

# STUDI DAN ANALISIS GANGGUAN KINERJA *OVER CURRENT RELAY* (OCR) PADA SISTEM PROTEKSI Gardu Induk 150 KV MEDARI SLEMAN

Deni Rachmat Hakim, Ramadoni Syahputra, Kunnu Purwanto  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Kasihan,  
Bantul, Yogyakarta 55183  
Email: rachmathakimdeni@yahoo.co.id

---

## INTISARI

Salah satu yang mendukung berkembangnya teknologi adalah jumlah ketersediaan energi listrik yang harus terpenuhi dengan baik. Semakin meningkatnya jumlah penduduk pada suatu wilayah, maka permintaan untuk kebutuhan listriknya juga akan meningkat, sehingga semakin meningkat beban listrik akan membawa dampak pada kemampuan kerja transformator. Maka dari itu transformator yang digunakan harus memiliki sistem pelindung dari beban berlebih. *Over Current Relay* (OCR) adalah sebuah *relay* pengaman arus lebih yang akan bekerja apabila adanya arus lebih yang terpasang pada jaringan tegangan tinggi, tegangan menengah, dan juga pada pengaman transformator. Metode yang digunakan dengan menggunakan simulasi ETAP dan perhitungan menggunakan dengan rumus. OCR adalah suatu *relay* yang akan bekerja pada saat arus yang melewati *relay* tersebut, penelitian ini menganalisis kendala yang ada pada sistem *Over Current Relay* (OCR) yang ada pada Gardu Induk 150 KV Medari Sleman. Dengan menggunakan *software* ETAP sebagai bahan ujicoba utama.

**KATA KUNCI:** ETAP, *Over Current Relay*, Sistem Proteksi Listrik.

---

## 1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk pada suatu wilayah, maka kepenggunaan listrik juga akan terus meningkat. Sehingga penyaluran listrik dari Gardu Induk (GI) harus mencukupi dan memadai, juga mencakup faktor keselamatan bagi para konsumen. Perkembangan jumlah penduduk yang terus bertambah berpengaruh kepada kebutuhan listrik yang disuplai. Semakin tinggi pertumbuhan penduduk maka akan semakin besar pula beban listrik yang dibutuhkan, sehingga arus listrik yang disuplai juga harus ditambah. Hal tersebut dapat berpengaruh terhadap kemampuan kerja transformator yang memiliki batasan. Dengan adanya beban penggunaan yang berlebihan maka akan berdampak pada kinerja

transformator yang harus dilindungi dengan sistem proteksi yang baik, untuk mencegah rusaknya transformator dan terjadinya ledakan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Gardu Induk

Gardu Induk adalah suatu instalasi kelistrikan yang dibangun sebagai awal dari penyaluran tenaga listrik dengan memiliki beberapa fungsi yang utama, diantara lain sebagai berikut:

1. Menjadi tempat pengawasan operasi sistem dan juga sebagai pengaturan pengamanan dari sebuah sistem tenaga listrik yang bekerja.
2. Mentransformasikan tenaga listrik dari tegangan tinggi ke gardu induk lainnya dan juga dapat

mentransformasikan ke tegangan menengah.

3. Sebagai pengatur daya gardu induk lainnya melalui *feeder* tegangan menengah.

## 2.2 Transformator Daya

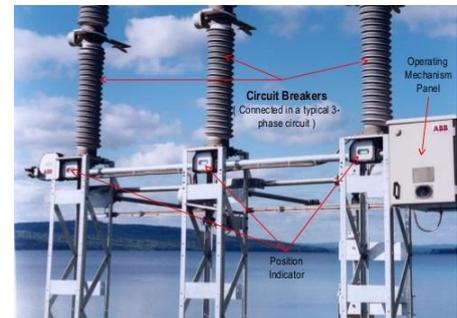
Transformator Daya adalah suatu peralatan tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga listrik atau daya listrik dari tegangan yang lebih tinggi ke tegangan yang lebih rendah atau sebaliknya. Pada saat penyaluran tenaga listrik transformtor dapat dikatakan adalah jantung dari saluran transmisi dan saluran distribusioleh Tubuh Manusia

Adanya gangguan tanah dapat mengakibatkan beda potesial di permukaan tanah, sehingga arus gangguan dapat mengalir melalui tubuh manusia dapat membahayakan manusia itu sendiri. Efek dari arus listrik yang melewati bagian-bagian vital tubuh manusia bergantung pada durasi, besar, dan frekuensi dari arus tersebut. Bagian dari tubuh manusia paling berbahaya jika terkena paparan semacam ini adalah jantung, kondisi ini biasa disebut sebagai fibrilasi ventrikel, yang mengakibatkan terhambatnya sirkulasi darah dengan cepat.

## 2.3 Circuit Breaker (CB)

*Circuit Breaker* adalah sebuah instrument pemutus yang memiliki fungsi sebagai pemutus atau penyambung arus beban nominal untuk kepentingan operasi sistem. Salah satu bahaya dari penggunaan arus listrik yang tidak benar jika terjadinya hubungan pendek dapat terjadi karena aliran listrik lebih besar daripada tahanan listrik sehingga menyebabkan arus meledak, memotong sirkit listrik dan menghentikan aliran listrik. Selain itu juga pemutus beban juga harus dapat memutuskan arus hubungan singkat dan arus gangguan lain, bila terjadi gangguan pada sebuah saluran atau jaringan yang ada pada daerah proteksi. Foto tampak

*Circuit Breaker* (CB) dapat dilihat pada gambar 2.3 disamping ini.



Gambar 2. 1 *Circuit Breaker*

(Sumber <http://engineering4read.blogspot.com> )

Untuk memilih pemutus yang baik maka akan lebih baik hendaknya menentukan nilai kapasitas pemutus arus yang sesuai. Agar mrmiliki nilai kapasitas yang tinggi, karena pada jaringan 150 KV arus hubung singkat yang mungkin terjadi bernilai besar bahkan dapat lebih. Dapat menggunakan rumus:

$$I_{nom} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$I_{nom}$  = Arus Nominal (A)

P = Daya titik (W)

V = Tegangan daya fasa ke netral (V)

## 2.4 Proteksi *Over Current Relay* (OCR)

Merupakan sebuah alat yang bekerja ketika ada gangguan hubungan singkat yang memiliki dampak pada kenaikan arus, oleh karena itu disebut relay arus lebih. *Relay* arus lebih dapat dikoordinasikan dengan relay lain atau dengan *Ground Fault Relay* (GFR) dengan memberikan waktu yang sebenarnya merupakan inti dari setelan relay selain itu juga perhitungan setelan arus.

### 1. *Standard Inverse*

Standard inverse adalah jenis relay yang sangat baik untuk dikoordinasikan karena memiliki tunda waktu yang statis, serta memiliki setelan kurva arus dan waktu sehingga relay dapat lebih memberikan tunda waktu berdasarkan besar atau

tidaknya arus yang terukur. Semakin besar arus maka semakin kecil waktu tundanya. Ketentuan rumus umum dari standard inverse adalah:

$$t = \frac{0,14 \times TMS}{\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$TMS = \frac{t \times \left(\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1\right)}{0,14}$$

Dimana :

- t : Waktu (s)
- tms : Standar waktu setting relay
- I fault : Arus gangguan (A)
- I set : Setting Arus (A)

## 2. Setting OCR

Arus Setting untuk relay OCR pada sisi primer transformator tenaga yaitu:

$$I_{set (sekunder)} = I_{set (primer)} \times \frac{1}{Rasio CT} \dots\dots (2.3)$$

Dimana

$$I_{Set (sekunder)} = Setting Arus sekunder (A)$$

$$I_{set (primer)} = Setting Arus primer (A)$$

Untuk mendapatkan nilai setelan sekunder yang dapat di set pada relay OCR, maka haruslah dihitung dengan menggunakan rasio trafo (CT) yang harus terpasang pada sisi primer maupun sisi sekunder pada transformator tenaga.

## 2.5 Proteksi Ground Fault Relay (GFR)

Relay ini bekerja dengan melakukan pendeteksian melalui binary input yang ada pada relay sehingga memerintahkan binary output agar memberikan perintah apabila ada hubung singkat ke tanah. Relay ini bekerja ketika adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai setting pengaman tertentu dalam jangka waktu tertentu yang telah ditetapkan, apabila terjadi gangguan arus hubung singkat fasa ke tanah.

## 1. Prinsip Kerja GFR

Pada Kondisi Normal beban seimbang dan tidak ada gangguan, sehingga pada kawat netral tidak timbul arus dan juga pada relay yang terhubung ke tanah tidak dialiri arus. Relay hubung ke tanah akan bekerja apabila timbul arus urutan nol pada kawat netral yang disebabkan oleh gangguan hubung singkat ke tanah ataupun ketidak seimbangan arus.

## 2. Setting GFR

Arus setting untuk relay GFR pada sisi primer transformator tenaga adalah:

$$I_{set (primer)} = 10\% \times I_{nom} \text{ trafo} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana

$$I_{Set} = Setting Arus (A)$$

$$I_{nom} = Arus nominal transformator (A)$$

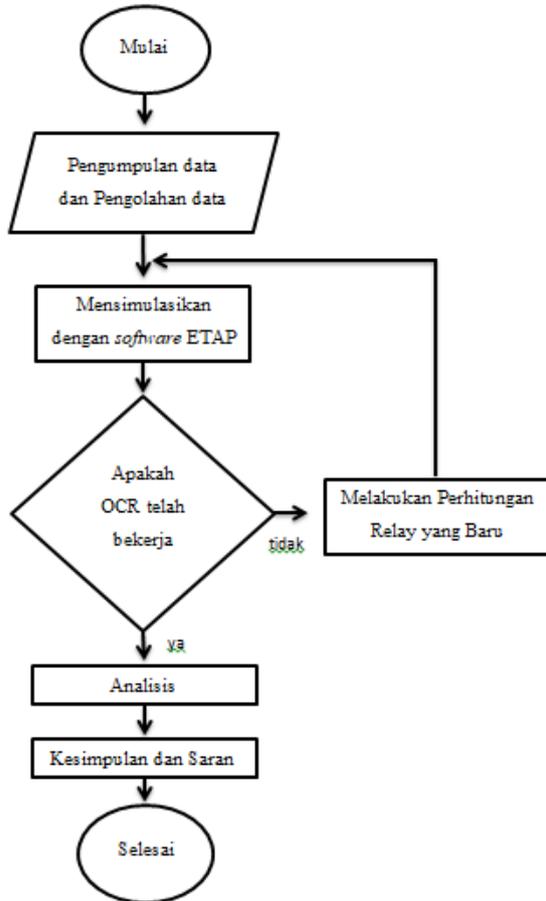
Untuk mendapatkan nilai setting GFR yang benar haruslah menggunakan data yang sama dengan yang terdapat pada trafo

## 2.6 Software ETAP

Electric Transient Analysis Program (ETAP) adalah salah satu software yang digunakan untuk sistem tenaga listrik. Software ini dapat bekerja secara offline untuk mensimulasikan tenaga listrik dan juga dapat bekerja secara online untuk pengelolaan data real time. Untuk menggambarkan single diagram dari satu sistem jaringan maka dapat diketahui bagaimana kondisi suatu jaringan itu bekerja.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan beberapa tahapan, mulai dari studi pendahuluan, pengambilan data, serta analisis perhitungan yang dapat dilihat pada diagram alur berikut:



### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Setting Relay OCR dan GFR

Jenis Relay	Setting	Sisi Incoming	Sisi Penyulang
OCR (Standard Inverse)	TMS	0,23	0,20
	t (detik)	0,6	0,3
GFR (Standard Inverse)	TMS	0,43	0,29
	t (detik)	0,6	0,3

Pada Gardu Induk 150 kV Medari ini, OCR dan GFR yang digunakan memiliki karakteristik *standard inverse*, dengan nilai TMS dan t (*time*) disetiap sisi berbeda-beda. Sisi *incoming relay* OCR memiliki nilai TMS sebesar 0,23 dengan t 0,6 detik. Sedangkan *relay* GFR memiliki nilai TMS sebesar 0,43 dengan t 0,6 detik juga. Dari sisi penyulang, *relay* OCR ini memiliki nilai TMS sebesar 0,20 dengan t 0,3 detik, sedangkan *relay* GFR nya sendiri memiliki nilai TMS sebesar 0,29 dengan t 0,3 detik juga.

#### 4.2 Menghitung Impedansi Sumber

Untuk menghitung sebuah besarnya nilai impedansi sumber yang dapat diuraikan menggunakan rumus dibawah ini:

$$MVAsc = \sqrt{3} \times I_{sc} \times V$$

Dimana:

$I_{sc}$  = Arus hubung singkat sisi 20 kV (kA)

$V$  = Tegangan Sisi primer (kV)

Maka:

$$MVAsc = \sqrt{3} \times 16 \text{ kA} \times 150 \text{ kV} = 4156,92 \text{ MVA}$$

Dari nilai diatas, besarnya impedansi sumber ( $X_s$ ) adalah sebagai berikut:

$$X_{s(150 \text{ kV})} = \frac{kV(\text{sisi primer})^2}{MVA \text{ hubung singkat}} = \frac{150^2}{4156,92} = 5,41 \Omega$$

#### 4.3 Menghitung Reaktansi Pada Transformator 1

Untuk mendapatkan sebuah nilai reaktansi pada trafo 1 yaitu 30 MVA, di Gardu Induk Medari 150 kV memiliki nilai impedansi trafo 1 sebesar 12,71 %, maka apabila ingin mendapatkan nilai reaktansi trafo urutan positif dan negatifnya serta nilai reaktansi urutan nol dalam satuan ohm, maka pertama yang harus dilakukan menghitung besarnya nilai ohm dalam skala 100% terlebih dahulu.

Besar nilai ohm pada 100% yaitu:

$$X_t(\text{pada nilai } 100\%) = \frac{(kV \text{ sisi Bus})^2}{MVA \text{ Trafo}}$$

$$X_t \text{ (pada nilai 100\%)} = \frac{20^2}{30 \text{ MVA}} = 13,33 \Omega$$

Selanjutnya nilai reaktansi trafo tenaga yaitu:

Nilai reaktansi urutan nilai positif dan nilai negative ( $X_{t1} = X_{t2}$ )

$$X_t = 12,71\% \times 13,33 = 1,69 \Omega$$

Nilai reaktansi urutan nilai nol ( $X_{t0}$ )

Karena pada transformator daya di Gardu Induk Medari 150 kV menggunakan YN yn0, sehingga nilai  $X_{t0}$  memiliki nilai kisaran 9 sampai dengan 14.  $X_{t1}$ . Maka dalam perhitungan menggunakan nilai  $X_{t0}$  lebih kurang 10  $X_{t1}$ . Sehingga didapat nilai reaktansi urutan nol seperti perhitungan dibawah ini:

$$X_{t0} = 10 \times 1,68 = 16,9 \Omega$$

#### 4.4 Setting OCR dan GFR terhitung sisi

##### *Incoming.*

Relay Penyulang	Setting Perhitungan	Hasil
OCR	TMS	0,1201
	Rasio CT	1000/1
	t (detik)	0,69
	I set primer	1941,17 A
	I set sekunder	1,941 A
GFR	TMS	0,294
	Rasio CT	1000/1
	t (detik)	0,69
	I set primer	96,576 A
	I set sekunder	0,241 A

#### 4.5 Pemeriksaan Waktu Kerja Relay

Penggunaan *relay* yang memiliki karakteristik *standard inverse* maka besarnya nilai pemeriksaan waktu kerja *relay* disetiap titik-titik lokasi gangguan

0% sampai dengan 100% dapat diuraikan dengan rumus:

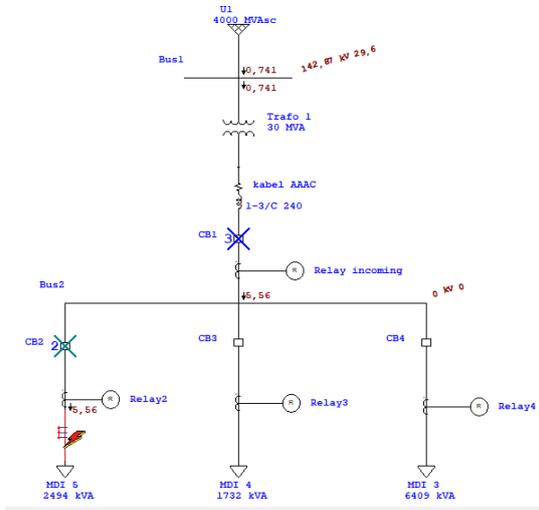
$$t = \frac{0,14 \times TMS}{\left(\frac{I_{fault}}{I_{set}}\right)^{0,02} - 1}$$

#### 4.6 Perbandingan Setting Relay OCR dan GFR Terpasang Dengan Terhitung Serta Berdasarkan ETAP

terpasang dengan yang terhitung memiliki sedikit perbedaan dimana nilai TMS dan t (waktu) pada OCR sisi incoming terpasang sebesar 0,25 dan 0,6 detik sedangkan yang terhitung sebesar 0,192 dan 0,69 detik sehingga TMS dan t (waktu) memiliki selisih sekitar 0,058 dan 0,19 detik. Begitu pula OCR pada sisi penyulang, TMS dan t (waktu) terpasang sebesar 0,21 dan 0,3 detik, sedangkan yang terhitung sebesar 0,1093 dan 0,29 detik maka memiliki selisih 0,1007 dan 0,1 detik.

Selanjutnya pada bagian GFR sisi *incoming*, TMS dan t (waktu) terpasang sebesar 0,44 dan 0,6 detik, sedangkan terhitung sebesar 0,294 dan 0,6 detik memiliki selisih 0,146 dan 0 detik. GFR pada sisi penyulang TMS dan t (waktu) terpasang sebesar 0,29 dan 0,3 detik, terhitung sebesar 0,1161 dan 0,29 detik memiliki selisih 0,1739 dan 0,01 detik. Jika diperhatikan selisih yang ada pada nilai TMS dan tidak terlalu besar dan dengan nilai t (waktu) tidak memiliki selisih begitu jauh, karena nilai t (waktu) digunakan *relay* untuk mengaktifkan apabila terjadi gangguan yang dirasakan. Sehingga berdasarkan table tersebut dapat dikatakan bahwa koordinasi proteksi *relay* yang ada masih cukup bagus dan *setting relay* yang terpasang digardu induk sudah cukup baik.

## Simulasi Koordinasi Proteksi Sisi Penyulang



Dari gambar simulasi diatas, gangguan yang dilakukan pada jaringan yang penyulang, maka yang terjadi adalah *relay 2* akan membaca dan merasakan besaran dari arus gangguan yang terjadi dan akan memerintahkan CB 2 untuk bekerja jika arus gangguan melebihi batas *setting*. Saat arus gangguan melebihi batas *setting* maka, *relay 2* akan memerintahkan CB 2 yang merupakan CB (pemutus) yang berada terdekat dengan penyulang bekerja dari kondisi tertutup (*close*) menjadi terbuka (*open*) akibat adanya gangguan dengan waktu kerja *relay* 0,3 detik. Selanjutnya jika CB 2 tidak dapat mengatasi gangguan maka CB 1 akan bekerja dan men *trip* kan jaringan dengan waktu kerja *relay* 0,6 detik

### 5. KESIMPULAN

Setelah dilakukannya penelitian dan pengambilan data-data pada Gardu Induk 150 kV Medari Sleman, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian nilai perhitungan dan nilai yang terpasang pada Gardu Induk,

dapat diambil kesimpulan bahwa semakin cepat kerja sebuah *relay* bekerja maka semakin baik karena dapat menghindari lebih banyaknya kerusakan alat dan membatasi daerah yang mengalami dampak gangguan.

2. Setelah melakukan perhitungan sehingga didapat kesimpulan yaitu nilai arus hubung singkat paling besar terjadi pada bagian 3 fasa terdapat pada titik lokasi gangguan 0% adalah sebesar 6356,7 *Ampere*, selanjutnya nilai arus gangguan hubung singkat 2 fasa dengan jarak titik lokasi gangguan 0% adalah sebesar 5505,0 *Ampere*, selanjutnya nilai arus gangguan hubung singkat 2 fasa ke tanah dengan jarak titik lokasi gangguan 0% adalah sebesar 5789,9 *Ampere*, dan terakhir nilai arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah dengan jarak titik lokasi gangguan 0% adalah sebesar 1692,3 *Ampere*.
3. Nilai hasil dari *setting relay* pada bagian sisi penyulang memiliki waktu kerja *relay* lebih cepat dibandingkan dari nilai *setting* waktu kerja *relay* pada bagian *incoming*, hal ini

dapat terjadi karena jarak mempengaruhi hasil gangguan yang terjadi, semakin dekat jarak lokasi gangguan maka semakin kecil waktu kerja *relay*.

4. Nilai *setting* OCR dan GFR memiliki kesamaan dimana waktu kerja *relay* GFR pada bagian sisi penyulang lebih cepat dibandingkan waktu kerja *relay* GFR pada sisi *incoming*, karena gangguan yang terjadi berpengaruh dari titik gangguan lokasi yang terjadi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aryanto, Tofan dkk. 2013. "*Frekuensi Gangguan Terhadap Kinerja Sistem Proteksi di Gardu Induk 150 kV Jepara*". Universitas Negeri Semarang.
- Fajrian, R. 2015. *Analisa Koordinasi Proteksi Overcurrent Relay Pada Jaringan Distribusi SUTM 20 kV dengan menggunakan Software ETAB*. Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Indra, Baskara. 2015. *Studi Koordinasi Peralatan proteksi OCR dan GFR pada penyulang Tibubeneng*. Teknik Elektro Universitas Udayana.
- Satya, Ary. 2018. *Analisis Koordniasi Proteksi Overcurrent Relay (OCR) Pada Sistem Kelistrikan Industri di PT. Dian Swastika Sentsa Plant 1 Tbk Kaeawang*. Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Setyawan, A. 2017. *Analisis Koordinasi Proteksi Pada PT. PLN (PERSERO) Gardu Induk Wonosobo Menggunakan Software Aplikasi ETAP*. Tugas Akhir Pada Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Syahputra, R. 2005. *Transmisi Distribusi*. Diktat Kuliah Pada Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Syahputra, R. 2016. *Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik*. LP3M Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. 2016.
- Triyono, Yoyok. 2015. *Analisa Studi Rele Pengaman Over Current Relay dan Ground Fault pada pemakaian Distribusi Daya Sendiri pada PLTU Rembang*, Institut Teknologi Sepuluh November, 2015.
- Yanuwirawan. Edo. 2015. *Studi Koordinasi Proteksi Rele Arus Lebih dan Ground Fault pada Sistem Eksisting PT Vico Indonesia*, Institut Teknologi Sepuluh November.