

# ANALISA SETTING RELAY PENGAMAN GENERATOR PLTG DI PT INDONESIA POWER UBP BALI UNIT PESANGGARAN

I.G.N. Rudy,<sup>1</sup>I. W. Rinas,<sup>2</sup>I. M. Suartika<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email: [sweet.black91@yahoo.com](mailto:sweet.black91@yahoo.com)<sup>1</sup>, [rinas@ee.unud.ac.id](mailto:rinas@ee.unud.ac.id)<sup>2</sup>, [suartika@ee.unud.ac.id](mailto:suartika@ee.unud.ac.id)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

*Pembangkit Listrik Tenaga Gas di PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran memiliki total daya terpasang sebesar 125.45 MW dan total daya mampu sebesar 107.5 MW. Salah satu contoh gangguan yang pernah terjadi di Pesanggaran yaitu gangguan yang menyebabkan arus lebih pada generator PLTG 3 terjadi trip (lepas). Analisa perhitungan setting relay over current relay dan ground fault relay pengaman generator PLTG. Untuk mensimulasikan gangguan hubung singkat pada sistem kelistrikan di pesanggaran menggunakan program ETAP. Hasil analisa ini menunjukkan perhitungan setting arus relay OCR generator PLTG 1 & 2 sebesar 35 A, PLTG 3 & 4 sebesar 37 A. Sedangkan perhitungan nilai setting arus relay GFR generator PLTG 1 & 2 sebesar 109 A, PLTG 3 & 4 sebesar 426 A. Perhitungan waktu tunda OCR generator PLTG 1 & 2 sebesar 1,29 detik, PLTG 3 & 4 sebesar 1,37 detik. Sedangkan perhitungan waktu tunda GFR generator PLTG 1 & 2 sebesar 1,37 detik, PLTG 3 & 4 sebesar 0,79 detik. Perhitungan waktu kerja OCR generator PLTG 1 & 2 sebesar 1,39 detik PLTG 3 & 4 sebesar 1,38 detik. Sedangkan hasil perhitungan waktu kerja GFR generator PLTG 1 & 2 sebesar 2,42 detik, PLTG 3 & 4 sebesar 1,39 detik. Koordinasi antara relay OCR dan relay GFR terlihat dari jenis gangguan hubung singkat yang terjadi. Pada gangguan hubung singkat tiga fasa dan hubung singkat antar fasa yang bekerja sebagai pengaman utama adalah relay OCR, sedangkan relay GFR tidak bekerja karena pada gangguan tersebut pada kawat netral tidak mengalir arus gangguan.*

**Kata kunci :** Hubung Singkat, Over Current Relay, Ground fault relay, setting P.S.M

## 1. PENDAHULUAN

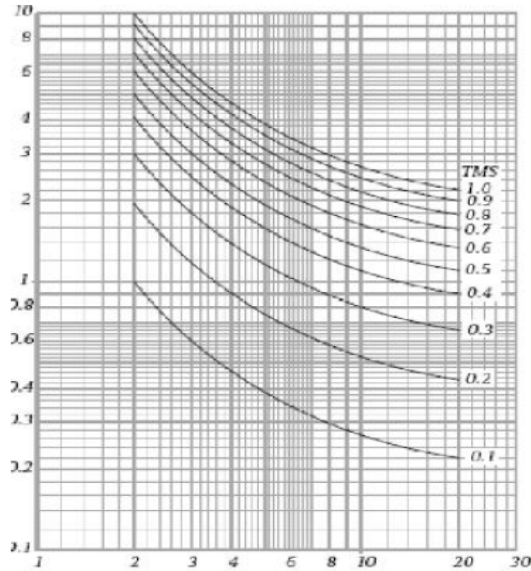
Unit Bisnis Pembangkitan Bali adalah salah satu unit pembangkit milik PT Indonesia Power yang menyediakan tenaga listrik khusus untuk Pulau Bali. Pembangkit Listrik Tenaga Gas di PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran memiliki total daya terpasang sebesar 125.45 MW dan total daya mampu sebesar 107.5 MW. Terdapat 4 unit PLTG di Pesanggaran yang memiliki kapasitas generator yang berbeda-beda. Salah satu contoh gangguan yang pernah terjadi pada generator PLTG yaitu Salah satu contoh gangguan yang pernah terjadi di Pesanggaran yaitu gangguan yang menyebabkan arus lebih pada generator PLTG 3 terjadi trip (lepas) [1]. Selain itu, bahaya yang mungkin terjadi akibat adanya gangguan adalah stabilitas sistem terganggu dan isolasi kumparan stator generator akan rusak karena panas yang berlebihan. Gangguan fasa ke tanah adalah gangguan yang terjadi akibat kerusakan

isolasi stator maupun inti besi terlamina pada generator. Kerusakan yang terjadi tergantung pada besarnya arus gangguan yang terjadi. Generator perlu dilindungi dengan peralatan pengaman yang dapat berfungsi untuk mendeteksi adanya gangguan hubung singkat, maka diperlukan perhitungan dan analisa agar setting relay dapat bekerja secara baik sesuai fungsinya sebagai pengaman, sehingga sistem kelistrikan generator PLTG akan beroperasi dengan baik ketika dibutuhkan untuk penyediaan energi listrik [1]

Penelitian ini membahas tentang analisa perhitungan setting relay over current relay dan ground fault relay pengaman generator PLTG. Untuk mensimulasikan gangguan hubung singkat pada sistem kelistrikan di pesanggaran menggunakan program ETAP. Hasil simulasi hubung singkat tersebut digunakan untuk menentukan arus gangguan maksimum dan arus gangguan minimum, serta waktu tunda dan waktu kerja relay. Setelah didapat hasilnya, dilanjutkan



Setting arus ( $I_s$ ) pada relay OCR umumnya didasarkan pada hasil arus gangguan, dengan demikian gangguan hubung singkat di beberapa seksi berikutnya, maka relay arus akan bekerja. Syarat untuk menentukan waktu tunda ( $t_d$ ) dari relay arus lebih [3], dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 2 Kurva karakteristik Over Current Relay

Maka waktu tunda terhadap gangguan minimum dapat dicari dengan Persamaan sebagai berikut

$$t_d = \frac{\left( \frac{I_f}{P.S.M} \right)^{0,02} - 1}{0,14} \times t \quad (5)$$

Dengan :

$I_f$  = adalah arus gangguan minimum

$t_d$  = adalah waktu tunda

Waktu kerja relay terhadap gangguan maksimum dapat dicari dengan Persamaan sebagai berikut:

$$t = \frac{0,14}{\left( \frac{I_f}{P.S.M} \right)^{0,02} - 1} \times t_d \quad (6)$$

Dengan

$I_f$  = adalah arus gangguan maksimum

$t$  = adalah waktu kerja

### 2.3 Karakteristik Ground Fault Relay (GFR)

Relay GFR pada dasarnya memiliki prinsip kerja sama dengan relay arus lebih OCR namun memiliki perbedaan dalam kegunaannya. Bila relay OCR mendeteksi adanya arus lebih terhadap gangguan antar fasa. Sedangkan relay GFR mendeteksi adanya adanya arus gangguan fasa ke tanah saat terjadi gangguan hubung singkat ke tanah [3].

#### 2.3.1 Prinsip GFR

Pada kondisi normal, nilai arus sama besar, sehingga pada kawat netral tidak timbul arus dan GFR tidak dialiri arus. Bila terjadi arus yang tidak seimbang atau terjadi gangguan hubung singkat ke tanah, maka akan timbul arus urutan nol pada kawat netral, sehingga GFR akan bekerja [3].

#### 2.3.2 Setting GFR

Sebagai dasar dalam setting GFR tersebut digunakan rumus P.S.M (Plug Setting Multiplier), *Fault Current* (Arus Gangguan), *VT Ratio* (Ratio Trafo Tegangan), *Current Setting* (*setting* Arus) [3] Persamaan sebagai berikut:

$$P.S.M(GFR) = \frac{\text{Fault Current}}{VT \text{ Ratio} \times \text{Current Setting}} \quad (7)$$

Pada zone pengaman relay arus adanya penentuan nilai arus pengaman adalah arus gangguan yang dibawah setting relay yang dihasilkan pada pembangkit atau biasa juga dikatakan arus gangguan minimum [3], Untuk gangguan Tiga Fasa dapat dicari dengan persamaan (3) dan mencari nilai arus nominal dengan Persamaan (4):

Setting arus ( $I_s$ ) pada GFR pada umumnya didasarkan pada hasil arus gangguan, dengan demikian gangguan hubung singkat, maka relay arus akan bekerja. Syarat untuk menentukan waktu tunda ( $t_d$ ) dari GFR [3] pada Gambar 1. Maka waktu tunda ( $t_d$ ) dapat dicari dengan Persamaan (5) dan waktu kerja ( $t$ ) Persamaan (6):

**2.4 Current Transformer (CT) dan Voltage Tranformer (VT).**

Current Transformer (CT) adalah suatu peralatan transformator yang diletakkan dalam rangkaian tenaga listrik yang berguna sebagai peralatan ukur yang dihubungkan dengan relay pengaman. Voltage Tranformer (VT) adalah suatu peralatan transformator yang berfungsi untuk menurunkan tegangan yang lebih tinggi ke tegangan yang lebih rendah dengan menggunakan setting relay [4].

**3. METODOLOGI PENELITIAN**

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data – data teknis seperti, *single line diagram*, data generator PLTG unit, data *relay* yang terpasang pada generator PLTG, di PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran.
2. Menggambarkan single line diagram sesuai data sistem kelistrikan PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran.
3. Analisa hubung singkat pada busbar 11 kV dan busbar 150 kV dengan menggunakan program *ETAP*
4. Menghitung nilai waktu tunda dan waktu kerja dari OCR dan waktu tunda dan waktu kerja dari *GFR* pada generator PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran.
5. Mengetahui koordinasi antara OCR dan *GFR* PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Perhitungan Nilai Setting Over Current Relay (OCR) Pada Generator PLTG di PT. Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran**

Menentukan arus yang bekerja pada alat pengaman generator PLTG 1. Ratio trafo arus (CT): 2000/5 Setting OCR [5] dapat dicari dengan Persamaan (1):

$$P.S.M (OCR) = \frac{\text{FaultCurrent}}{CTRasio \times \text{CurrentSetting}}$$

Diketahui: Fault Current = 15305 A, Current Setting = 1,05 - 1,1. Sehingga :

$$P.S.M = \frac{15305}{2000/5 \times 1,1}$$

Jadi nilai P.S.M.(OCR) adalah:

$$P.S.M = 35 A$$

Dengan rumus yang sama dapat dicari perhitungan setting arus (P.S.M) OCR dimasing-masing generator PLTG PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Setting OCR

NO	Lokasi Gangguan	(OCR)
		P.S.M (A)
1	Generator PLTG 1	35
2	Generator PLTG 2	35
3	Generator PLTG 3	37
4	Generator PLTG 4	37

Setting waktu relay OCR generator PLTG 1 Waktu kerja dari relay arus lebih generator PLTG 1 ditentukan sebesar  $t = 2$  detik Sehingga waktu tundanya dapat dicari dengan Persamaan (5) sebagai berikut:

$$t_d = \frac{\left( \frac{I_f}{P.S.M} \right)^{0,02} - 1}{0,14} \times t$$

Diketahui:

$$I_f = 2722 A$$

$$t = 2 \text{ detik}$$

Sehingga :

$$t_d = \frac{(2722/35)^{0,02} - 1}{0,14} \times 2$$

$$t_d = 1,29 \text{ detik}$$

Jadi waktu kerja OCR dapat dicari dengan Persamaan (6):

Sehingga :

$$t = \frac{0,14}{(15305/35)^{0,02} - 1} \times 1,29$$

$$t = 1,39 \text{ detik}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan hasil setting arus OCR (P.S.M) generator PLTG 1 sebesar 35 A. Sedangkan waktu tunda relay (td) generator PLTG 1 didapat hasil sebesar 1,29 detik. Dan waktu kerja OCR generator PLTG 1 didapat hasilnya yaitu sebesar 1,39 detik. Dengan rumus yang sama dapat dicari perhitungan setting arus, waktu tunda dan waktu kerja OCR pada pengaman generator PLTG dimasing-masing generator PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Perhitungan Waktu Tunda dan Waktu Kerja Over Current Relay Pengaman Generator PLTG di PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran

No	Lokasi Gangguan	CT Ratio	Setting Analisa		
			P.S.M (A)	Waktu Tunda (Detik)	Waktu Kerja (Detik)
1	Generator PLTG 1	2000/5	35	1,29	1,39
2	Generator PLTG 2	2000/5	35	1,29	1,39
3	Generator PLTG 3 & 4	4000/5	37	1,37	1,38

#### 4.2 Perhitungan Nilai Setting Ground Fault Relay (GFR) Pada Generator PLTG di PT. Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran

Untuk menentukan nilai setting arus GFR pada generator PLTG 1, pertama-tama ditentukan arus gangguan fasa yang bekerja pada pengaman generator PLTG 1 tersebut. Nilai arus tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus waktu tunda dan waktu kerja GFR. Menentukan arus yang bekerja pada alat pengaman generator PLTG 1. Ratio trafo tegangan (VT):11500/110 [5]. Setting relay arus gangguan fasa ke tanah (Ground Fault Relay) dapat dicari dengan persamaan (7):

$$P.S.M (GFR) = \frac{\text{FaultCurrent}}{VT\text{Ratio} \times \text{CurrentSetting}}$$

Diketahui: *Fault Current* = 10373 A *Current Setting* = (1,05 - 1,1). Sehingga

$$P.S.M = \frac{10373}{11500/110 \times 1,1}$$

Jadi nilai P.S.M.(GFR) adalah:

$$P.S.M = 109 \text{ A}$$

Dengan rumus yang sama dapat dicari perhitungan setting relay setting arus (P.S.M) GFR dimasing-masing generator PLTG PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Setting GFR

NO	Lokasi Gangguan	GFR
		P.S.M (A)
1	Generator PLTG 1	109
2	Generator PLTG 2	109
3	Generator PLTG 3	426
4	Generator PLTG 4	426

Dengan rumus yang sama dapat dicari perhitungan setting relay arus gangguan fasa ke tanah GFR (P.S.M) dimasing-masing generator PLTG PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran tabel sebagai berikut..

Tabel 4. Perhitungan Waktu Tunda dan Waktu Kerja Ground Fault Relay Pengaman Generator PLTG di PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran.

No	Lokasi Gangguan	VT Ratio	Setting Analisa		
			P.S.M (A)	Waktu Tunda (detik)	Waktu Kerja (detik)
1	Generator PLTG 1	11500/110	109	1,37	2,42
2	Generator PLTG 2	11500/110	109	1,37	2,42
3	Generator PLTG 3 & 4	13800/240	426	0,79	1,39

#### 4.3 Koordinasi Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR) Generator PLTG di PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran

Koordinasi OCR dan GFR Generator PLTG PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut:



Tabel 5. Perbedaan setting P.S.M, waktu tunda dan waktu kerja OCR (over current relay) dan setting P.S.M, waktu tunda dan waktu kerja GFR (ground fault relay)

NO	Lokasi Gangguan	OCR			GFR		
		P.S.M (A)	Waktu tunda (detik)	Waktu Kerja (detik)	P.S.M (VA)	Waktu tunda (detik)	Waktu Kerja (detik)
1	Generator PLTG 1	35	1.29	1,39	109	1,37	2,42
2	Generator PLTG 2	35	1.29	1,39	109	1,37	2,42
3	Generator PLTG 3	37	1.37	1,38	426	0,79	1,39
4	Generator PLTG 4	37	1.37	1,38	426	0,79	1,39

Koordinasi antara relay OCR dan relay GFR terlihat dari jenis gangguan hubung singkat yang terjadi. Pada gangguan hubung singkat tiga fasa dan hubung singkat antar fasa yang bekerja sebagai pengaman utama adalah relay OCR, sedangkan relay GFR tidak bekerja karena pada gangguan tersebut pada kawat netral tidak mengalir arus gangguan [6].

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa sistem pengaman generator PLTG di PT Indonesia Power UBP Bali Unit Pesanggaran, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan setting arus relay OCR generator PLTG 1 & 2 sebesar 35 A, PLTG 3 & 4 sebesar 37 A. Sedangkan perhitungan nilai setting arus relay GFR generator PLTG 1 & 2 sebesar 109 A, PLTG 3 & 4 sebesar 426 A.
2. Perhitungan waktu tunda OCR generator PLTG 1 & 2 sebesar 1,29 detik, PLTG 3 & 4 sebesar 1,37 detik. Sedangkan perhitungan waktu tunda GFR generator PLTG 1 & 2 sebesar 1,37 detik, PLTG 3 & 4 sebesar 0,79 detik.
3. Perhitungan waktu kerja OCR generator PLTG 1 & 2 sebesar 1,39 detik PLTG 3 & 4 sebesar 1,38 detik. Sedangkan hasil perhitungan waktu kerja GFR generator PLTG 1 & 2 sebesar 2,42 detik, PLTG 3 & 4 sebesar 1,39 detik.
4. Koordinasi antara relay OCR dan relay GFR terlihat dari jenis gangguan hubung singkat yang terjadi. Pada gangguan hubung singkat tiga fasa dan hubung singkat antar fasa yang bekerja sebagai pengaman utama adalah relay OCR, sedangkan relay GFR tidak bekerja karena pada gangguan tersebut pada

kawat netral tidak mengalir arus gangguan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anaa Istimaroh, Nasrun Hariyanto, Syahrial. 2013. Penentuan Setting Rele Arus Lebih Generatordan Rele Diferensial Transformator Unit 4 PLTA Cirata II: Jurusan Teknik Elektro – Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung.
- [2] I Made Aris Sastrawan. 2010. Analisa Setting Rele Ocr (Over Current Relay) Pada Sistem 150 Kv Bali Pasca Dioperasikannya Pembangkit Celukan Bawang (Tugas Akhir). Bukit Jimbaran: Universitas Udayana
- [3] Irfan Affandi. 2009. Analisa Setting Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan tanah Pada Penyulang Sadewa Di GI Cawang (Tugas Akhir). Depok: Universitas Indonesia.
- [4] Mudassir dan Syamsurijal, Proteksi Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 Kv Pada Sistem Kelistrikan SulsebarIrfan Affandi. 2009. Analisa Setting Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan tanah Pada Penyulang Sadewa Di GI Cawang (Tugas Akhir). Depok: Universitas Indonesia.
- [5] PLN (Persero), PT. 2006. Pelatihan Perhitungan Setelan Relay dan Scanning. Sidoarjo : PT PLN (Persero) P3B JB Region Jawa Timur dan Bali.
- [6] Soekarto, J. Proteksi Sistem Distribusi Tegangan Menengah. LMK PT. PLN (Persero).