

# ANALISIS RESETTING RELE JARAK AKIBAT UPRATING KONDUKTOR GIS PESANGGARAN - GI SANUR

Rizal Akbar Fauzany<sup>1</sup>, I Gede Dyana Arjana<sup>2</sup>, Cok Gede Indra Partha<sup>3</sup>

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

Email : [rizalfaufauz@gmail.com](mailto:rizalfaufauz@gmail.com)<sup>1</sup>, [dyanaarjana@unud.ac.id](mailto:dyanaarjana@unud.ac.id)<sup>2</sup>, [cokindra@unud.ac.id](mailto:cokindra@unud.ac.id)<sup>3</sup>

## Abstrak

Meningkatnya arus beban pada saluran Pesanggaran – Sanur sebesar 333,536 Ampere atau 83,384 % dari kuat hantar arusnya menyebabkan diperlukannya uprating konduktor dari ACSR Partridge 135 mm<sup>2</sup> menjadi ACCC Lisbon 310 mm<sup>2</sup>. Uprating menyebabkan perubahan nilai impedansi. Perubahan ini mempengaruhi jangkauan zona proteksi rele jarak GIS Pesanggaran – GI Sanur sehingga saling tumpang tindih dengan zona proteksi rele jarak GI Sanur – GI Gianyar. Resetting dilakukan dengan menghitung ulang nilai impedansi sesuai kaidah pengaturan rele jarak dan hasilnya diuji dengan gangguan hubung singkat pada jarak 86 % saluran Pesanggaran – Sanur. Resetting menghasilkan nilai impedansi baru yang membuat rele bekerja sesuai dengan standar IEEE Std C37.113-2015.

**Kata kunci** : Sistem Proteksi, Uprating, Resetting, Rele Jarak.

## Abstract

Increased load current on the Pesanggaran – Sanur transmission line by 333,536 Ampere or 83,384 % of the current carrying capacity caused the uprating conductor from ACSR Partridge 135 mm<sup>2</sup> into ACCC Lisbon 310 mm<sup>2</sup>. Uprating cause changes in impedance value. This change affects the zone reach protection of GIS Pesanggaran – GI Sanur distance relay which overlaps with Zone protection of GI Sanur – GI Gianyar distance relay. Resetting is done by recalculation according the distance relay rules and the result are tested with short circuit at 86 % Pesanggaran – Sanur transmission line. Resetting result shows the distance relay operate appropriately according with the IEEE Standard C37.113-2015.

**Keywords**: Protection System, Uprating, Resetting, Distance Relay.

## 1. PENDAHULUAN

Provinsi Bali sebagai daerah destinasi wisata dunia memiliki pertumbuhan ekonomi sebesar 5,27 %. Pertumbuhan ini berbanding lurus dengan tingginya pertumbuhan jumlah pelanggan PLN sebesar 4,29 % dan pertumbuhan penjualan energi sebesar 6,83%. Hal ini disebabkan pergeseran struktur ekonomi daerah Bali yang sebelumnya didominasi oleh sektor pertanian menjadi sektor perdagangan, restoran, properti, dan hotel [1]. Pergeseran struktur ekonomi tersebut meningkatkan kebutuhan konsumsi terhadap energi listrik.

Peningkatan konsumsi terhadap energi listrik perlu diimbangi dengan pembangunan sarana kelistrikan yang memadai, salah satu upaya yang dilakukan adalah pengembangan gardu induk dan uprating saluran transmisi.

Uprating konduktor ACSR Partridge 135 mm<sup>2</sup> dengan kuat hantar arus 400 Ampere menjadi ACCC Lisbon 310 mm<sup>2</sup> perlu dilakukan karena arus beban yang lewat pada penghantar mencapai 333,5362 Ampere atau 83,384% dari kuat hantar arusnya. Uprating konduktor tersebut

menyebabkan perubahan impedansi urutan positif dan negatif yang sebelumnya  $0,2136 + j0,408 \Omega/\text{km}$  menjadi  $0,0896 + j0,41184 \Omega/\text{km}$  dan perubahan impedansi urutan nol yang sebelumnya  $0,363 + j1,224 \Omega/\text{km}$  menjadi  $0,2396 + j1,2355 \Omega/\text{km}$ . Perubahan nilai tersebut akan mempengaruhi jangkauan tiap zona proteksi, sehingga perlu dilakukan *resetting*.

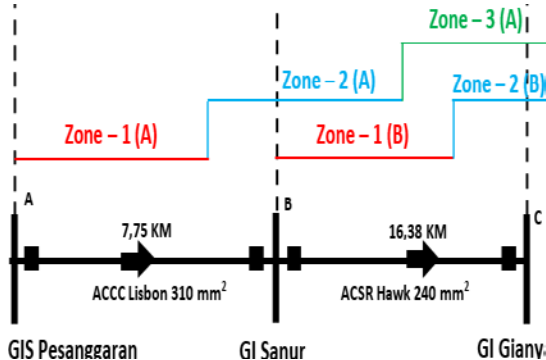
Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya adalah perhitungan setting impedansi rele jarak menggunakan perhitungan secara manual [2],[3]. Penelitian lain [4] melakukan analisis *setting* rele jarak menggunakan *Artificial Neural Network*. Metode *backpropagation Artificial Neural Network* digunakan untuk menentukan nilai dari *setting* rele.

Penelitian ini membahas *resetting* rele jarak pada saluran GIS Pesanggaran – GI Sanur akibat *uprating* konduktor. Kinerja rele jarak kondisi sebelum dan sesudah *resetting* akan diuji dan dianalisis dengan memberikan gangguan hubung singkat. *Resetting* pada rele jarak diharapkan dapat membuat rele mengisolir gangguan dengan tepat dan bekerja sesuai standar yang digunakan.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Rele Jarak

Rele jarak bekerja bergantung pada ratio dari tegangan dan arus, yang dinyatakan dalam impedansi [5]. Rele jarak akan bekerja jika nilai impedansi gangguan lebih besar dibanding nilai impedansi *setting*.



Gambar 1. Zona Proteksi Rele Jarak

## 2.2 Zone Reach

### 2.2.1 Zone 1

Zona 1 merupakan proteksi utama sehingga jangkauannya mengamankan 80 % dari total panjang saluran utama. Gangguan yang terjadi di daerah Zona 1 maka rele akan bekerja seketika, sehingga tidak dilakukan pengaturan waktu  $T_1 = 0$  detik.

[6], [7].

$$Z_1 = 0,8 \times Z_{line1} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

$Z_1$  = *Setting* impedansi zona 1

$Z_{line1}$  = Total impedansi positif / negatif saluran pertama

### 2.2.2 Zone 2

Jangkauan zona 2 harus mengamankan minimum 120% dari total impedansi saluran pertama dan maksimum tidak melampaui jangkauan zona 1 rele jarak berikutnya. *Time delay* = 0,4 – 0,8 detik [6], [7].

$$Z_{2min} = 1,2 \times Z_{line1} \dots \dots \dots (2)$$

$$Z_{2min} = 0,8 \times (Z_{line1} + 0,8 \times Z_{line2}) \dots \dots (3)$$

Nilai *setting* impedansi relai tidak boleh melebihi dari nilai *setting* impedansi transformator.

$$Z_{2traf} = 0,8 (Z_{line1} + 0,5 \times X_T) \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

$Z_{2min}$  = *Setting* impedansi zona 2 minimum

$Z_{2max}$  = *Setting* impedansi zona 2 maximum

$Z_{2traf}$  = Impedansi transformator

$X_t$  = Reaktansi transformator

$Z_{line2}$  = Total impedansi positif / negatif saluran kedua

*Time delay* untuk mengisolir gangguan di zona proteksi 2 mengikuti ketentuan sebagai berikut :

$$T_2 = \begin{cases} 0,4 \text{ s} & \text{jika } Zona\ 2_{max} > Zona\ 2_{min} \\ 0,8 \text{ s} & \text{jika } Zona\ 2_{min} > Zona\ 2_{max} \end{cases}$$

### 2.2.3 Zona 3

Mengamankan saluran transmisi yang mencakup sampai 2 GI atau dengan jangkauan 220%. *Time delay* = 1,2 – 1,6 detik [6], [7].

$$Z_{3min} = 1,2 \times (Z_{line1} + 0,8 \times Z_{line2}) \dots \dots \dots (5)$$

$$Z_{3min} = 0,8 \times (Z_{line1} + 1,2 \times Z_{line2}) \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

$Z_{3min}$  = Setting Impedansi zona 3 minimal  
 $Z_{3max}$  = Setting impedansi zona 3 maximal  
 Time delay untuk mengisolir gangguan yang terjadi di zona proteksi 3 mengikuti ketentuan sebagai berikut :

$$T_3 = \begin{cases} 1,2 s & \text{jika } Z_{3max} > Z_{3min} \\ 1,6 s & \text{jika } Z_{3min} > Z_{3max} \end{cases}$$

**2.2.4 Maximum Torque Angle**

Maximum torque angle adalah sudut ketika reach setting mencapai maksimum, dalam artian sudut dari diameter lingkaran mho. Besaran sudut MTA disetting sesuai dengan impedansi urutan positif / negatif penghantar yang diproteksi [8].

**2.2.5 Zero Compensation Factor**

Pada saat gangguan hubung singkat fasa ke tanah, pengukuran impedansi akan mencakup impedansi urutan nol. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya kesalahan pengukuran oleh rele jarak. Diperlukan faktor kompensasi sebagai parameter setting untuk gangguan fasa ke tanah.

$$K_0 = \frac{Z_0 - Z_1}{3Z_1} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

- $K_0$  = Zero Compensation Factor
- $Z_1$  = Impedansi urutan positif
- $Z_0$  = Impedansi urutan nol

**3. METODE PENELITIAN**

**3.4 Analisis Data**

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) Area Pengaturan Beban dan Area Pelaksana Pemeliharaan Bali. Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Agustus - September 2018.

Analisis dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Melakukan studi literatur.
2. Pengumpulan data kelistrikan subtransmisi sistem Bali yang meliputi : Data Penghantar sistem transmisi 150 kV Bali, Data Transformator, Single Line Diagram Subsistem Bali, dan Data setting proteksi Bay penghantar 150 kV

- Bali.
3. Melakukan perhitungan impdansi transformator dan saluran transmisi 150 kV Bali.
4. Memodelkan jaringan subsistem transmisi bali.
5. Menghitung resetting rele jarak akibat uprating konduktor dari ACSR Partridge 135 mm<sup>2</sup> menjadi ACCC Lisbon 310 mm<sup>2</sup> pada saluran transmisi GIS Pesanggaran – GI Sanur.
6. Menguji setting impedansi rele dengan melakukan simulasi gangguan pada sistem sesuai skenario dengan bantuan program komputer.
7. Menganalisis hasil dari simulasi dan membandingkan dengan standar IEEE Standard C37.113-2015.
8. Menarik kesimpulan dari analisis yang telah dilakukan

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Resetting Rele Jarak**

**4.1.1 Impedansi SUTT 150 kV**

Saluran GIS Pesanggaran – GI Sanur setelah uprating, menggunakan penghantar bertipe ACCC Lisbon 310mm<sup>2</sup> dengan panjang penghantar 7,75 km dan kemampuan hantar arus sebesar 1250 Ampere. Data penghantar ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Impedansi SUTT 150 kV

Saluran	Jenis Penghantar	Penampang (mm <sup>2</sup> )	Total Impedansi Urutan Positif (Ω)	Total Impedansi Urutan nol (Ω)
GIS Pesanggaran – GI Sanur	ACC Lisbon	310	0,6944 + j3,19176 Ω	0,9285 + j4,7875
GI Sanur – GI Gianyar	ACSR / Hawk	240	2,24406 + j6,50286	4,701 + j19.509

Sumber : PT. PLN APP Bali

**4.1.2 Reaktansi Transformator**

Data transformator yang digunakan di GI Sanur ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Data Transformator

Bay Trafo	Merk	Type	Vektor Group	Imp (%)
Trafo 1	PAUWELS	ORF 60/275	YNyn0+d	12,25
Trafo 2	UNINDO	TTH-RV	YNyn0(d1)	12,67
Trafo 3	UNINDO	TTH-RV	YNyn0(d1)	12,67
Trafo 4	UNINDO	PO60LEC9 42	YNyn0 (d1)	12,19

Sumber : PT. PLN APP Bali

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa reaktansi terkecil ada di transformator daya 4 dengan reaktansi sebesar 45,7125 Ω

#### 4.1.3 Rele Jarak GIS Pesanggaran

Rele jarak yang digunakan bekerja secara *forward* dimana rele hanya membaca gangguan yang ada di depannya. Data teknis rele jarak yang digunakan sebagai pengaman penghantar GIS Pesanggaran – GI Sanur ditunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Data Rele Jarak Pesanggaran – Sanur

Gardu Induk	Bay	Merk / Type	Ratio CT	Ratio VT
Pesanggaran	Sanur 1	Alstom Agile / Micom P443	2000/1	150000 /100
	Sanur 2	Alstom Agile / Micom P443	2000/1	150000 / 100

Sumber : PT. PLN APP Bali

#### 4.1.4 Zone Reach

##### a. Zona 1

Jangkauan zona 1 dapat dihitung menggunakan persamaan (1) :

$$Z_1 = 0,8 \times Z_{11}$$

$$= 0,55552 + j2,5536 \Omega$$

$$Z_1 = 2,6133 \Omega$$

$$\theta_{phs} = 77,7298^\circ$$

Waktu yang digunakan untuk mengisolir gangguan  $T_1 = 0$  detik.

##### b. Zona 2

Jangkauan zona 2 dapat dihitung menggunakan persamaan (2) dan (3) :

$$Z_{2min} = 1,2 \times Z_{line1}$$

$$= 0.83328 + j3.83 \Omega$$

$$Z_{2min} = 3,919 \Omega$$

$$\theta_{phs} = 77.7269^\circ$$

$$Z_{2max} = 0,8 (Z_{line1} + 0,8 \times Z_{line2})$$

$$= 1.81643 + j6.44903 \Omega$$

$$Z_{2max} = 6,6999 \Omega$$

$$\theta_{phs} = 74,2696^\circ$$

Kemudian dipilih nilai impedansi terbesar, sehingga nilai yang digunakan adalah  $Z_{2max} = 6,6999 \angle 74,269^\circ \Omega$ . *Time delay* untuk Zona 2 adalah  $Z_{2max}$ , sehingga  $T_2 = 0,4$  detik karena  $Zona 2_{max} > Zona 2_{min}$ .

##### c. Zona 3

Jangkauan zona 3 dapat dihitung menggunakan persamaan (5) dan (6) :

$$Z_{3min} = 1,2 \times (Z_{line1} + 0,8 \times Z_{line2})$$

$$= 2.9899776 + j10.0707456$$

$$Z_{3min} = 10.5052 \Omega$$

$$\theta_{phs} = 73.464^\circ$$

$$Z_{3max} = 0,8 (Z_{line1} + 1,2 \times Z_{line2})$$

$$= 2,7098176 + j8,7961536 \Omega$$

$$Z_{3max} = 9.2041 \Omega$$

$$\theta_{phs} = 72.8776^\circ$$

Kemudian dipilih nilai impedansi terbesar, sehingga nilai yang digunakan adalah  $Z_{3min} = 10.5052 \angle 73.464^\circ \Omega$ . *Time delay* untuk Zona 3 adalah  $Z_{3min}$ , sehingga  $T_3 = 1,6$  detik karena  $Zona 3_{min} > Zona 3_{max}$ .

#### 4.1.5 Kompensasi Urutan Nol

Kompensasi urutan nol dapat dihitung menggunakan persamaan (7).

$$K_0 = \frac{Z_0 - Z_1}{3Z_1}$$

$$= -0,154041874 + j0.011274819$$

$$K_0 = 0.66212$$

$$\theta_{phs} = -1.9517^\circ$$

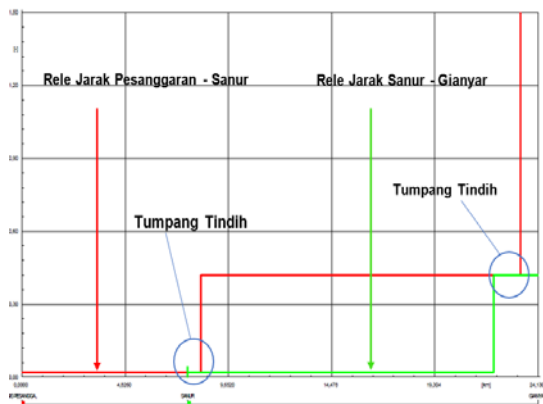
#### 4.2 Analisis Pengaruh Uprating terhadap Koordinasi Zona Proteksi

Perbandingan nilai *setting* sebelum dan sesudah *resetting* ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4.** Perbandingan nilai *setting* sebelum dan sesudah *resetting*

Zona	Setting Rele Jarak				Perubahan (%)
	Sebelum		Sesudah		
	$Z_n$	$T_n$	$Z_n$	$T_n$	
1	3,55	0	2,6133	0	26,3859
2	9,37	0,4	6,6999	0,4	28,4963
3	16,32	1,6	10,5052	1,6	35,6299

Nilai *setting* Zona 1 yang awalnya 3,55  $\Omega$  mengalami perubahan sebesar 26,3859 % menjadi 2.6133  $\Omega$ . Nilai *setting* Zona 2 yang awalnya 9.37  $\Omega$  mengalami perubahan sebesar 28.4963 % menjadi 6,6999  $\Omega$ . Nilai *setting* Zona 3 yang awalnya 16.32  $\Omega$  mengalami perubahan sebesar 35.6299 % menjadi 10.5052  $\Omega$ . Berdasarkan nilai *setting* rele jarak sebelum *resetting*, dapat dibuat diagram seperti pada Gambar 2 menggunakan program bantuan komputer. Garis berwarna merah menunjukkan daerah kerja Rele Pesanggaran – Sanur sedangkan garis berwarna hijau adalah daerah kerja rele Sanur – Gianyar.



Gambar 2. Time Distance Diagram sebelum *resetting*

Perbandingan nilai jangkauan *setting* impedansi terhadap masing masing zona proteksi adalah sebagai berikut :

1. Perbandingan nilai jangkauan zona 1 :

$$Z_{perbandingan1} = \frac{3,55}{2,6133} \times 80 \% = 135,8436 \%$$

2. Perbandingan nilai jangkauan zona 2 :

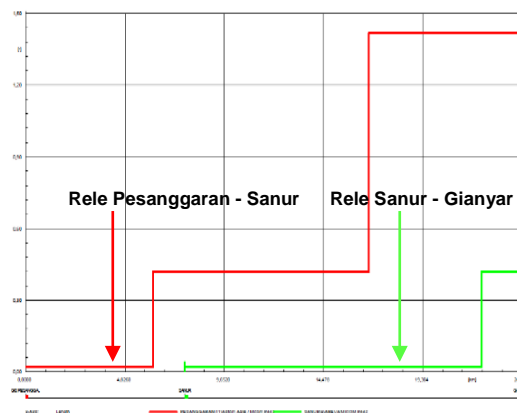
$$Z_{perbandingan2} = \frac{9,37}{6,6999} \times 120 \% = 167,8234 \%$$

3. Perbandingan nilai jangkauan zona 3 :

$$Z_{perbandingan3} = \frac{16,32}{10,5052} \times 220 \% = 341,7736 \%$$

Berdasarkan Gambar 2, diketahui bahwa *setting* impedansi kondisi sebelum *resetting* terjadi tumpang tindih atau *overlaps*. *Overlaps* disebabkan perbedaan impedansi penghantar menjadi lebih kecil dengan persentase perubahan seesar 52,52%. Perubahan Impedansi tersebut menyebabkan zona 1 yang seharusnya melindungi 80 % dari total panjang saluran, malah menjadi 135,8436 %. Zona 2 dengan standar jangkauan daerah 120 % menjadi 167,8234 % dan zona 3 dengan standar jangkauan 220 % menjadi 341,7736%.

Berdasarkan nilai impedansi setelah *resetting* dapat dibuat *time distance* diagram rele jarak GIS Pesanggaran arah gianyar kondisi yang ditunjukkan pada gambar 3. Garis berwarna merah menunjukkan daerah kerja Rele Pesanggaran – Sanur sedangkan garis berwarna hijau adalah daerah kerja rele Sanur – Gianyar.



Gambar 3. Time Distance diagram sesudah *resetting*

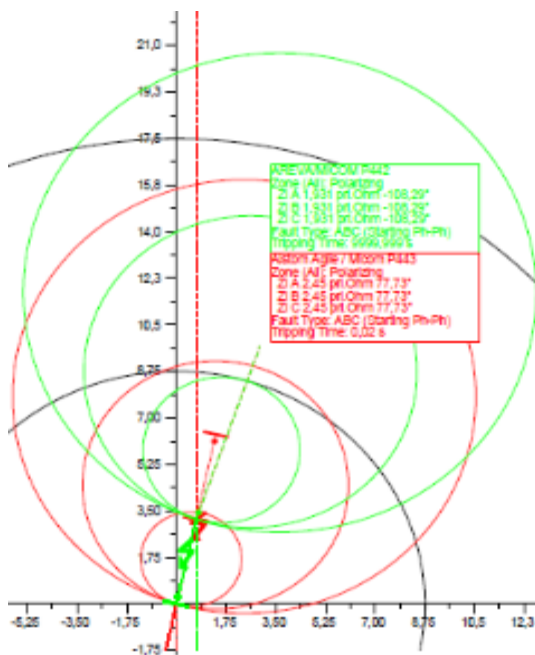
Berdasarkan pada gambar 3 diketahui bahwa setelah dilakukan *resetting*, Jangkauan daerah proteksi sudah baik dan tidak terjadi tumpang tindih. Zona 1 *resetting* rele jarak sudah memenuhi standar [3] dimana daerah jangkauannya melindungi 80% panjang saluran utama dengan pengaturan waktu  $T_1 = 0$  detik. Jangkauan zona 2 kondisi *resetting* sudah sesuai dengan standar dimana daerah

jangkauannya dapat melindungi saluran utama dan tidak melampaui jangkauan proteksi zona 1 rele jarak Sanur – Gianyar dengan pengaturan waktu  $T_2 = 0,4$  detik. Zona 3 kondisi *resetting* sudah sesuai dengan standar yang digunakan dengan pengaturan waktu  $T_3 = 1.6$  detik.

### 4.3 Simulasi Gangguan Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat disimulasikan pada 86 % atau 5,8125 km dari total panjang pada saluran transmisi Pesanggaran – Sanur. Simulasi gangguan hubung singkat ini bertujuan untuk menguji kinerja rele jarak GIS Pesanggaran kondisi sebelum dan sesudah *resetting* agar sesuai dengan standar yang digunakan saat menangani gangguan yang terjadi pada sistem.

#### 4.3.1 Gangguan 3 Fasa

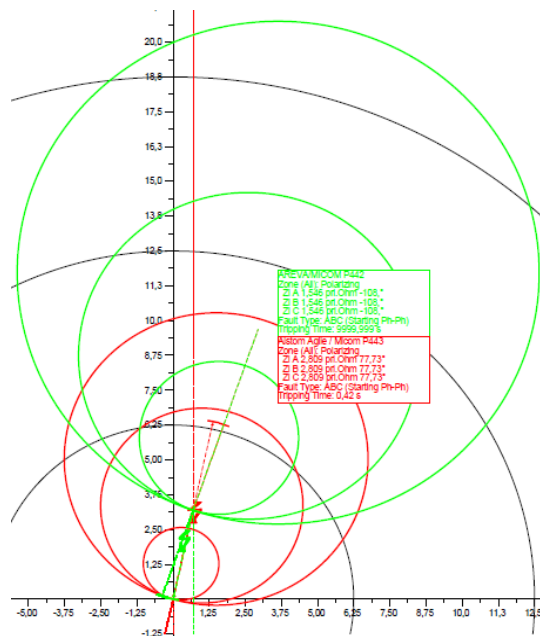


Gambar 4. Kinerja Rele Kondisi sebelum *resetting* gangguan 3 fasa

Gambar 4 menunjukkan kinerja rele jarak Micom P443 pesanggaran – Sanur saat diuji menggunakan gangguan hubung singkat 3 fasa. Garis berwarna merah menunjukkan daerah kerja Rele Pesanggaran – Sanur sedangkan garis berwarna hijau adalah daerah kerja rele Sanur – Gianyar.

Rele jarak Pesanggaran – Sanur mendeteksi gangguan pada proteksi zona 1 dengan impedansi primer yang terukur sebesar  $2,809 \angle 77,73^\circ \Omega$  dan waktu trip sebesar 0,02 detik pada 86 % saluran transmisi Pesanggaran – Sanur. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja rele jarak kondisi sebelum *resetting* belum sesuai dengan standar. Gangguan pada 86 % saluran Pesanggaran – Sanur seharusnya dideteksi pada zona 2 dengan waktu trip 0,4 detik.

Rele jarak Micom P442 Sanur – Gianyar mendeteksi gangguan sebesar  $1,931 \angle -106,29^\circ \Omega$  di saluran transmisi Pesanggaran – Sanur. Rele jarak GI Sanur tidak trip atau waktu trip 9999,999 detik karena rele bekerja secara *forward*, sedangkan gangguan berada di belakang GI Sanur dan diluar dari area jangkauan proteksinya.



Gambar 5. Kinerja Rele Kondisi *Resetting* Gangguan 3 fasa

Gambar 5 menunjukkan kinerja rele saat terjadi gangguan 3 fasa setelah dilakukan *resetting*. Garis berwarna merah menunjukkan daerah kerja Rele Pesanggaran – Sanur sedangkan garis berwarna hijau adalah daerah kerja rele Sanur – Gianyar. Impedansi yang terukur oleh Rele jarak micom P443 Pesanggaran – Sanur saat terjadi gangguan hubung singkat

3 fasa pada 86 % saluran transmisi Pesanggaran – Sanur 1 adalah  $2,809 \angle 77,73^\circ \Omega$ . Gangguan yang terjadi kemudian di isolir oleh proteksi zona 2 dalam waktu 0,4 detik. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja rele jarak setelah *resetting* sudah sesuai standar dengan standar *IEEE Std C37.113-2015*.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. *Uprating* konduktor menyebabkan Jangkauan proteksi zona 1 dan zona 2 rele jarak GIS Pesanggaran – GI Sanur terjadi tumpang tindih dengan zona 1 dan zona 2 rele GIS Sanur – GI Gianyar. Tumpang tindih yang terjadi akibat perbedaan impedansi menjadi lebih kecil dengan persentase perubahan sebesar 52,52%. Zona 1 yang seharusnya jangkauannya sebesar 80 % dari panjang saluran utama menjadi 135,8436 %. Zona 2 dengan standar jangkauan daerah 120 % menjadi 167,8234 % dan zona 3 dengan standar jangkauan 220 % menjadi 341,7736%.
2. Pada saat simulasi gangguan hubung singkat gangguan pada 86 % saluran Pesanggaran - Sanur, rele jarak Micom P443 pesanggaran – Sanur sebelum *resetting* mendeteksi gangguan pada zona 1 dan membutuhkan waktu 0,02 detik untuk mengisolir gangguan, hal ini tidak sesuai dengan standar *IEEE Std C37.113-2015* dimana gangguan tersebut perlu diisolir pada zona 2 dengan waktu 0,4 detik.
3. Jangkauan proteksi menggunakan nilai impedansi *resetting* yaitu pada zona 1 ( $Z_{1s}$ ) sebesar  $3,4843 \angle 977,726^\circ \Omega$ , zona 2 ( $Z_{2s}$ ) sebesar  $8,9109 \angle 74,269^\circ \Omega$ , dan zona 3 ( $Z_{3s}$ ) sebesar  $13,9712 \angle 73,4699^\circ \Omega$  menunjukkan koordinasi proteksi sudah baik dan tidak terjadi *Overlaps*.
4. Pada saat simulasi gangguan hubung singkat pada 86 % saluran

Pesanggaran – Sanur, kinerja rele jarak Micom P443 pesanggaran – Sanur menggunakan nilai impedansi setelah *resetting* bekerja sesuai standar *IEEE Std C37.113-2015* dimana gangguan sudah terdeteksi di zona 2 dan membutuhkan waktu 0,4 detik untuk mengisolir gangguan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. PT. PLN. 2015. Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2018-2027. Jakarta: PT PLN (Persero). p. 442-452.
- [2]. Sudrajat, Rhamandita; Saodah, Siti; Waluyo, Waluyo. Analisis Penalaan Rele Jarak sebagai Proteksi Utama pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 kV Bandung Selatan–Cigereleng. *Reka Elkomika*, 2014, 2.1.
- [3]. Supriana, Sang Kompyang; Arjana, Ig Dyana; Amrita, A. A. N. Studi Pengaruh *Uprating* Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 kV Terhadap *Setting* Rele Jarak Antara GI Kapal–GI Padang Sambian–GI Pesanggaran. *Jurnal Ilmiah SPEKTRUM*, 2014, 1.1: 59-64.
- [4]. Hadianto, Alfian; Arjana, I. Gede Dyana; Setiawan, Widyadi. Studi Perhitungan Relay Jarak Pada Saluran Double Circuit Dengan Single Conductor Antara Gi Kapal-Gi Pemecutan Kelod Menggunakan Artificial Neural Network (Ann). *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 2016, 15.2: 59-66..
- [5]. Bakshi, U. A.; Bakshi, M. V. Protection And Switchgear. Technical Publications, 2009: 4-1.
- [6]. MiCOM P40 Agile P441 P442 P444 Technical Manual Platform Software Version: 61 & 70 Publication Reference: P44x/EN M/H96
- [7]. PT. PLN. 2015. Workshop Setting dan Scanning Sistem Proteksi. Gandul :P3B Jawa Bali.
- [8]. Thompson, Michael J.; Heidfeld, Daniel L. Transmission line *setting* calculations-beyond the cookbook. In: Protective Relay Engineers, 2015 68th

Annual Conference for. IEEE, 2015. p.  
850-865.

- [9]. IEEE standard, C37.113-2015. IEEE  
Guide for Protective Relay Applications  
to Transmission Lines.