

# Pemasangan DGR (*Directional Ground Relay*) untuk Mengatasi Gangguan *Sympathetic Trip* pada GIS Bandara Penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II

I Nyoman Upanayana<sup>1</sup>, I Gede Dyana Arjana<sup>2</sup>, I Wayan Arta Wijaya<sup>3</sup>

**Abstract**— *The fault one phase to ground can make interference with sympathetic trip which cause zero sequence in phase of the fault. For feeder has a parallel network system such as feeder at Ngurah Rai I and Ngurah Rai II was very susceptible to interference between feeder sympathetic trip, because relay GFR (Ground Fault Relay) on the feeder Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II can not secure the fault, then to resolve the sympathetic trip at the feeder Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II was installed relay DGR (Directional Ground Relay) to prevent fault and system reliability feeder Ngurah Rai I and Ngurah Rai II turn on. Analisis the relay DGR to handle the fault sympathetic trip got value for setting relay is  $I_{set} = 9.334$  A, SI, time trip current fault  $t = 0.297$ , ZCT = 1 A, GPT = 34,64kV. So to resolve the sympathetic trip, installation relay DGR is necessary if the system network or feeder operating in loop and adjacent each in one bus.*

**Intisari**— Gangguan 1 fasa ke tanah dapat menyebabkan terjadinya gangguan *sympathetic trip* yang menimbulkan arus urutan nol (arus residu) pada fasa yang terganggu. Penyulang yang memiliki sistem jaringan paralel seperti penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II sangat rentan terjadinya gangguan *sympathetic trip*, karena relay GFR (*Ground Fault Relay*) pada penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II tidak bisa mengamankan gangguan tersebut, maka untuk mengatasi gangguan *sympathetic trip* pada penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II pemasangan relay DGR (*Directional Ground Relay*) akan mencegah terjadinya gangguan tersebut, dan sistem keandalan penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II tetap terjaga. Hasil analisis perhitungan relay DGR untuk menangani gangguan *sympathetic trip* didapatkan besar nilai setting relay yaitu  $I_{set} = 9.334$  A, SI, Waktu trip Arus gangguan  $t = 0.297$ , ZCT = 1 A, GPT = 34.64 kV. Jadi untuk mengatasi gangguan *sympathetic trip*, relay DGR sangat diperlukan jika jaringan atau penyulang beroperasi secara loop dan letaknya berdekatan satu bus.

**Kata Kunci:** *Sympathetic trip, Setting GFR, Setting DGR, Gangguan 1 fasa ketanah*

## I. PENDAHULUAN

Energi listrik sangat penting bagi masyarakat bahkan energi listrik sebagai kebutuhan sehari hari bagi masyarakat Indonesia. Bali selatan adalah pusat pariwisata di pulau Bali, penggunaan listrik terpadat di Bali selatan dikarenakan terdapat banyak hotel, villa dan tempat hiburan lainnya.

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana Jln. Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (tel: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: [upanayana@yahoo.co.id](mailto:upanayana@yahoo.co.id))

<sup>2, 3</sup>Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Komputer Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jln. Jalan Kampus Bukit Jimbaran 80361 INDONESIA (tel: 0361-703315; fax: 0361-4321; e-mail: [dynaarjana@ee.unud.ac.id](mailto:dynaarjana@ee.unud.ac.id), [artawijaya@ee.unud.ac.id](mailto:artawijaya@ee.unud.ac.id))

Mendistribusikan energi listrik pada daerah padat tentu saja akan mengaloi banyak gangguan, salah satu gangguan pada penyulang 20 kV yaitu gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah yang dapat menyebabkan terjadinya *sympathetic trip* pada penyulang dengan bentuk paralel dan satu bus dengan penyulang lainnya, seperti pada penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II yang berbentuk paralel, dimana penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II yang menyuplai daya listrik ke beban Bandara II sebesar 10.380 kVA, panjang kabel penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II adalah 4,242 kms (kilometer sirkuit).

Relay merupakan peralatan pengaman yang digunakan untuk mendeteksi adanya gangguan pada setiap system jaringan listrik atau pada penyulang [1]. Untuk penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II yang menyuplai beban VVIP diharapkan tidak pernah terjadi gangguan *sympathetic trip*, agar tidak terjadi gangguan *sympathetic trip*, maka pemasangan relay yang selektif untuk mendeteksi gangguan dan menjaga system keandalan pada penyulang sangat diperlukan. DGR (*Directional Ground Relay*) adalah relay arah yang bekerja berdasarkan jika mendeteksi sudut fasa yang timbul dari ketidak simbangan tegangan dan arus pada saat gangguan hubung singkat 1 fasa ketanah, tegangan urutan nol dan arus urutan nol [2].

Pada penelitian ini membahas pemasangan relay DGR untuk mengatasi gangguan *sympathetic trip* yang rentan terjadinya pada penyulang paralel seperti pada penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II terlebih dahulu menentukan gangguan 1 fasa ketanah dengan perhitungan dan menentukan nilai setting relay DGR untuk mengatasi jika terjadinya gangguan *sympathetic trip* pada penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II. Agar gangguan *sympathetic trip* pada salah satu penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II tidak terjadi dan kontinuitas penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II tetap terjaga.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Relay DGR (*Directional Ground Relay*)

DGR adalah relay gangguan tanah berarah dipasang pada penyulang 20 kV sebagai pengaman untuk mendeteksi atau mengamankan gangguan 1 fasa ke tanah. Relay ini bekerja berdasarkan jika mendeteksi dua besaran, yaitu GPT (*Ground Potential Transformer*) mendeteksi tegangan urutan nol ( $V_0$ ) dan ZCT (*Zero Current Transformer*) mendeteksi arus urutan ( $I_0$ ) [3].

Setting GPT memiliki tap setting 5-10 V, dimana setiap 1 volt sama dengan 4 kV maka 5 volt sama dengan 20 kV untuk tegan seimbang pada penyulang 20 kV. Perhitungan

tegangan pada *GPT* untuk *relay DGR* dapat dihitung sebagai berikut [3].

$$V_{R-N} = 3 \times \frac{\text{Tegangan}}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

Sama dengan *GPT*, *ZCT* memiliki tap *setting* arus 1-5 A pada primer, jika terjadi gangguan 1 fasa ketanah dan menimbulkan arus urutan nol yang begitu kecil maka *ZCT* pada *relay DGR* akan mendeteksi arus urutan nol yang kembali kesumber dan dapat mebebani penyulang sehat sehingga ikut merasakan gangguan dan terjadi trip. Untuk menghindari terjadinya hal tersebut, settingan *ZCT* pada *relay DGR* untuk kerja *relay* arus maksimum dapat dihitung sebagai berikut [3]:

$$I_{set} = 10\% \times I_{f \text{ minimum}} \quad (2)$$

**B. Gangguan Sympathetic**

*Sympathetic* trip adalah kejadian terbukanya PMT dari penyulang – penyulang lain yang tidak terganggu, Gangguan ini terjadi karena adanya gangguan satu fasa ketanah, dimana kembalinya arus gangguan urutan nol atau arus residu ke sumber melalui fasa terganggu dan membenbani penyulang sehat yang terletak berdekatan dan satu bus dengan penyulang yang terganggu [4]

**C. Impeadansi Penyulang**

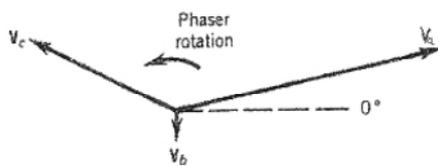
Impedansi penyulang dihitung berdasarkan panjang penyulang dan jenis kabel pada penyulang, dapat dilihat sebagai berikut [5].

$$Z = (R + jX) \Omega/\text{km} \quad (3)$$

**D. Teori Komponen Simetri**

Arus dan tegangan pada titik hubung singkat dihitung jika sistem tidak seimbang dan pada saat sistem seimbang, maka penggunaan metode simetri untuk menganalisa gangguan hubung singkat [3].

Sistem jaringan tiga fasa yang tidak seimbang karena adanya gangguan yang dapat diuraikan seperti gambar (1)



Gambar 1. Fasor Tak Simetris

Pada sistem jaringan distribusi tiga fasa, arus arus residu (*Ir*) dengan arus saluran sama besarnya dan kembali dengan melalui netral [3]. Arus gangguan menjadi

$$I_f = I_a (pu) \cdot I_{dasar} \quad (4)$$

**E. Perhitungan Sistem Per Unit (PU)**

Pada sistem jaringan distribusi menggunakan perhitungan sistem per unit untuk mempermudah perhitungan pada sistem

jaringan. Nilai asli dibagi dengan nilai dasar pada sistem jaringan sebagai berikut [3].

$$\text{Nilai perunit} = \frac{\text{nilai asli}}{\text{nilai dasar}} \quad (5)$$

Menghitung besaran nilai *I<sub>dasar</sub>* untuk sistem jaringan distribusi tiga fasa [3]

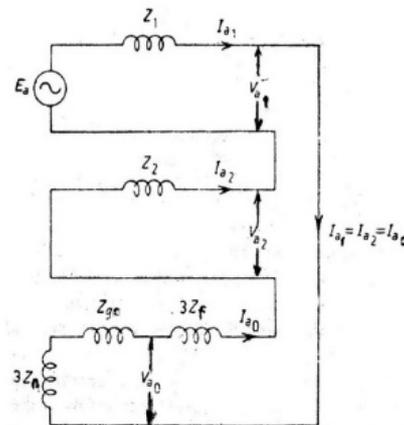
$$I_{dasar} = \frac{MVA_{3\phi} \text{ dasar}}{\sqrt{3} \times \text{Tegangan dasar, kVL-L}} \quad (6)$$

dan menghitung besaran pada tahanan *Z<sub>dasar</sub>* pada sistem jaringan tiga fasa [3]

$$Z_{dasar} = \frac{(\text{Tegangan dasar, kVL-L})}{MVA_{3\phi}} \quad (7)$$

**F. Perhitungan Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ketanah**

Gangguan hubung singkat satu fasa ketanah pada jaringan distribusi mengakibatkan sistem tidak seimbang. komponen positif, negatif, dan nol adalah komponen tiga fasor yang tak seimbang [6]



Gambar 2. Rangkaian Urutan untuk Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah

Perhitungan hubung singkat 1 fasa dengan fasor yang tak seimbang sebagai berikut [3]

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a0} = \frac{E_a}{(Z_1 + Z_2 + Z_n + 3Z_n + 3Z_f)} \quad (8)$$

**F. Setting Waktu (TMS)**

*TMS* adalah *Time multiple setting* digunakan untuk waktu kerja relay agar lebih sensitive [3]

$$Tms = \frac{tx \left( \left( \frac{I_f}{I_{set}} \right)^\alpha - 1 \right)}{\beta} = SI \quad (9)$$

sehingga

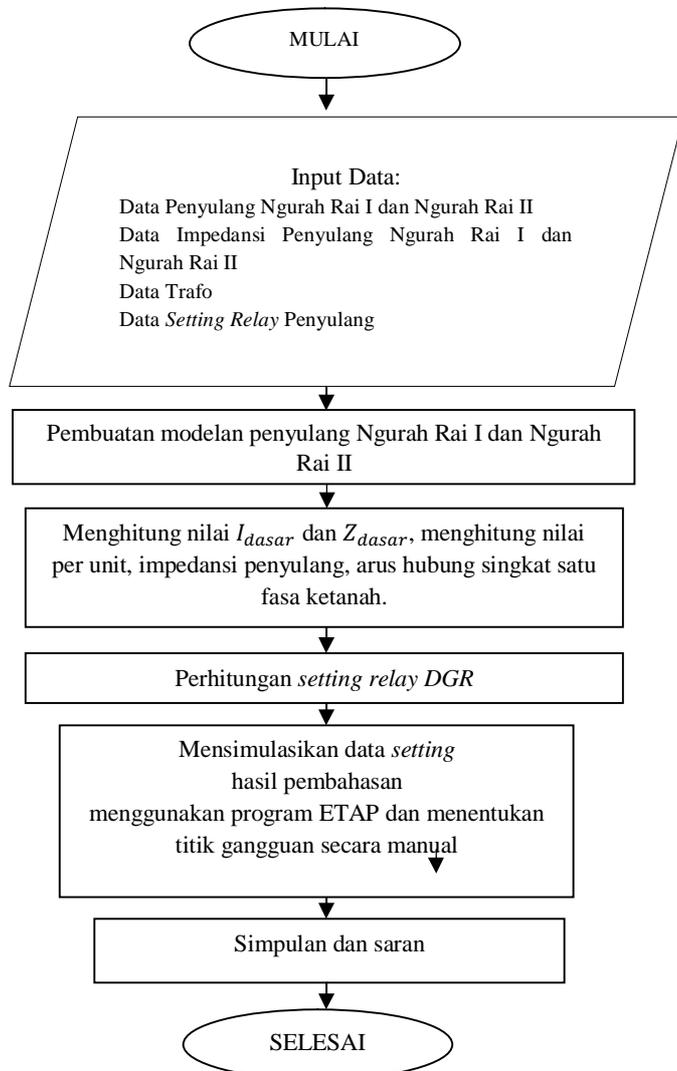
Waktu trip *relay*

$$t = \frac{\beta \times tms}{\left[ \left( \frac{I_{fault}}{I_{set}} \right)^\alpha - 1 \right]} = \text{detik} \quad (10)$$



### III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan data – data yang mendukung pelaksanaan dari proses penelitian yang dilakukan. Data dalam pembahasan penelitian ini bersumber dari data PT. PLN (Persero) Distribusi Bali Area Jaringan Bali Selatan dan sumber – sumber lainnya. Jenis data penelitian ini menggunakan data skunder.



Gambar 3: Alur Analisis

#### A. Prosedur Penelitian

Analisis dalam penelitian ini menggunakan data - data seperti data penyalang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II, data impedansi saluran penyalang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II, data Trafo GIS Bandara, data *setting relay* penyalang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II

Perhitungan *relay DGR* memiliki beberapa tahap antara lain menghitung arus nominal, menghitung arus hubung singkat 1 fasa ketanah, menghitung arus *setting relay* dan menghitung waktu trip relay, selanjutnya mensimulasikan

hasil *setting relay DGR* yang di peroleh dari perhtungan pada program ETAP.

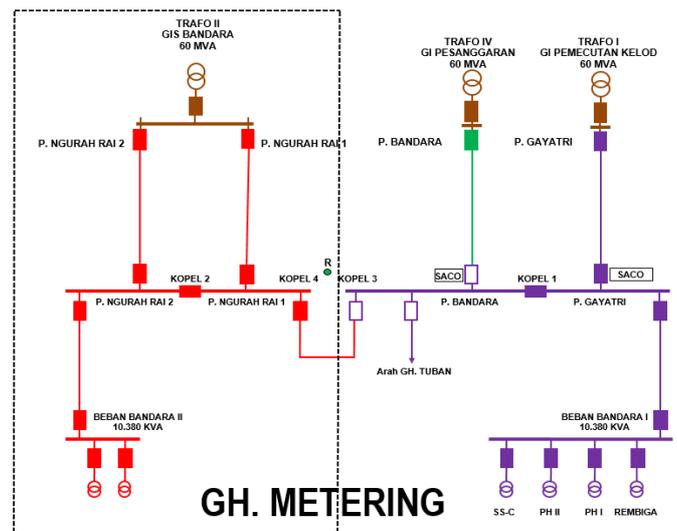
#### B. Alur Analisis Data

Alur perhitungan analisis *setting relay DGR* untuk mengatasi gangguan *sympathetic trip* pada penyalang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II

### IV. HASIL DAN ANALISIS

#### A. Single Line Diagram Penyalang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II

Penyalang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II merupakan penyalang dengan bentuk parallel, jika terjadinya gangguan 1 fasa ketanah pada penyalang maka akan rentang terjadinya gangguan *sympathetic trip*.



Gambar 4: Single Line Diagram Penyalang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II

#### B. Kesalahan Kordinasi Relay pada saat Gangguan 1 fasa Ketanah

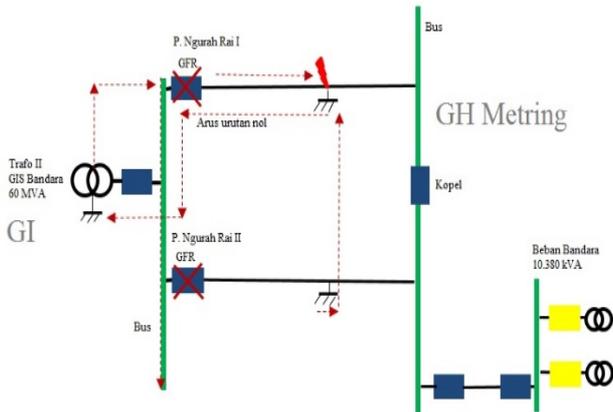
Kesalahan kordinasi di tahun 2013 saat penyalang Ngurah Rai I terkena gangguan tanah dan menyebabkan *relay* pada penyalang Ngurah Rai I ikut merasakan terjadinya gangguan menyebabkan tripnya kedua penyalang sehingga beban bandara dua mejadi padam.

Dari *setting relay GFR* yang di peroleh dari data PLN jika terjadi gangguan satu fasa ketanah pada penyalang Ngurah Rai I yang menimbulkan arus urutan nol (diasumsikan arus residu) mengalir kembali ke sumber melalui fasa yang terganggu dan kembali mengalir melalui bus, sehingga dirasakan penyalang sehat yang berada pada satu bus dengan letak penyalang berdekatan maka mengakibatkan penyalang yang sehat ikut dialiri arus urutan nol sehingga penyalang sehat ikut merasakan adanya gangguan di fasa yang sama maka *relay GFR* pada penyalang Ngurah Rai II memberikan perintah trip pada PMT, sehingga penyalang Nurah Rai I dan Ngurah Rai II padam dan keandalan penyaluran daya untuk mensuply beban bandara II tidak terjaga dengan baik

TABEL I  
DATA SETTING RELAY GFR SEBELUM DI PASANGNYA RELAY DGR

	GH		GI	
	Ngurah Rai I	GFR	Pick up = 31 A SI 0.3 detik	GFR
	DGR	-	DGR	-
Ngurah Rai II	GFR	Pick up = 31 A SI 0.3 detik	GFR	Pick up = 34 A SI 0.3 detik
	DGR	-	DGR	-

kejadian ini disebut *sympathetic trip*. seperti pada gambar 4 relay GFR penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II memberi perintah trip dan kedua penyulang menjadi padam.



Gambar 5: Simulasi Penyulang Ngurah Rai I dan II pada saat Terjadi *Sympathetic Trip*

C. Impedansi Urutan Positif, Negatif dan Impedansi Urutan Nol

Bedasarkan perhitungan impedansi penyulang dengan persamaan (1) maka hasil dari perhitungan impedansi urutan positif, Negatif dan nol yang diperoleh di tunjukan pada tabel 1:

TABEL II  
NILAI IMPEDANSI URUTAN POSITIF DAN IMPEDANSI URUTAN NEGATIF

Panjang	Impedansi Urutan Positif dan Negatif
0%	$0 \times (0.125 + j0.097) = 0 + j0$
100%	$4.242 \times (0.125 + j0.097) = 0.5302 + j0.4114$

TABEL III  
NILAI IMPEDANSI URUTAN NOL

Panjang	Impedansi Urutan nol dalam Ohm
0%	$0 \times (0.275 + j0.029) = 0 + j0$
100%	$4.242 \times (0.275 + j0.029) = 1.1665 + j0.1230$

D. Analisis Perhitungan Relay DGR untuk Menangani Gangguan *Sympathetic trip*

$I_{dasar}$  dan  $Z_{dasar}$  digunakan untuk menganalisis gangguan satu fasa ke tanah pada relay DGR dihitung sebagai berikut :

$$I_{dasar} = \frac{MVA_{3\phi} \text{ dasar}}{\sqrt{3} \times \text{Tegangan dasar, } kV_{L-L}}$$

$$= \frac{60000}{\sqrt{3} \times 20}$$

$$= 1732.05 \text{ A}$$

$$Z_{dasar} = \frac{(\text{Tegangan dasar } kV_{L-L})}{MVA_{3\phi}}$$

$$= \frac{20^2}{60} = 6.6 \Omega$$

Impedansi netral dihitung dengan menggunakan nilai per unit sebagai berikut:

$$\text{Nilai perunit} = \frac{\text{nilai asli}}{\text{nilai dasar}}$$

$$Z_n (pu) = \frac{40}{6.6} = 6.06 \Omega$$

$$3Z_n (pu) = 18.18 \Omega$$

E. Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ketanah

Pada gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah tegangan 20 kV untuk menentukan arus gangguan maka terlebih dahulu ditentukan nilai  $Z_1, Z_2, Z_0, Z_n$  pada penyulang di titik lokasi 0% dihitung sebagai berikut :

$$\text{Nilai Per unit} = \frac{\text{nilai asli}}{\text{nilai dasar}}$$

$$Z_1 (pu), Z_2 (pu) = \frac{0 + j0 \Omega}{6.6 \Omega} = 0 + j0 \Omega$$

$$Z_0 (pu) = \frac{0 + j0 \Omega}{6.6 \Omega} = 0 + j0 \Omega$$

$$Z_f (pu) = 0$$

$$Z_n (pu) = \frac{40}{6.6} = 6.06 \Omega$$

$$3Z_n (pu) = 18.18 \Omega$$

Menentukan arus gangguan hubung singkat 1 fasa ketanah  $I_{a1} (pu)$

$$I_{a1} = \frac{1}{(0.375 + 0 + j0 \Omega + 0 + j0 \Omega + 0 + j0 \Omega + 18.18 + 0 \Omega)}$$

$$I_{a1} = \frac{1}{18.555 + j0}$$

$$I_{a1} = \frac{1}{18.5555 + < 0^\circ}$$

$$I_{a1} = 0.053 + < 0^\circ$$

Jadi arus gangguan maksimum yang mengalir dihitung sebagai berikut



$$I_f = I_{a1}(pu)$$

$$I_f = I_f(pu) \times I_{dasar}$$

$$= 0.053 \times 1732.05$$

$$= 93.34 A$$

**F. GPT dan ZCT pada Relay DGR**

Penyetingan tegangan tidak seimbang jika terjadi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah didapatkan:  $V_r = 34.64 kV$ .

ZCT pada DGR digunakan untuk mendeteksi arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah yang menimbulkan arus urutan nol. *Setting* ZCT dihitung sebagai berikut:

$$I_{set} = 10\% \times 93.34$$

$$= 9.334A$$

Dengan waktu trip relay

$$t = \frac{0.14 \times 0.1}{\left(\frac{93.3454769}{8.33454769}\right)^{0.02} - 1}$$

$$t = 0.2970 \text{ detik}$$

**G. Setting Relay GFR dan Hasil Perhitungan Relay DGR untuk Menanganin Gangguan Sympathetic trip**

Relay GFR dan analisi perhitungan yang di dapat pada relay DGR untuk menangani gangguan *sympathetic* trip pada penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II.

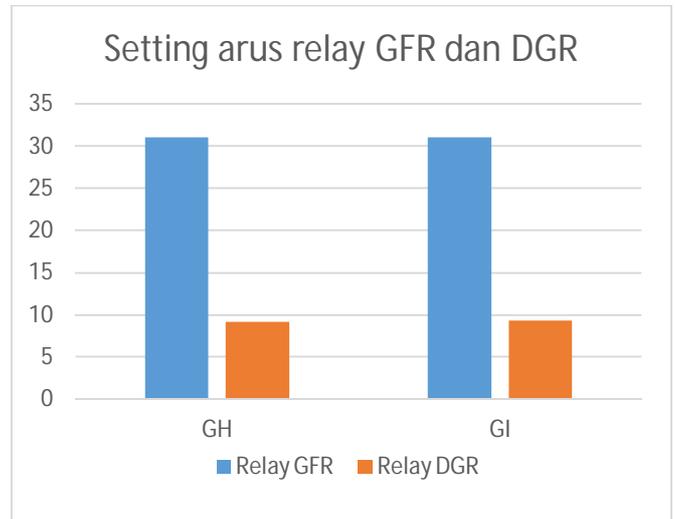
TABEL IV  
PERBANDINGAN SETTING RELAY GFR DAN DGR UNTUK MENANGANIN SYMPATHETIC TRIP

	GH		GI	
Ngurah Rai I	GFR	$I_{set} = 31 A$ SI 0.3 detik	GFR	$I_{set} = 34 A$ SI 0.3 detik
	DGR	$I_{set} = 9.167 A$ 0.297 detik ZCT = 1 A GPT = 34.64 kV	DGR	$I_{set} = 9.334 A$ 0.297 detik ZCT = 1 A GPT = 34.64 kV
Ngurah Rai II	GFR	$I_{set} = 31 A$ SI 0.3 detik	GFR	$I_{set} = 34 A$ SI 0.3 detik
	DGR	$I_{set} = 9.167 A$ 0.297 detik ZCT = 1 A GPT = 34.64 kV Reverse = 30°	DGR	$I_{set} = 9.334 A$ 0.297 detik ZCT = 1 A GPT = 34.64 kV Reverse = 30°

Dari hasil data relay GFR dan perhitungan relay DGR maka relay DGR lebih selektif mendeteksi arus urutan nol (arus residu) yang begitu kecil 9.167 A pada GH dan 9.334 A pada GI

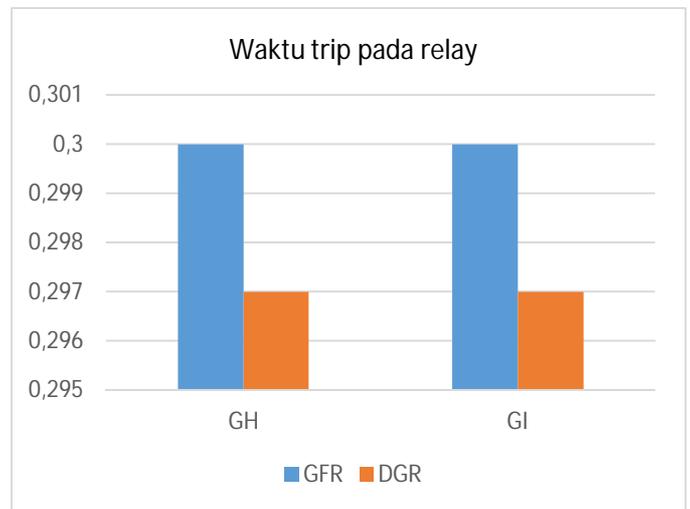
**H. Grafik Setting Arus Relay GFR dan Arus DGR Penyulang Ngurah Rai I dan Ngurah Rai II untuk Gangguan 1 Fasa ketanah**

Grafik hasil data *setting* arus GFR dan perhitungan arus DGR untuk mengatasi gangguan *sympathetic* trip.



Gambar 6: Grafik Perbandingan Arus Setting Relay GFR dan Relay DGR

Dari grafik diatas diketahui arus *setting* gangguan pada relay GFR jika adanya gangguan 1 fasa ketanah berada pada 31 A sampai 34 A jika menimbulkan arus urutan nol (arus residu) yang nilai arusnya begitu kecil dan tidak dapat dideteksi oleh relay GFR.



Gambar 7: Grafik Perbandingan Waktu Trip Relay GFR dan Relay DGR

Pada gambar 7 grafik perbandingan waktu perintah trip dari relay DGR 0.297 dari Relay GFR 0.3 lebih cepat jika gangguan 1 fasa ketanah menimbulkan arus urutan nol.

**I. Simulasi Relay Directional Perogram ETAP**

Analisis perhitungan yang setting relay DGR jika terjadinya gangguan 1 fasa ketanah yang dapat menimbulkan

gangguan sympathetic trip disimulasikan seperti pada gambar 8

dahulu memblok arus urutan nol yang dideteksi oleh ZCT dan tanggangan urutan nol dideteksi oleh GPT.

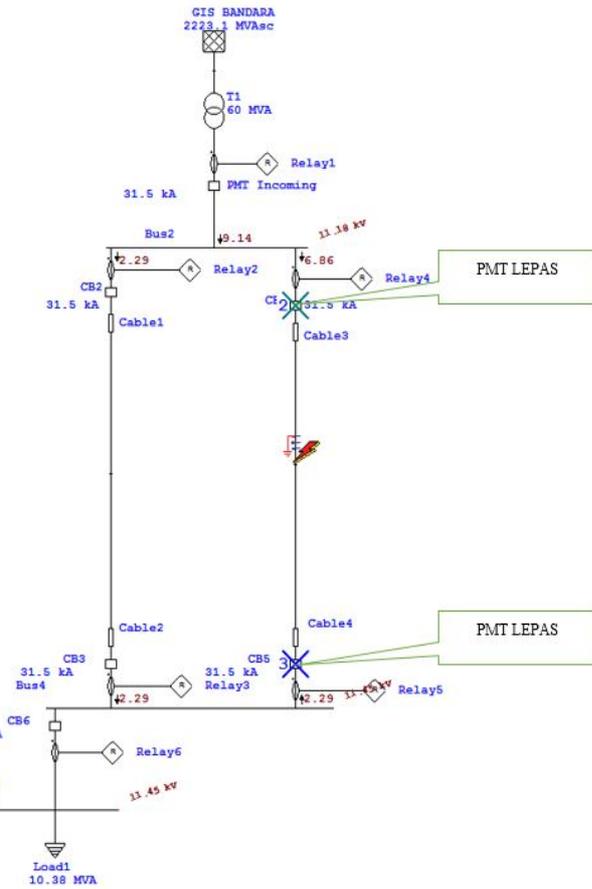
V. KESIMPULAN

Setting relay GFR pada penyulang Ngruh Rai I dan Ngruh Rai II sebelum di pasanganya relay DGR, dengan setting arus pada GH 31 A ,pada GI 34 A, standart inverse dan waktu trip 0.3 detik, jika terjadi gangguan 1 fasa ketanah yang dapat menimbulkan arus urutan nol dan menyebabkan terjadinya gangguan sympathetic trip pada penyulang Ngruh Rai I dan Ngruh Rai II sehingga beban Bandara II padam.

Pemasangan relay DGR untuk mengatasi gangguan sympathetic trip pada penyulang Ngruh Rai I dan Ngruh Rai II berdasarkan perhitungan diperoleh setting DGR sebesar, setting arus pada GH 9.167 A, pada GI 9.334 A, waktu trip 0.297detik, ZCT 1 A dan GPT 34.24 kV yang di kordinasikan dengan relay GFR maka jika terjadinya gangguan 1 fasa ketanah yang menimbulkan arus urutan nol yang dapat menyebabkan terjadinya sympathetic trip pada penyulang tidak dapat kembali kesumber karena adanya relay DGR yang memblok arus urutan nol dan sistem keandalan penyulang ngruh rai I dan Ngruh Rai II untuk beban bandara II tetap terjaga.

REFERENSI

- [1] Ikhwan, M. 2011. Studi Rele Pengaman Standby Genset di PT. Coca-Cola Bottling Indonesia Belawan-Medan (Karya Akhir). Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [2] Darwanto, Agus & Priyanto, Joni, 2012. Studi Penggunaan Directional Ground Relay (Dgr) Tipe EGR-EC Sebagai Pengaman Gangguan Fasa Tanah Penyulang 20 KV Thamrin Di PT. Pln APJ Bojonegoro, Jurnal Jurusan Teknik Elektro STTR Cepu. No 15.
- [3] Setiadji, J.S, Machmudsyah T. & Kongdoro R. (2006). Analisis Gangguan Satu Fasa ke Tanah yang Mengaibatkan Sympathetic Trip pada Penyulang Yang tidak Terganggu di PLN APJ Surabaya Selatan. Jurnal Universits Kristen Petra, Vol 6, No.1
- [4] 2010. PT PLN (Persero). Kriteria Disain Enjinerig Konstruksi Jaringan Distribusi Tegangan Listrik. Jakarta Selatan.
- [5] Sutarjana, I. K, Arjana I. G. D, dan Partha, T. G. I. 2015. Studi Analisis Setting Relay Pengaman di Penyulang Ngruh Rai I dan Ngruh Rai II. Jurnal Teknik Universitas Udayana, Vol 2, Nol 1.
- [6] Sarimun, W.N. 2012. Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Edisi Pertama. Kota Depok, Penerbit: Garamod.



Gambar 8: Hasil Simulasi Relay DGR Penyulang Ngruh Rai I dan Ngruh Rai II

Hasil simulasi gambar 6 pemasangan relay DGR (Directional Ground Relay) pada penyulang Ngruh Rai I dan Ngruh Rai II sangat epektif, jika terjadi gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah maka kordinasi relay GFR dan DGR akan memberi perintah trip ke PMT dengan waktu hapir secara bersamaan dan sympathetic trip tidak terjadi pada penyulang Ngruh Rai II, karena relay DGR sudah terlebih

