

ANALISIS PENENTUAN *SETTING DISTANCE RELAY* PENGHANTAR SUTT 150 KV GIS PESANGGARAN – GI PEMECUTAN KELOD

Kholid Hidayatullah¹, Rukmi Sari Hartati², I W Sukerayasa³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email : holidhidayat19@gmail.com¹, rshartati@gmail.com², sukerayasa@unud.ac.id³

ABSTRAK

Penambahan kabel UGC (*Under Ground Cable*) dan perubahan rating peralatan untuk kebutuhan rekonfigurasi GI (*Gardu Induk*) Pesanggaran menjadi GIS (*Gas Insulated Switchgear*) Pesanggaran mengakibatkan perlunya *setting ulang distance relay* agar relay dapat bekerja lebih selektif dan handal. Dengan menggunakan perhitungan manual dan simulasi diperoleh hasil *setting ulang distance relay GIS Pesanggaran - GI Pemecutan Kelod* dengan nilai impedansi zone 1 = 2,055 Ω , zone 2 = 5,73 Ω dan zone 3 = 11,01 Ω dengan *time delay* zone 1 = 0 detik, zone 2 = 0,4 detik dan zone 3 = 1,6 detik. *Setting* tersebut menunjukkan bahwa nilai *setting ulang relay* dapat mengamankan saluran dari gangguan hubung singkat 3 fasa yang diperoleh dari hasil simulasi.

Kata kunci : *Distance relay, setting dan zone*

ABSTRACT

The addition of UGC cable (*Under Ground Cable*) and equipment rating's change for the reconfiguration from Air Insulated Swichgear into Gas Insulated Switchgear at Pesanggaran substation. Therefore need to reset distance relay settings so that relays can work more selectively and reliably. Using manual and simulation calculations, the results obtained from distance relay reset GIS Pesanggaran - GI Pemecutan Kelod, with impedance value 1 = 2.055 Ω , zone 2 = 5.73 Ω and zone 3 = 11.01 Ω with time delay at zone 1 = 0 seconds, zone 2 = 0.4 seconds and zone 3 = 1.6 seconds. This setting shows that the reload setting value can secure the line from the 3 phase short circuit fault obtained from the simulation results.

Keywords : *Distance relay, setting and zone*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gardu Induk 150 kV Pesanggaran merupakan Gardu Induk yang peranannya sangat penting dalam kelistrikan di Pulau Bali. GI 150 kV Pesanggaran merupakan Gardu Induk yang menyalurkan pasokan listrik ke daerah wisata seperti Nusa Dua, Sanur, Denpasar. Penerapan *Island Operation* oleh PLN sebagai inovasi untuk mengurangi dampak gangguan berskala luas, GI 150 kV Pesanggaran menjadi semakin krusial karena peranannya sebagai penyalur daya utama di Bali Selatan. GI 150 kV Pesanggaran saat ini telah direkonfigurasi dari GI Konvensional dengan sistem *single busbar* menjadi GIS (*Gas Insulated Switchgear*) dengan sistem *double busbar* agar lebih handal.

Dalam proses rekonfigurasi ini, terdapat perubahan panjang penghantar dan *rating* peralatan yang terpasang pada GIS. Perubahan panjang penghantar tersebut merupakan penambahan kabel UGC (*Under Ground Cable*) 150 kV XLPE (*Cross-Linked Polyethylene*) 1 x 1.200 mm² dengan KHA sebesar 1.018 A. Dikarenakan *distance relay* adalah satu – satunya pengaman utama pada GIS Pesanggaran, mengingat pentingnya *distance relay* dalam saluran transmisi untuk menjaga kontinuitas dan stabilitas penyaluran daya listrik. Oleh karena itu harus dilakukan perhitungan ulang nilai *setting distance relay*. Dengan menggunakan data yang lengkap dan akurat serta perhitungan *setting* yang tepat dapat memaksimalkan kinerja *relay* yaitu sensitif, selektif, andal dan cepat.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan *setting distance relay* pada SUTT 150 kV GIS Pesanggaran arah Pemecutan Kelod.
- 2) Simulasi arus gangguan hubung singkat pada SUTT 150 kV GIS Pesanggaran arah Pemecutan Kelod menggunakan *software* ETAP.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang lingkup dan batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- 1) Perhitungan *setting distance relay* dengan adanya penambahan panjang penghantar dan perubahan *rating* peralatan.
- 2) Perhitungan arus gangguan hubung singkat 3 fasa menggunakan *software* yang akan digunakan untuk menghitung *setting distance relay* yang tepat.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Dasar Sistem Proteksi

Sebuah sistem tenaga listrik harus dapat beroperasi terus menerus tanpa adanya gangguan, hal ini bertujuan untuk menjaga kontinuitas penyaluran tenaga listrik sehingga menjamin kepuasan pelanggan dengan pelayanan yang handal. Sebuah alat khusus biasanya dipasang untuk mendeteksi gangguan dan mengisolasi daerah yang terganggu sehingga tidak seluruh daerah mengalami pemadaman. Alat yang mampu mendeteksi berbagai gangguan biasanya disebut relai proteksi. Relai proteksi merupakan sebuah komponen peralatan yang memberikan instruksi/perintah untuk memisahkan bagian yang terganggu dari sistem. Hal ini bertujuan untuk memastikan bagian sistem yang tidak terganggu tetap menyalurkan tenaga listrik dan mencegah kerusakan yang fatal akibat gangguan tersebut [1] [5] [7].

2.2 Distance relay

Distance relay adalah salah satu sistem proteksi tenaga listrik dan merupakan pengaman utama pada saluran transmisi. *Distance relay* menggunakan pengukuran tegangan dan arus untuk

mendapatkan impedansi saluran yang harus diamankan. Jika impedansi terukur di bawah nilai *settingnya*, maka *relay* akan bekerja. *Distance relay* bergantung pada jarak gangguan yang terjadi terhadap *relay* proteksi dan tidak bergantung pada besarnya arus gangguan yang terjadi [2] [6].

2.3 Prinsip Kerja Relay

Prinsip kerja dari *distance relay* yaitu dengan mengukur tegangan pada titik *relay* dan arus gangguan yang dirasakan oleh *relay* dengan membagi besaran tegangan dan arus, maka impedansi sampai titik terjadinya gangguan dapat ditentukan. Nilai impedansi gangguan dapat dihitung menggunakan persamaan [3].

$$Z_f = V_f / I_f \dots\dots\dots (1)$$

Impedansi merupakan parameter pokok yang digunakan dalam perhitungan *setting distance relay*. Perhitungan impedansi ditunjukkan pada persamaan [4].

$$Z = R + jX \dots\dots\dots (2)$$

Total impedansi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan [4].

$$Z = (R + jX) \times L \dots\dots\dots (3)$$

Jika pada gardu induk yang berada di depannya memiliki trafo daya, maka jangkauan pada *zone* selanjutnya tidak boleh melebihi impedansi dari trafo daya. Seperti yang ditunjukkan pada persamaan [4]:

$$X_t = \frac{X \cdot V_p}{S} \dots\dots\dots (4)$$

2.4 Sistem Zone Time Delay

Distance relay membagi daerah operasinya menjadi beberapa daerah cakupan yaitu *zone 1*, *zone 2* dan *zone 3*. Dimana di setiap *zone* wilayah kerja *distance relay* memiliki karakteristik reaksi yang berbeda – beda. Pembagian *zone* proteksi ini dimaksudkan untuk memperoleh koordinasi dalam mengamankan sistem dari gangguan yang terjadi. Pembagian *zone* proteksinya adalah sebagai berikut [5]:

1. *Setting* dan *time delay* pada *zone 1*

- Zone 1 = $0,8 \times Z_{L1}$ (5)
 T1 = 0 detik
2. *Setting* dan *time delay* pada zone 2
 $Z_{2min} = 1,2 \times Z_{L1}$ (6)
 $Z_{2mak} = 0,8 ((Z_{L1} + 0,8 \times Z_{L2}) \times K)$ (7)
 $Z_{2trf} = 0,8 (Z_{L1} + k \times X_T)$ (8)
 T2 = 0,4 – 0,8 detik
3. *Setting* dan *time delay* pada zone 3
 $Z_{3min} = 1,2 \times (Z_{L1} + K \times Z_{L3})$ (9)
 $Z_{3mak1} = 0,8 \times ((Z_{L1} + 1,2 \times Z_{L3}) \times K)$ (10)
 $Z_{3mak2} = 0,8 \times ((Z_{L1} + 0,8 (Z_{L3} + 0,8 \times Z_{L4}) \times K)$ (11)
 $Z_{3trf} = 0,8 \times (Z_{L1} + (0,8 \times X_T))$ (12)
 T3 = 1,2 – 1,6 detik

Keterangan :

- Z_{L1} = Impedansi saluran diamankan (Ω)
- Z_{L2} = Impedansi saluran berikutnya yang terkecil (Ω)
- Z_{L3} = Impedansi saluran berikutnya yang terbesar (Ω)
- Z_{L4} = Impedansi saluran dari *far end bus* yang terkecil (Ω)
- K = *Infeed factor* (1 s.d 2)
- X_T = Reaktansi transformator (%)
- T1 = *Time delay zone 1* (detik)
- T2 = *Time delay zone 2* (detik)
- T3 = *Time delay zone 3* (detik)

III. METODOLOGI PENELITIAN

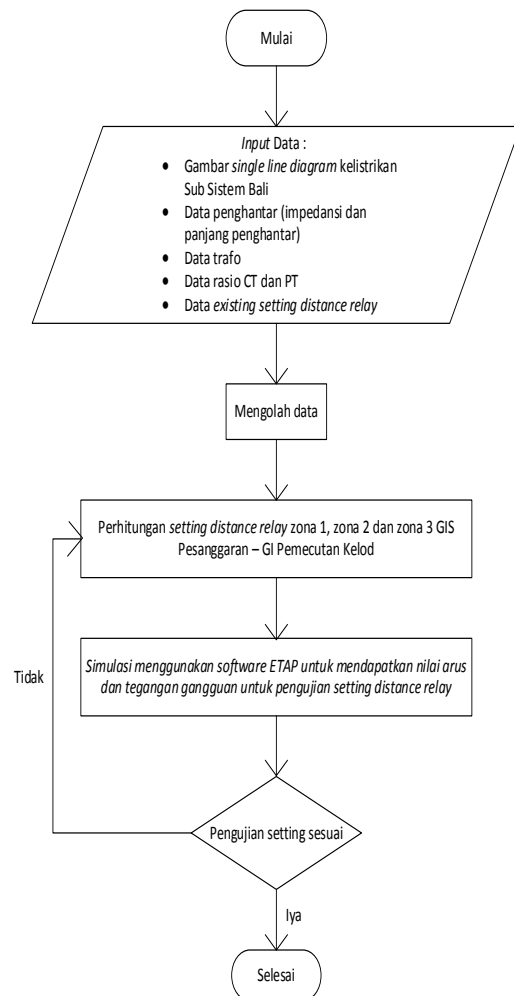
Tahapan analisis data pada penelitian akan dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan data-data teknis yang terkait dengan penelitian yaitu data *single line diagram* GIS Pesanggaran, data penghantar SUTT (impedansi dan panjang penghantar), data rasio CT dan VT, data trafo dan data *existing setting distance relay*.
2. Dengan adanya perubahan panjang penghantar yang disebabkan karena adanya penambahan kabel UGC dan perubahan *rating* peralatan maka diperlukan perhitungan kembali nilai

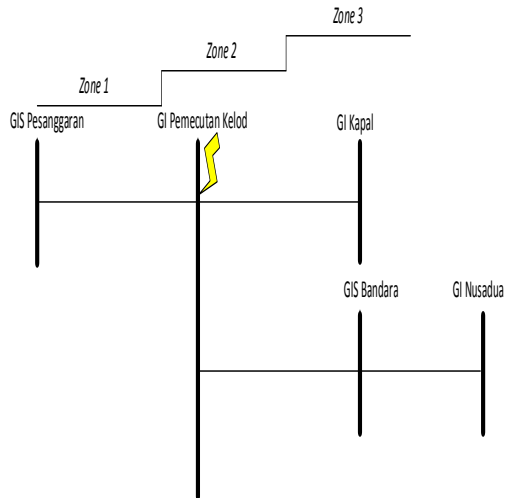
setting distance relay untuk mendapatkan nilai *setting* baru yang sesuai dengan perubahan daerah proteksi yang baru. Perhitungan *setting distance relay* setiap zone nya (zone 1, zone 2 dan zone 3) menggunakan cara perhitungan manual.

3. Pemodelan sistem ke dalam *software* ETAP.
4. Simulasi menggunakan *software* ETAP untuk mendapatkan nilai arus dan tegangan gangguan yang akan digunakan untuk pengujian *setting distance relay*.

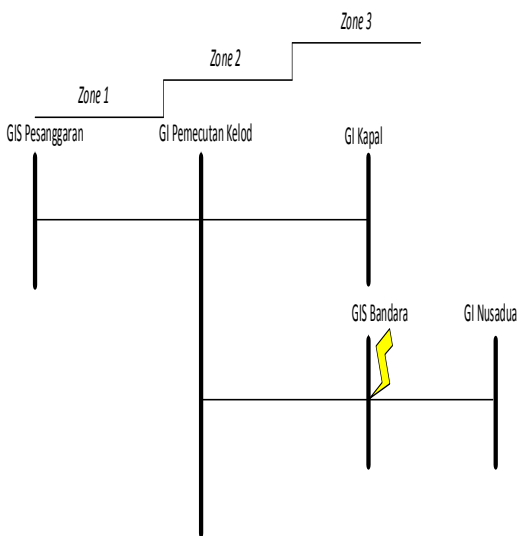
Berdasarkan paparan tahapan penelitian di atas, maka alur analisis dapat ditampilkan dalam bentuk *flowchart* seperti Gambar 1:



Gambar 1 Alur Analisis *Setting Distance relay* GIS Pesanggaran – GI Pemecutan Kelod



Gambar 3 Gangguan pada busbar GI Pemecutan Kelod



Gambar 4 Gangguan pada busbar GIS Bandara

Pada pengujian *setting distance relay* yang digunakan adalah gangguan hubung singkat yang simetris atau seimbang, sehingga jenis gangguan yang digunakan pada simulasi *software* ETAP adalah gangguan hubung singkat 3 fasa. Berikut merupakan tabel perbandingan impedansi gangguan hubung singkat dan impedansi *setting distance relay* pada masing – masing lokasi gangguan.

Tabel 3 Hasil Perbandingan Impedansi Gangguan dan Impedansi *Setting* Sebelum Penambahan Kabel UGC.

Lokasi Gangguan	Jenis Gangguan	$Z_{gangguan}$ (Ω)	Setting Distance relay Sebelum UGC		
			$Z_{setting}$ (Ω)	Ket	Zone
GI Pemecutan Kelod	3 fasa	5,142	3,24	Tidak Trip	Zone 2
GIS Bandara	3 fasa	9,26	5,76	Tidak Trip	Zone 3

Tabel 4 Hasil Perbandingan Impedansi Gangguan dan Impedansi *Setting* Sesudah Penambahan Kabel UGC.

Lokasi Gangguan	Jenis Gangguan	$Z_{gangguan}$ (Ω)	Setting Distance relay Sesudah UGC		
			$Z_{setting}$ (Ω)	Ket	Zone
GI Pemecutan Kelod	3 fasa	5,142	5,73	Trip	Zone 2
GIS Bandara	3 fasa	9,26	11,01	Trip	Zone 3

Berdasarkan hasil perbandingan impedansi gangguan dengan impedansi *setting* menunjukkan bahwa *setting distance relay* sebelum penambahan kabel UGC tidak dapat mengamankan saluran transmisi karena impedansi *setting relay* lebih kecil daripada impedansi gangguannya. Sedangkan *setting distance relay* setelah penambahan kabel UGC dapat mengamankan saluran transmisi yang ditandai dengan trip pada pengaman.

V. SIMPULAN

- 1) *Setting distance relay* setelah rekonfigurasi dari AIS ke GIS yang terdapat adanya penambahan kabel UGC dan perubahan *rating* dari peralatan harus dilakukan *setting* ulang hal ini bertujuan supaya *relay* bekerja lebih selektif dan handal. Hasil perhitungan *setting distance relay* yang baru yaitu Zone 1 = 2,055 Ω ,

Zone 2 = 5,73 Ω dan Zone 3 = 11,01 Ω dengan waktu tunda untuk Zone 1 = 0 detik, Zone 2 = 0,4 detik dan Zone 3 = 1,6 detik.

- 2) Hasil pengujian *setting distance relay* menunjukkan bahwa *setting distance relay* yang baru dapat mengamankan saluran.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Glover J.D, Sarma M.K, Overbye T.J. 2012. *Power System Analysis and Design*. USA: Global Engineering.
- [2] PT PLN (Persero). 2006. Buku Pemeliharaan Dan Pengujian *Relay Jarak*. PT PLN P3B Jawa-Bali
- [3] PT.PLN (Persero). 2013. Buku Pedoman Dan Petunjuk Sistem Proteksi Transmisi dan Gardu Induk Jawa Bali
- [4] Supriana S.K, Arjana I.G.D, Amrita A.A.N. 2014. Studi Pengaruh *Uprating Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 kV Terhadap Setting Relay Jarak Antara Gi Kapal – Gi Padang Sambian – Gi Pesanggaran*. Jurnal Spektrum, Desember, Volume 1 (1): 59-64.
- [5] Ridwan A, Arjana I.G.D, Wijaya I.W.A. 2015. Studi Pengaruh *Mutual Inductance Terhadap Setting Relay Jarak Pada Saluran Transmisi Double Circuit 150 kV Antara Gi Kapal – Gi Pemecutan Kelod*. Jurnal Spektrum, September, Volume 2 (3): 106-110.
- [6] Titarenko Noskov. I. 1987. *Protective Relaying In Electric Power System*. Moscow : Peace Publishers.
- [7] Wisatawan H, Wahyudi R, Anam S. 2012. Evaluasi *Setting Relay Overall Differential GT 1.1 PLTGU Grati dan Relay Jarak GITET Grati pada Bus 500 kV*. Jurnal Media ElektriKA, Desember 2012, Volume 1 (2): 1-9