

STUDI KOORDINASI SISTEM PERALATAN PROTEKSI PADA PENYULANG PIDADA UNTUK MENDAPATKAN SETTING PENGAMAN YANG SELEKTIF

Kadek Adiyaksa Pramana¹, I.B Gede Manuaba², A.A Gede Maharta Pemayun³

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

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta 80361, Bali

Email : adiyaksapramana@gmail.com¹, ibgmanuaba@unud.ac.id², maharta@unud.ac.id³

ABSTRAK

Suatu sistem distribusi tenaga listrik harus mampu memberikan listrik ke pelanggan. Sehingga perusahaan sebagai penyedia diwajibkan memberikan yang terbaik untuk pelanggannya dengan cara meningkatkan keandalan suatu sistem distribusi tersebut. Semakin bertambahnya pelanggan yang menggunakan listrik maka arus gangguan yang mungkin terjadi akan semakin besar, maka dari itu perlu dilakukan perhitungan terhadap proteksi agar dapat meminimalisasi terjadinya gangguan hubung singkat. Proteksi yang digunakan pada penyulang Pidada yaitu *Overcurrent Relay* (OCR) dan *Ground Fault Relay* (GFR), relay proteksi ini digunakan untuk melakukan koordinasi setting arus yang sesuai dengan standart yang berlaku dan dapat mengatasi arus gangguan hubung singkat. Pada penelitian ini dilakukan studi koordinasi setting OCR dan GFR penyulang Pidada dengan menggunakan bantuan aplikasi DigSILENT PowerFactory 15.1.7. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode pembagian zona pada penyulang. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil pada Penyulang Pidada 0,2 s, *recloser* Bulu Indah 0,1 s dan, *recloser* Padang udayana 0,02 s. Kemudian pada dan relai gangguan tanah (GFR) didapatkan hasil pada Penyulang Pidada 0,2 s, *recloser* Bulu Indah 0,1 s dan, *recloser* Padang udayana 0,08 dengan menggunakan karakteristik *standart inverse*. Hasil dari penelitian ini sudah sesuai dengan standart yang berlaku, dimana standart yang digunakan yaitu IEC 60255 dengan *grading time* 0,3-0,5 detik.

Kata Kunci : Dig Silent Power Factory, Relay Arus Lebih, Relay Gangguan Tanah

ABSTRACT

An electric power distribution system must be able to provide electricity to customers. So that the company as a provider is required to provide the best for its customers by increasing the reliability of the distribution system. The more customers who use electricity, the greater the possible fault current, therefore it is necessary to calculate the protection in order to minimize the occurrence of short circuit disturbances. The protection used on the Pidada feeder is Overcurrent Relay (OCR) and Ground Fault Relay (GFR), this protection relay is used to coordinate current settings in accordance with applicable standards and can overcome short-circuit fault currents. In this research, a study of the coordination of the Pidada feeder's OCR and GFR settings was conducted using the DigSILENT PowerFactory 15.1.7 application. Calculations were carried out using the zone division method on the feeder. based on the results of the study, it was found that the Pidada feeder was 0.2 s, the Bulu Indah recloser was 0.1 s and the Padang Udayana recloser was 0.02 s. Then on and the ground fault relay (GFR) obtained results on the Pidada feeder 0.2 s, Bulu Indah recloser 0.1 s and Padang Udayana recloser 0.08 using standard inverse characteristics. The results of this study are in accordance with the applicable standards, where the standard used is IEC 60255 with a grading time of 0.3-0.5 seconds.

Key Words : Dig Silent Power Factory, Over Current Relay, Ground Fault Relay

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi yang menggunakan energi listrik sebagai sumber dayanya maka akan meningkatnya kebutuhan akan energi listrik tersebut, sehingga perusahaan yang bergerak pada bidang ketenagalistrikan harus mampu memenuhi kebutuhan para konsumennya. Maka dari itu diperlukan suatu sistem

distribusi yang diharapkan dapat menyalurkan energi listrik dan memiliki nilai keandalan, kecepatan yang tinggi sehingga dapat memberikan pelayanan yang baik kepada para konsumennya. [1]. Penyulang Pidada merupakan penyulang yang memberikan pelayanan pada daerah Denpasar khususnya Jalan Pidada, Jalan

Bulu Indah, Jalan Andakasa dan sekitarnya. Penyulang Pidada Mendapatkan Suplai dari trafo IV GI Kapal dengan daya 60 MVA dan memiliki Panjang saluran kms serta memiliki 54 trafo distribusi.

Penyulang Pidada memiliki beberapa peralatan proteksi yang terpasang pada penyulangnya diantaranya *Over Current Relay* (OCR) bertugas apabila ada arus hubung singkat yang melebihi dari nilai settingnya, *Ground Fault Relay* (GFR) bekerja sama seperti OCR hanya saja GFR lebih fokus mendeteksi gangguan hubung singkat ke tanah. dan *Recloser* bekerja apabila mendeteksi dan mengisolir adanya gangguan arus kemudian memerintahkan PMT (pemutus) akan melakukan perintah reclose dan close secara otomatis sesuai dengan setting waktu yang di tentukan [2].

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem tenaga Listrik

Keandalan Sistem Distribusi tenaga listrik sangat penting untuk suatu sistem tenaga listrik. Sistem ini berguna untuk membagikan energi listrik dari sumber daya yang sangat besar hingga ke pelanggan. Saluran distribusi dapat dibedakan menjadi beberapa bagian diantaranya (JTM) yang sering disebut dengan jaringan tegangan menengah, untuk di Denpasar daya yang disalurkan oleh (JTM) yaitu berkisar 20kV kemudian di subtransmisi menuju gardu-gardu distribusi. Dan yang terakhir ada (JTR) Jaringan Tegangan Rendah, (JTR) atau jaringan tegangan rendah memiliki peranan untuk dapat mengalirkan energi listrik dari gardu distribusi menuju pelanggan. Kedua jaringan ini merupakan bagian yang digunakan untuk dapat mengalirkan energi listrik menuju pelanggan. Maka dari itu perlu ditingkatkannya keandalan pada jaringan tersebut [3].

2.2 Sistem Proteksi Jaringan Distribusi

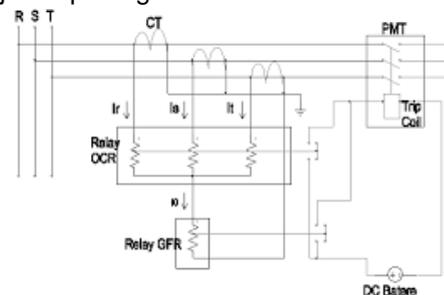
Secara garis besar peralatan proteksi berkerja untuk mempermudah mengisolir atau dapat melakukan pencegahan apabila terjadinya suatu gangguan yang dapat menyebabkan berkurangnya umur peralatan yang akan menyebabkan kerusakan apabila tidak mendapatkan perlakuan khusus pada

peralatan proteksi. Maka dari itu perlu dilakukan sistem peralatan proteksi pada sistem jaringan distribusi sehingga dapat meningkatkan keandalan pada sistem energi listrik tersebut.

Peralatan proteksi merupakan peralatan yang diperlukan untuk sistem jaringan distribusi, maka dari itu peralatan proteksi harus memiliki karakteristik sebagai berikut antara lain: cepat, ekonomis, sensitive, selektif dan memiliki keandalan sehingga peralatan proteksi dapat berkerja dengan maksimal [4][5].

2.3 Over current Relay (OCR)

Over Current Relay (OCR) merupakan peralatan proteksi yang sering terpasang pada sistem tenaga listrik. Over current relay atau sering disebut relay arus lebih merupakan relay yang berkerja apabila ada arus gangguan hubung singkat. Relay ini melakukan perintah atau informasi apabila nilai arus gangguannya lebih besar dari settingan relay tersebut (I_{set}) [6]. Berikut ini merupakan gambar dari rangkaian pengawatan (OCR) over current relay ditunjukkan pada gambar 1. Berikut.



Gambar 1. Rangkaian OCR

2.4 Ground Fault Relay (GFR)

Ground Fault Relay (GFR) atau sering disebut relay gangguan tanah bekerja bila mendeteksi arus gangguan hubung singkat apabila terjadi pada pemntanahan. *Ground Fault Relay* dapat melakukan kalkulasi melalui input binary pada relay tersebut, sehingga dapat melakukan perintah pada keluaran binary dan memberikan sinyal atau informasi dika terjadi gangguan pada pembumian tersebut.

Apabila dalam kondisi I_r , I_s , dan I_t memiliki nilai sama besar, dan kondisi beban seimbang maka pada kawat netral tidak akan menimbulkan arus dan pada relay gangguan

tanah tidak dapat mengalurkan arus. Bila dalam keadaan terjadinya ketidakseimbangan pada arus beban atau terjadi gangguan hubung singkat ke tanah, arus urutan nol pada kawat netral akan timbul arus, sehingga memerintahkan relay tersebut untuk bekerja sesuai dengan nilai settingnya [7].

2.5 Perhitungan Over current Relay (OCR)

(a) Berikut merupakan setting arus OCR (*Over Current Relay*) dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$I_{set (primer)} = 1,05 \times I_{nom} \dots \dots \dots (1)$$

$$I_{set (sekunder)} = I_{set (primer)} \times \frac{1}{I_{nom}} \dots \dots \dots (2)$$

(b) Berikut ini merupakan setting TMS (*Time Multiplier Setting*) dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut:

$$t = \frac{\alpha \times TMS}{\left[\frac{I_f}{I_{set}}\right]^\beta - 1} \dots \dots \dots (3)$$

2.6 Perhitungan Ground Fault Relay (GFR)

Setting GFR dapat menggunakan 6-12% dari arus gangguan yang lebih, dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [8]:

$$I_{set (Pri)} = 6\% \frac{1}{d} 12\% \times I_{s \text{ terkecil}} \dots \dots \dots (4)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

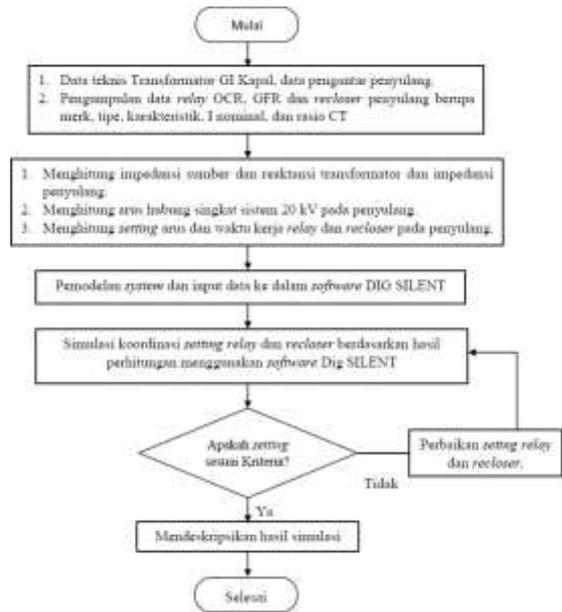
Untuk penelitian ini, metode untuk mengumpulkan data penelitian yang dipergunakan ialah sebagaimana di bawah ini:

Langkah 1. Metode Observasi

Metode untuk mengumpulkan data penelitian yang berkenaan dengan relay gangguan tanah, *system* proteksi elay arus lebih, serta juga Recloser yang terpasang di penyulang Pidada

Langkah 2. Penelaan keperustakaan

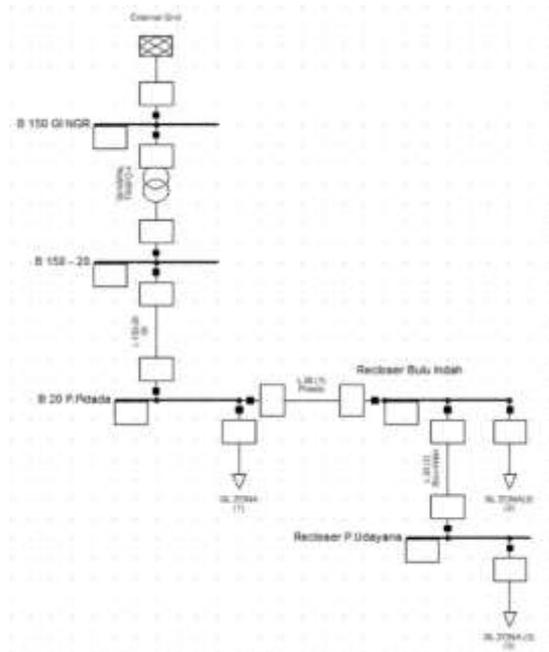
Penelaan keperustakaan ini didefinisikan sebagai proses pengumpulan data penelitian yang dilaksanakan dengan cara membaca dan mengumpulkan berbagai literatur yang berhubungan dengan relay gangguan tanah, *system* proteksi relay arus lebih, serta *Recloser* pada penyulang 20 kV Alur penelitian dapat ditinjau berdasarkan dalam gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah gambar 3. Hasil dari menggunakan DigSilent Power Factory 15.1.7.



Gambar 3. Pemodelan Jaringan

4.1 Perhitungan Impedansi Sumber GI Kapal

$$MVA_{hs} = I_{sc3\phi max} \times (v_{primer \ trafo} \times \sqrt{3})$$

$$= 8,55 \text{ kA} \times 150 \text{ kV} \times \sqrt{3} = 2223,20 \text{ MVA}$$

$$X_{sc} = \frac{kV^2}{MVA} \times Z_{s150kV} = \frac{20^2}{150^2} \times 10,12 = 0,179 \Omega$$

4.2 Menghitung Impedansi Trafo

(a) Hasil Nilai dari urutan positif dan

negatif

$$Z_{t1} = X_{t\%} \times \frac{kV^2}{MVA}$$

$$Z_{t1} = 11 \% \times \frac{20^2}{60} = 0,76 \text{ ohm}$$

(b) hasil nilai urutan Nol

$$Z_{t0} = 9 \times Z_{t1}$$

$$Z_{t0} = 9 \times 0,76$$

4.3 Perhitungan Impedansi Jaringan Penyulang Pidada.

jenis dan Panjang penghantar jaringan Pidada dapat disimpulkan dengan menggunakan gambar 4.



Gambar 4. Pembagian Zona Penyulang

Tabel berikut merupakan hasil Sesuai dengan nilai impedansi kawat penghantar menurut SPLN 64 1985.

Tabel 1. Impedansi Jenis Penghantar

Penghantar 20 KV	(AAAC's 3x150 mm ²)		(MVTIC 3x150 mm ²)		(NA2XSEFGBY 2x150 mm ²)	
	R	jX	R	jX	R	jX
Z1/km	0,216 Ω	j0,3305 Ω	0,262 Ω	j0,014Ω	0,125 Ω	j0,09 Ω
Z0/km	0,361 Ω	j1,618 Ω	0,206 Ω	j0,104 Ω	0,275 Ω	j0,029 Ω

Hasil dari impedansi penyulang urutan negatif dan juga positif ini dihitung dengan mempergunakan persamaan sebagaimana di bawah ini:

$$Z_1=Z_2= \text{Panjang Penyulang (km)} \times Z_{1AAAC/s}$$

$$= 3,609 \times (0,216 + j0,3305)$$

$$=0,779 + j1,192$$

impedansi penyulang urutan nol dapat dihitung dengan mempergunakan persamaan sebagaimana di bawah ini.

$$Z_0 = \text{Panjang Penyulang (km)} \times Z_{0AAAC/s}$$

$$= 3,609 \times (0,3631+j1,618)$$

$$=1,3104 + j5,8393$$

Hasil dari perhitungan impedansi urutan positif dan urutan negatif zona 1 pada titik 1% dengan mempergunakan persamaan sebagaimana di bawah ini:

$$Z_{1jar1} = Z_{1NA2XSEFGBY} + Z_{1MVTIC} \times 1\%$$

$$=(0,9735+j0,7009)+(1,657+j0,0885) \times 1\%$$

$$= 0,0263 + j0,0079$$

$$Z_{0jar1} = Z_{0NA2XSEFGBY} + Z_{0MVTIC} \times 1\%$$

$$=(2,1417+j0,2258)+(1,3031+j0,657) \times 1\%$$

$$= 0,0345 + j0,0088$$

Mengacu pada data penelitian dan juga hasil perhitungan yang didapatkan, dengan ini didapatkan nilai-nilai dari impedansi jaringan yang dengan mempergunakan tabel sebagaimana di bawah ini.

Tabel 2. Perhitungan Impedansi Jaringan

Titik jaringan		Z ₁ = Z ₂ (ohm)		Z ₀ (ohm)	
		R	jX	R	jX
Zona 1	1%	0,0263	0,0079	0,0345	0,0088
	100%	2,635	0,7894	3,4448	0,0883
Zona 2	1%	0,0285	0,0112	0,0492	0,0388
	100%	2,8512	1,1195	4,292	3,8857
Zona 3	1%	0,0312	0,0153	0,0475	0,0592
	100%	3,1231	1,5365	4,7502	5,9276

4.4 Perhitungan ekivalen Jaringan

Nilai impedansi ekivalen jaringan urutan positif dan negatif sebagai berikut dengan lokasi gangguan diasumsikan terjadi 1% Panjang penyulang zona 1:

$$Z_{1eq} = Z_{sumber} + Z_{1T} + Z_{1penyulang1\%}$$

$$= j0,1799 + j 0,86 + 0,0263 + j0,079$$

$$= 0,0263 + j1,0478$$

Tabel 3. Impedansi Ekivalen Jaringan

(a) Urutan Positif □_{1□□} dan urutan negative □_{2□□}

Titik Jaringan		Imp. Ekivalen Z _{1eq} = Z _{2eq}	
		R	jX
Zona 1	1%	0,026	1,047
	100%	2,635	1,829
Zona 2	1%	0,028	1,051
	100%	2,85	2,159
Zona 3	1%	0,031	1,055
	100%	3,123	2,576

(b) Urutan Nol (□₀)

$$= 2,58 + 3 \times 40 + 0,0345 + j0,0088$$

$$= 120,034 + j2,5888$$

Tabel 4. Ekivalen Jaringan Urutan Nol □_{0□□}

Titik Jaringan		Impedansi Ekivalen Z _{0eq}	
		R	jX
Zona 1	1%	120,034	2,5888
	100%	123,449	2,6683
Zona 2	1%	120,049	2,6188
	100%	124,292	6,4657
Zona 3	1%	120,047	2,639
	100%	124,750	8,5076

4.5 Perhitungan Hubung Singkat

(a) 3 φ (3 Fasa)

$$I_{3\phi}(20) = \frac{V_p}{Z_{1eq}} = \frac{2000}{\frac{0,026 + 1,047}{\sqrt{3}}} = \frac{11,547}{1,05934} = 1102,52 \text{ A}$$

(b) 1 Fasa (1 φ) ke Tanah.

$$I_{3\phi}(20) = \frac{3 \times V_p}{2 \times Z_{1eq} + Z_{0eq}} = \frac{3 \times 2000}{\frac{(2 \times (0,026 + 1,047)) + 120,034 + j2,5888}{\sqrt{3}}} = \frac{34641,016}{120,177} = 288,25 \text{ A}$$

Tabel 5. Arus Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa dan 1 Fasa ke Tanah

Titik Jaringan		$I_{f1 \text{ fasa}} \text{ (A)}$	$I_{f3 \text{ fasa}} \text{ (A)}$
Zona 1	1%	288,25	1102,52
	100%	268,79	3599,93
Zona 2	1%	288,02	1098,27
	100%	265,56	3227,37
Zona 3	1%	288,40	1094,03
	100%	263,02	2582,29

4.6 Setting OCR dan GFR

(a) Setting arus OCR pada penyulang Pidada

Berdasarkan data yang diperoleh pada penyulang pidada sebagai berikut: I nominal= 126,151 A, Rasio CT = 800/5

Nilai $I_{set(primier)}$ dan $I_{set(sekunder)}$ dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$I_{set \text{ primer}} = 1,05 \times 126,151$$

$$I_{set \text{ primer}} = 132,46$$

$$I_{set \text{ (sekunder)}} = 132,46 \times \frac{1}{800/5}$$

$$I_{set \text{ (sekunder)}} = 0,82 \text{ A}$$

(b) Setting TMS OCR pada penyulang pidada.

TMS OCR penyulang Pidada, dihitung menggunakan nilai arus hubung singkat yang terjadi di zona 1 titik 1%. Dimana waktu kerja pada sisi penyulang ditetapkan 0,3 sekon.

$$0,3 = \frac{0,14 \times tms}{\left[\frac{1102,52}{132,46} \right]^{0,002} - 1}$$

$$Tms = \frac{0,3 \left[\left(\frac{1102,52}{132,46} \right)^{0,002} - 1 \right]}{0,14} = 0,9 \text{ SI}$$

(c) Setting arus GFR pada penyulang Pidada

Berikut persamaan yang digunakan untuk mencari Nilai $I_{set(primier)}$ dan $I_{set(sekunder)}$ pada GFR :

$$I_{set(primier)} = 10\% \times I_{hs1 \text{ fasa}}$$

$$I_{set(primier)} = 0,1 \times 288,40 = 28,84 \text{ A}$$

$$I_{set(sekunder)} = I_{set(primier)} \times \frac{1}{\text{Rasio CT}}$$

$$I_{set(sekunder)} = 28,84 \times \frac{1}{800/5} = 0,18 \text{ A}$$

(d) Menghitung Hasil setting TMS GFR Untuk penyulang Pidada

TMS dihitung menggunakan nilai arus hubung singkat yang terjadi di zona 1 titik 1%. Dimana waktu kerja pada sisi penyulang ditetapkan 0,3 sekon.

$$T = \frac{\alpha \times tms}{\left[\frac{I_{fault}}{I_{set}} \right]^\beta - 1} = \frac{0,14 \times tms}{\left[\frac{288,25}{28,82} \right]^{0,02} - 1}$$

$$Tms = \frac{0,3 \left[\left(\frac{288,25}{28,82} \right)^{0,02} - 1 \right]}{0,14} = 0,1 \text{ SI}$$

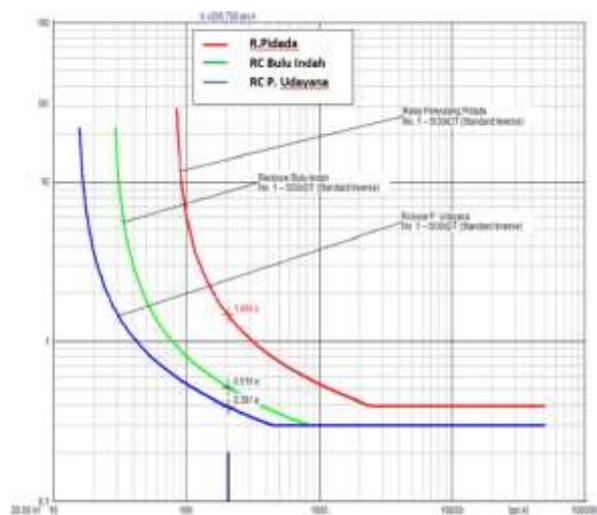
Dengan cara yang sama maka didapatkan hasil perhitngan masing-masing zona sebagai berikut:

Tabel 6. Data Hasil Setting OCR dan GFR Hasil Perhitungan

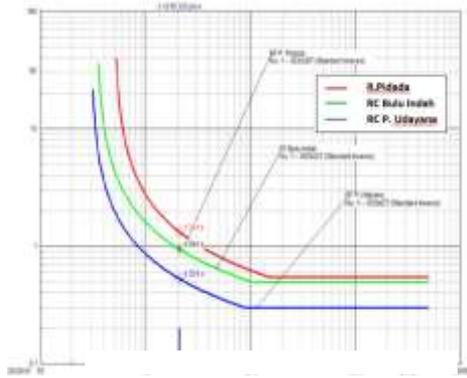
Setting	Relay Penyulang Pidada	Recloser		
		Bulu Indah	Padang Udayana	
OCR	I set (A)	300 A	200 A	220 A
	TMS (SI)	0,13 s	0,12 s	0,1 s
	t (s)	0,2 s	0 s	0,1 s
GFR	I set (A)	48 A	40 A	35 A
	TMS (SI)	0,25 s	0,12 s	0,1 s
	t (s)	0,2 s	0,1 s	0,08 s

4.7 Analisa Setting Koordinasi OCR dan GFR Pada penyulang Pidada Kondisi Eksisting.

Berikut merupakan Kondisi eksisting setelah dilakukan simulasi berupa kurva dengan cara menginputkan nilai setting, yang dimana pada simulasi tersebut terdapat *grading time* antara Relay Penyulang pidada, *Recloser* Buluh Indah dan *Recloser* Padang Udayana.



Gambar 5. Kurva Koordinasi OCR Kondisi Eksisting.

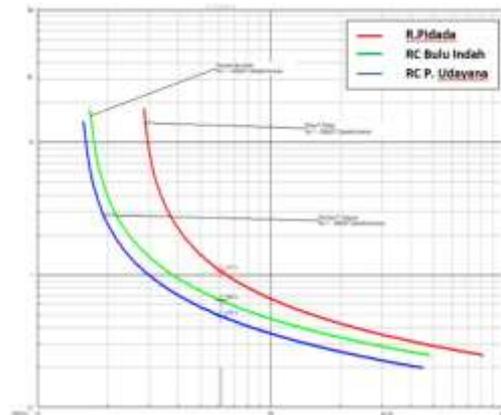
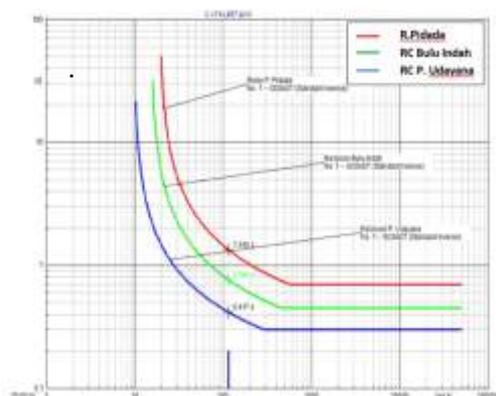


Gambar 6. Kurva Koordinasi GFR Kondisi Eksisting

Gambar 5. Menunjukkan bahwa Grading time antara relay recloser Buluh Indah dan recloser P. Udayana masih dibawah 0,3 s dimana pada standart IEC 60255 yaitu $\geq 0,3$ s. sementara relay P. pidada dengan relay recloser Buluh Indah sudah baik yaitu memiliki grading time $\geq 0,3$ s.

4.8 Analisa Setting Koordinasi OCR dan GFR Hasil Perhitungan.

Dapat dilihat waktu kerja relay OCR penyulang pidada didapatkan $t = 0,2$ detik, waktu kerja OCR *recloser* Buluh Indah didapatkan $t = 0,1$ detik, dan waktu kerja relay OCR *recloser* padang udayana didapatkan $t = 0,02$ detik. Waktu kerja relay GFR penyulang Pidada didapat $t = 0,2$ detik, waktu kerja GFR *recloser* Buluh indah didapat $t = 0,1$ detik, dan waktu kerja GFR *recloser* Padang Udayana didapat $t = 0,08$ detik. Nilai ini akan menunjukkan waktu kerja dari masing-masing relay. Setelah semua data setting dimasukkan ke DIg Silent maka simulasi sudah bisa dijalankan dan menghasilkan *grading time* antara kurva koordinasi relay.



Gambar 7. Grading time Koordinasi OCR Hasil Perhitungan

Gambar 8. Grading time Koordinasi GFR Hasil Perhitungan.

Berdasarkan kurva koordinasi GFR kondisi eksisting pada gambar 8. Dapat dilihat bahwa selektifitas *system* proteksi hubung singkat pada penyulang Pidada sudah baik. *Grading time* antara ketiga relay tersebut bernilai $\geq 0,3$ s sudah sesuai dengan *standart* yang berlaku, dengan ini tidak akan mengakibatkan terjadinya bekerja secara bersamaan (*overlap*), yang mana bahwa standart IEC 60255 ini ialah $\geq 0,3$ s.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil kurva koordinasi relay OCR Kondisi eksisting pada penyulang Pidada yang ditunjukkan pada gambar 5. pada *recloser* Bulu Indah berpotongan dengan *recloser* Padang Udayana masih kurang selektif terhadap arus gangguan hubung singkat. Ketika terjadi gangguan selisih waktu kerja (*Grading time*) antar relay masih sangat kecil, dimana *grading time* antara Relay Penyulang pidada, *Recloser* Bulu Indah dan *Recloser* P. Udayana jika diberikan I Nom sebesar 205,72 A maka *grading time* antara Penyulang Pidada dengan *Recloser* Bulu Indah sebesar 0,952 s sedangkan Rec. Bulu

Indah dengan Rec. P. udayana sebesar 0,125 s. Nilai yang didapatkan ini tidak ada dalam interval 0,3-0,5 detik yang sejalan pada standar IEC 60255.

2. Sesudah dilaksanakan pengevaluasian untuk nilai *setting* waktu relai arus lebih (OCR) didapatkan hasil pada Penyulang Pidada 0,2 s, *recloser* Bulu Indah 0,1 s dan, *recloser* Padang udayana 0,02 s. Kemudian pada dan relai gangguan tanah (GFR) didapatkan hasil pada Penyulang Pidada 0,2 s, *recloser* Bulu Indah 0,1 s dan, *recloser* Padang udayana 0,08 dengan mempergunakan berbagai karakteristik yang terdapat dalam *standart inverse*. Jeda waktu kerja antar relai ini telah selaras terhadap standar IEC 60255, yakni senilai 0,3-0,5 detik.

Sistem Proteksi Feeder Gardu Induk 20 kV Jababeka.,” *Elektum J. Tek. Elektro*, vol. 14, no. 2, pp. 43 – 48, 2017.

- [6] B. W. Pramno , A. A. Sunadi., and Wariandi , “Perancangan Koordinasi Relai Arus Lebih, pada Gardu Induk Dengan Jaringan Distribusi Spindle ,” *Seminar. Nas. Energi Teknol.*, pp. 40 – 4.9 , 2017.
- [7] G. Induk *et al.*, “Analisa Proteksi Recloser Pada Penyulang Spl-03 Semarang.”
- [8] I. D. G. Agung Budhi Udiana, I. G. Dyana Arjana, and T. G. Indra Partha, “Studi Analisis Koordinasi Over Current Relay (Ocr) Dan Ground Fault Relay (Gfr) Pada Recloser Di Saluran Penyulang Penebel,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 2, p. 37, 2017, doi: 10.24843/mite.2017.v16i02p07.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Abdullah, “Evaluasi Setting Relay OCR , GFR. Dan Recloser Pasca Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Pada Trafo 2 Gardu Induk Spondol Semarang. Menggunakan Etap 12 . 6 . 0,” *Proc. Semin. Nas. Tek. Elektro (FORTEI 2016)*, p. Aryanto, T. (2013) ‘Frekuensi Gangguan Terhadap Ki, 2016 ,[Online].Available :[https ://ejournal 3.undip.ac.id / index..php/ transient/ article /view / 15883](https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/15883).
- [2] I. K. W. Iswara, G. D. Arjana, dan W. A. Wijaya, “Analisa Setting Relai Pengaman Akibat Rekonfigurasi Pada Penyulang Blahbatuh,” *J. Ilm. SPEKTRUM*, vol. 2, no. 2, pp. 74–78, 2016.
- [3] D. I. Gardu and I. Ngabang, “3) 1,2,3).”
- [4] M. J. W. Putro, B. Winardi, and S. Handoko , “Analisis Koordinasi Proteksi Relay Ocr Dan Recloser Pada Penyulang Sgn 04 Sanggrahan Menggunakan Etap 12.6.0,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro.*, vol. 7, no. 2, p p. 628 – 633, 2018, [Online]. Available : [https :// ejournal 3.undip.ac.id/index.ph p/transient/article/view/23384](https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/23384).
- [5] E. Dermawan. and D. Nugroho, “Analisa Koordinasi Over Current Relay Dan Ground Fault Relay Di