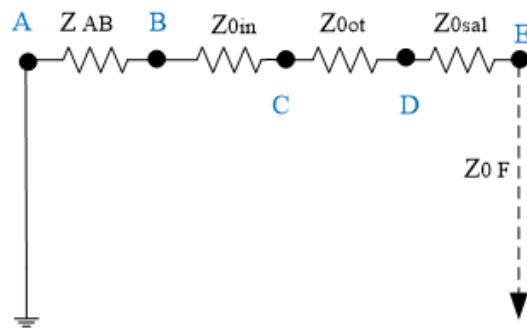
No	Ggn	Z2f	
		R	X
1	F1	0.079 $\Omega$	0.637
2	F20	0.233 $\Omega$	0.687
3	F50	0.476 $\Omega$	0.768
4	F80	0.718 $\Omega$	0.848
5	F100	0.880 $\Omega$	0.901

### 3. Urutan Nol

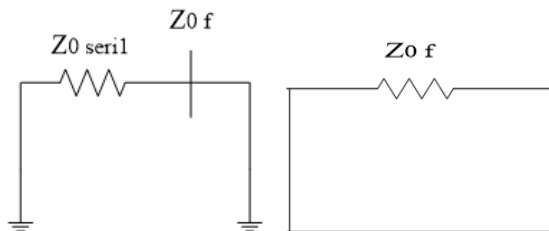


Gambar 8. Diagram impedansi urutan nol penyulang KDG02

Kemudian dilakukan penyederhanaan pada diagram sehingga menjadi rangkaian sebagai berikut.



Gambar 9. Rangkaian pengganti 1 impedansi urutan nol



Gambar 10. Rangkaian pengganti 2 impedansi urutan nol dan rangkaian pengganti impedansi nol.

Dengan menggunakan cara yang sama, maka nilai impedansi positif pada % lokasi yang berbeda terpadat pada tabel berikut.

Tabel 3. Nilai Impedansi nol pada setiap lokasi gangguan

No	Ggn	Zof	
		R	X
1	F1	0.84 Ω	4.65
2	F20	2.048 Ω	5.035
3	F50	3.957 Ω	6.546
4	F80	5.866 Ω	7.788
5	F100	7.138 Ω	8.615

#### 4. Arus Hubung Singkat

Arus hubung singkat yang akan diperhitungkan adalah arus hubung singkat 3 fasa, arus hubung singkat 2 fasa ke tanah, arus hubung singkat 2 fasa antar fasa, dan arus hubung singkat 1 fasa ke tanah. Adapun tabel nilai hubung singkat adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Nilai hubung singkat tiap lokasi

No	Ggn	IHS 3 φ		IHS 2 φ (LL)	
		(A)	<	(A)	<
1	F1	3.894	-0,63	2.087	-0,94
2	F20	3.517	-0,68	1.867	-0,99
3	F50	2.916	-0,78	1.525	-1,08
4	F80	2.427	-0,87	1.255	-1,16
5	F100	2.165	-0,92	1.113	-1,20

Tabel 5. Nilai hubung singkat tiap lokasi

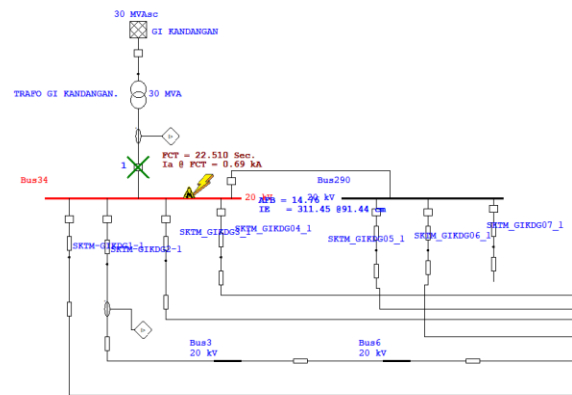
No	Ggn	IHS 2 φ (LN)		IHS 1 φ	
		(A)	<	(A)	<
1	F1	2.383	-0.88	1.418	-1.40
2	F20	2.119	-0.93	1.241	-1.42
3	F50	1.683	-1.04	907	-1.46
4	F80	1.367	-1.12	718	-1.48
5	F100	1.205	-1.17	628	-1.49

#### 5. Setting Proteksi ETAP 12.6

Tabel 6. setting proteksi penyulang KDG02, dan incoming GI

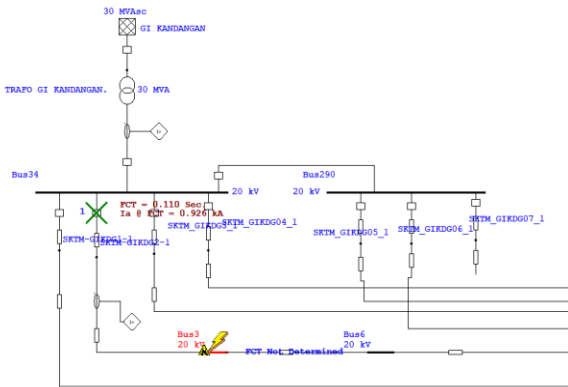
No	Uraian	KDG02	INC GI
1	I > (A)	180	547,8
2	t >	0,08	0,20
3	I >> (A)	993	1.134
4	Io > (A)	99,28	113,4
5	to >	0,11	0,235
6	Io >> (A)	400	567

#### 6. Hasil Simulasi Proteksi ETAP 12.6



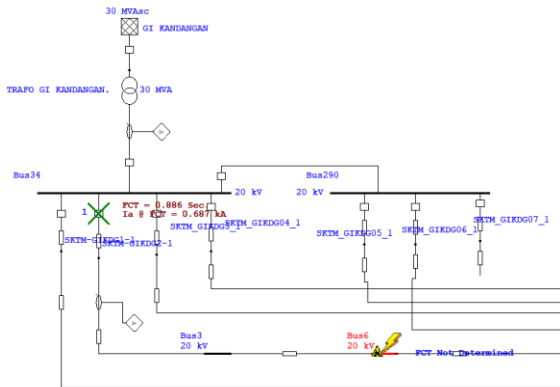
Gambar 11. Simulasi Koordinasi Proteksi Incoming GI

Dari gambar 11 di atas terlihat bahwa saat terjadi gangguan hubung singkat pada 1% dari sumber GI, maka CB yang pertama kali bekerja adalah CB Incoming yang langsung mengamankan trafo GI agar tidak terjadi kerusakan atau blackout, kemudian relai KDG02 tidak bekerja.



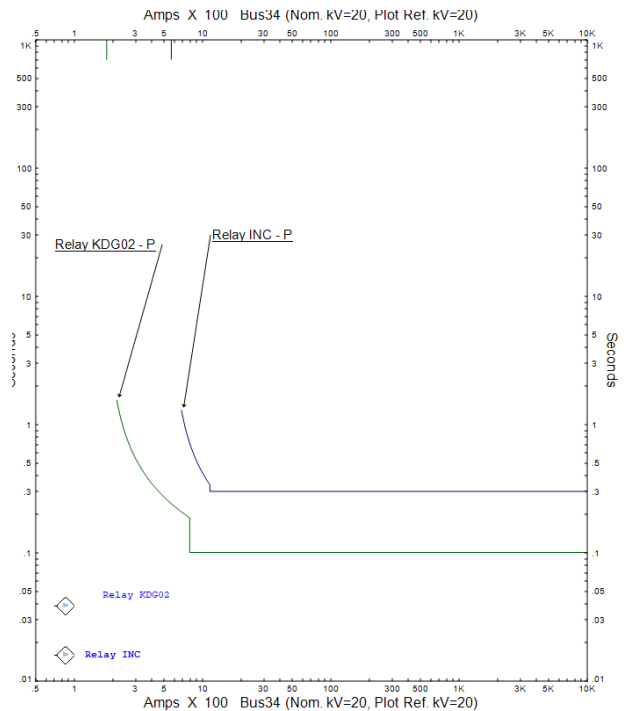
Gambar 12. Simulasi Koordinasi Proteksi KDG02 di Jarak 20%

Pada gambar 12 di atas adalah gangguan yang terjadi pada 20% dari panjang KDG02, CB yang pertama kali beroperasi adalah CB KDG02, kemudian CB incoming GI tidak akan bekerja karena sudah diamankan oleh Relai di KDG02.



Gambar 13. Simulasi Koordinasi Proteksi KDG02 di Jarak 80%

Pada gambar 13 di atas adalah gangguan yang terjadi pada 80% dari panjang KDG02, dimana arus yang terdeteksi lebih kecil daripada di jarak 20%, saat arus gangguan terdeteksi CB yang pertama kali beroperasi adalah CB KDG02, kemudian CB incoming GI tidak akan bekerja karena sudah diamankan oleh Relai di KDG02.



Gambar 14. Grafik Koordinasi Proteksi OCR Incoming dan KDG02

Pada gambar 14 di atas adalah gambar kurva setting Relai OCR di Incoming Gardu Induk dan penyulang KDG02. Grafik diatas menunjukkan bila terjadi gangguan pada sisi penyulang KDG02, maka Relai akan bekerja dengan waktu 0,62s. Apabila penyulang terjadi kegagalan kerja, maka sisi incoming akan bekerja dengan waktu 3,5s.

## KESIMPULAN

1. Arus hubung singkat terbesar pada sistem penyulang KDG02 adalah arus hubung singkat 3 fasa di lokasi 1% dari KDG02 sebesar 3.894 A. Arus hubung singkat terkecil di penyulang KDG02 adalah arus hubung singkat 1 fasa ke tanah pada 100% panjang jaringan, yaitu sebesar 628 A.
2. Setting arus pada relai di penyulang KDG02 adalah di 180 A dengan setting waktu deteksi 0,08 s dengan nilai OCR Moment di 993 A dan arus pada GFR 99,08 A dengan waktu kerja 0,11 s dan GFR Moment di 400 A. Sedangkan pada

Relai Incoming adalah di 547,8 A dengan setting waktu deteksi 0,2 s dengan nilai OCR Moment di 1.134 A dan arus pada GFR 113,4 A dengan waktu kerja 0,235 s dan GFR Moment di 567 A

3. Pada penyulang KDG02, Relai bekerja dengan tepat saat mengatasi gangguan sesuai setting dan wilayah kerjanya. Ketika terjadi gangguan di sisi penyulang KDG02 sebesar 628 A yang merupakan arus gangguan terkecil maka akan dideteksi oleh relai karena setting arusnya di 180 A, maka CB yang pertama kali bekerja adalah CB penyulang KDG02 dan tidak mempengaruhi CB di sisi Incoming karena koordinasi proteksi relai memerintahkan KDG02 open sebelum arus gangguan masuk ke sisi Incoming.

## SARAN

Untuk meningkatkan kehandalan Sistem Kandungan, pada penyulang lain agar dipasang directional relai agar sistem proteksi lebih selektif dan sensitif. Dan dapat dicoba menghitung nilai losses pada jaringan sebagai variabel tambahan yang dapat menambah tingkat keakuratan data arus hubung singkat pada masing masing penyulang dan juga bisa dihitung Setting di penyulang lain yang bersifat radian langsung berhubungan dengan beban.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bariq, Julda Faisal. 2016. "Analisis Perencanaan Koordinasi Sistem Proteksi Relai Arus Lebih pada Jaringan Distribusi Tenaga Listrik di Pusdiklat Migas Cepu". Jurnal. Surakarta. Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- British Standard. 142. Electrical protection Relai. Requirements for the families of protection Relais. Specification for thermal

electrical Relais. London :British Standard Institution. 1991.

- Cristophe Preve, Protection of Electrical Network, ISTE Ltd, Great Britain and the United States, 2006.
- GEC Alstom, Protective Relais Application Guide, Stafford, England, 1987.
- Hasbullah, Sistem Proteksi Tegangan Tinggi. Teknik Elektro, FPTK UPI.
- IEEE Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power System, IEEE Standart 242- 1986.
- Nova, Tirza; Syahrial, 2013. "Perhitungan Setting Rele OCR Dan GFR Pada Sistem Interkoneksi Diesel Generator Di Perusahaan "X"". Jurnal. Bandung. Institut Teknologi Nasional.
- Patra Jaya, Rizky. 2017. "Analisis Perhitungan Setting Relai Arus Lebih (OCR) Gardu Hubung Kantor PT. PLN Persero Area Jambi". Jurnal. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Prayoga Setiajie, Juningtyastuti dan Susatyo Handoko. 2015. "Evaluasi Setting Relai Arus Lebih dan Setting Relai Gangguan Tanah pada Gardu Induk Sronдол". Jurnal. Semarang. Universitas Diponegoro.
- WECC (1989), Relaiing Current Transformer Application Guide.