

Analisis Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Feeder Tampinna Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi Wotu

Tasrif AS^{1*}, Andreas Pangkung², dan Dani Tri Ambarwati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia
*tasrifsummeng@poliupg.ac.id

***Abstract:** An electric power system is a complex system consisting of a powerplant, transmission system and distribution system that operates simultaneously in distributing electric power. In the distribution of electric power can not be separated from the occurrence of abnormal conditions of the system or disruption so that it needs a protection system to overcome the occurrence of interference. Disruption that often occurs in the electrical power system is a short circuit disruption so that a short circuit analysis is carried out as a first step in determining the right protection system. Short circuit disorder is a type of disruption that occurs in an electric power system due to an increase in excess current due to a decrease in the strength of isolation from the channel both between phases and between phases and earth. Tampinna feeder is one of the feeders in Wotu Extra High Voltage Substation. In this study will be calculated how much the current of short circuit interference in the feeder and the working time of the protection relay, namely OCR and GFR. From the calculation obtained a maximum short circuit disruption in three phases amounting to 771.86 A, two phases amounting to 668.45 A and one phase to the ground amounting to 370,6 A.*

***Keywords:** short circuit current, over current relay (OCR), ground fault relay (GFR)*

Abstrak: Sistem tenaga listrik merupakan sistem kompleks yang terdiri dari pembangkit, sistem transmisi dan sistem distribusi yang beroperasi secara serentak dalam menyalurkan tenaga listrik. Dalam pendistribusian tenaga listrik tidak lepas dari terjadinya kondisi abnormal sistem atau gangguan sehingga perlu sistem proteksi untuk menanggulangi terjadinya gangguan. Gangguan yang seringkali terjadi pada sistem tenaga listrik yakni gangguan hubung singkat sehingga dilakukan analisis hubung singkat sebagai langkah awal dalam menentukan sistem proteksi yang tepat. Gangguan hubung singkat merupakan jenis gangguan yang terjadi pada suatu sistem tenaga listrik karena adanya kenaikan arus secara berlebih akibat penurunan kekuatan isolasi dari saluran baik antar fasa maupun antar fasa dan tanah. Feeder Tampinna merupakan salah satu feeder yang ada di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi Wotu. Pada penelitian ini akan dihitung berapa besar arus gangguan hubung singkat pada feeder dan waktu kerja relai proteksi yaitu OCR dan GFR. Dari hasil perhitungan diperoleh gangguan hubung singkat maksimum di tiga fasa sebesar 771,86 A, dua fasa sebesar 668,45 A dan satu fasa ke tanah sebesar 370,6 A

Kata kunci: arus hubung singkat, relai arus lebih (OCR), relai GFR

I. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik merupakan suatu sistem kompleks yang terdiri dari pembangkit listrik, saluran transmisi, dan jaringan distribusi yang beroperasi secara simultan dengan beberapa gardu induk untuk melayani berbagai jenis beban [1].

Pengoperasian sistem tenaga listrik tidak terlepas dari berbagai gangguan atau keadaan abnormal (gangguan) yang sewaktu-waktu dapat terjadi, seperti gangguan teknis atau gangguan alam. Gangguan ini dapat bersifat sementara atau permanen, dan dapat menyebabkan kerusakan fatal pada komponen utama, yang menyebabkan gangguan distribusi daya ke berbagai beban [2].

Dalam proses pendistribusian atau penyaluran daya ke berbagai konsumen, gangguan teknis dan gangguan alam seringkali menjadi penyebab utama gagalnya penyaluran daya. Hal ini dapat menyebabkan sistem pengamanan atau sistem proteksi harus bekerja atau beroperasi, guna penyelamatan komponen-komponen utama pada sistem distribusi tenaga listrik [3]. Salah satu bentuk gangguan yang sering terjadi yaitu “Gangguan Hubung Singkat” yakni hubung singkat antara fasa dengan fasa, 2 fasa ketanah dan 1 fasa ketanah. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengatasi gangguan

tersebut adalah dengan melakukan analisis hubung singkat sebagai langkah awal penanggulangan guna menentukan sistem proteksi yang tepat pada sistem tenaga listrik.

Pada penelitian ini akan dibahas perhitungan arus gangguan hubung singkat pada salah satu feeder yang ada di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi (GITET) Wotu. Pada Gardu Induk Wotu terdapat enam feeder yaitu Feeder Tampinna, Tomoni, Bungadidi, Lanosi, Mangkutana dan Wotu. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis terhadap salah satu dari keenam feeder yang ada di Gardu Induk Wotu yaitu Feeder Tampinna.

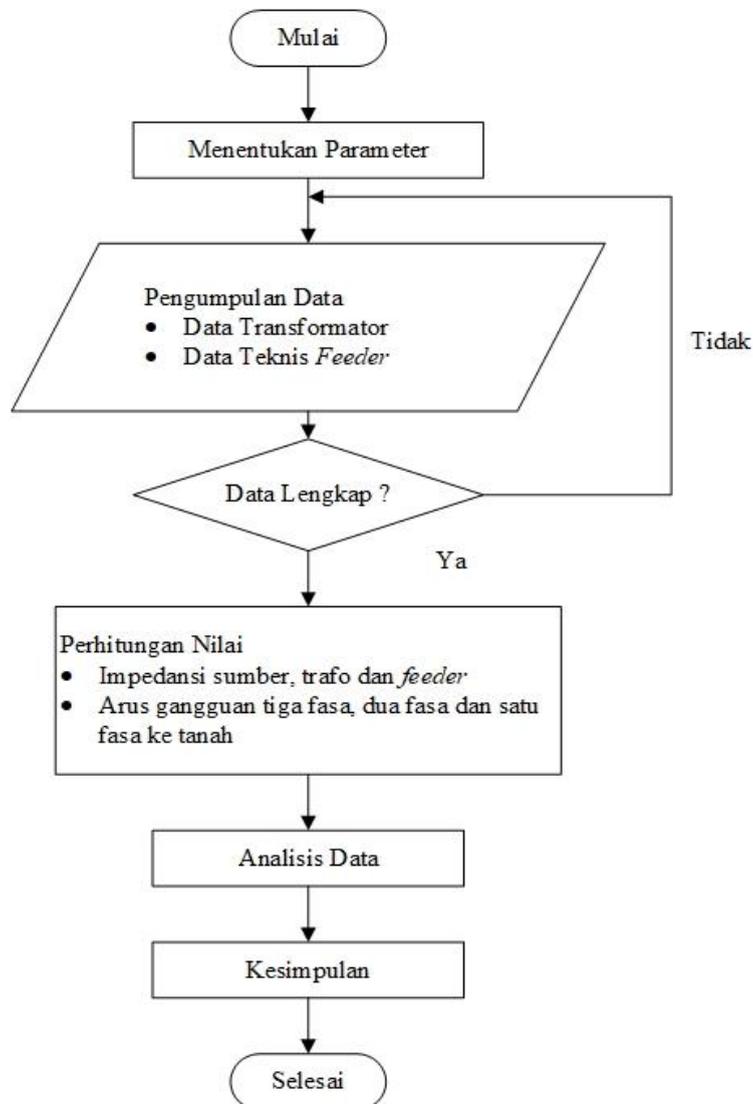
II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilakukan di PT. PLN (Persero) Wilayah Sulserabar Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi Wotu.

B. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dapat dilihat pada *flowchart* berikut:



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Impedansi Sumber

Nilai MVA hubung singkat pada transformator di Gardu Induk Wotu sebesar 30 MVA maka impedansi sumber adalah:

$$Z_s (\text{primer}) = \frac{kV^2}{MVA_{sc}} = \frac{150^2}{30} = 750 \text{ Ohm}$$

Untuk menghitung impedansi di sisi sekunder yaitu di sisi 20 kV maka:

$$Z_s (\text{sekunder}) = \frac{kVs^2}{kVp^2} \times Z_s(\text{primer}) = \frac{20^2}{150^2} \times 750 = 13,33 \Omega \text{ Ohm}$$

B. Impedansi Trafo

Nilai impedansi trafo pada Gardu Induk Wotu adalah 12,22 %.

$$X_t (100\%) = \frac{kVs^2}{MVA} = \frac{20^2}{30} = 13,33 \text{ Ohm}$$

Nilai reaktansi trafo:

1. Reaktansi urutan positif, negatif ($X_{t1} = X_{t2}$)

$$X_t = 12,22 \% \times 13,33 = 1,63 \text{ Ohm}$$

2. Reaktansi urutan nol (X_{t0})

Trafo pada GI Wotu memiliki hubungan YNyn0 yang tidak memiliki belitan delta didalamnya sehingga besarnya X_{t0} berkisar antara 9-14 X_t . Dalam perhitungan ini digunakan nilai 9.

$$X_{t0} = 9 \times 1,63 = 14,67 \text{ Ohm.}$$

C. Impedansi Feeder

Jenis penghantar yang digunakan pada Feeder Tampinna yaitu tipe kabel AAAC 50 mm² dengan panjang saluran 63,805 km.

$$Z_{f1} = Z_{f2} = (0,6452 + j 0,3678) \times 63,805 = 41,166986 + j 23,467479 \text{ Ohm}$$

$$Z_{f0} = (0,7932 + j 1,6553) \times 63,805 = 50,610126 + j 105,6164165 \text{ Ohm}$$

Dengan nilai diatas maka dapat disimulasikan gangguan terjadi pada lokasi dengan jarak 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%.

Tabel 1. Simulasi gangguan dengan persentase jarak

Persentase (%)	Jarak (km)	Arus Hubung Singkat		
		Tiga fasa	Dua fasa	Satu fasa ke tanah
0	0	771,86	668,45	370,60
25	159,512	497,07	430,48	298,93
50	319,025	342,54	296,65	285,89
75	478,537	257,34	222,87	208,28
100	63,805	203,72	177,57	108,68

D. Perhitungan Setting Relay

1. Setelan Relai Arus Lebih Pada Feeder

$$I_n = 115,5 \text{ A ; Rasio CT : 300/5}$$

$$I_{set(\text{primer})} = 1,05 \times I_n = 1,05 \times 115,5 = 121,275 \text{ A}$$

$$I_{set(sekunder)} = I_{set(primer)} \times \frac{1}{rasio CT} = 121,275 \times \frac{5}{300} = 2,02 \text{ A}$$

$$TMS = \frac{\left[t \times \left(\frac{I_f}{I_{set}} \right)^{0,02} - 1 \right]}{0,14} = \frac{\left[0,3 \times \left(\frac{771,858288}{121,275} \right)^{0,02} - 1 \right]}{0,14} = 0,07$$

2. Setelan Ground Fault Relay pada Feeder

$$I_{set(primer)} = 10\% \times I_n = 10\% \times 115,5 = 11,55 \text{ A}$$

$$I_{set(sekunder)} = I_{set(primer)} \times \frac{1}{rasio CT} = 11,55 \times \frac{5}{300} = 0,1925 \text{ A}$$

$$TMS = \frac{\left[t \times \left(\frac{I_f}{I_{set}} \right)^{0,02} - 1 \right]}{0,14} = \frac{\left[0,3 \times \left(\frac{269,391212}{23,1} \right)^{0,02} - 1 \right]}{0,14} = 0,139$$

Berdasarkan nilai di atas dapat dihitung waktu kerja dari OCR dan GFR yang tercantum pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Waktu kerja OCR dan GFR

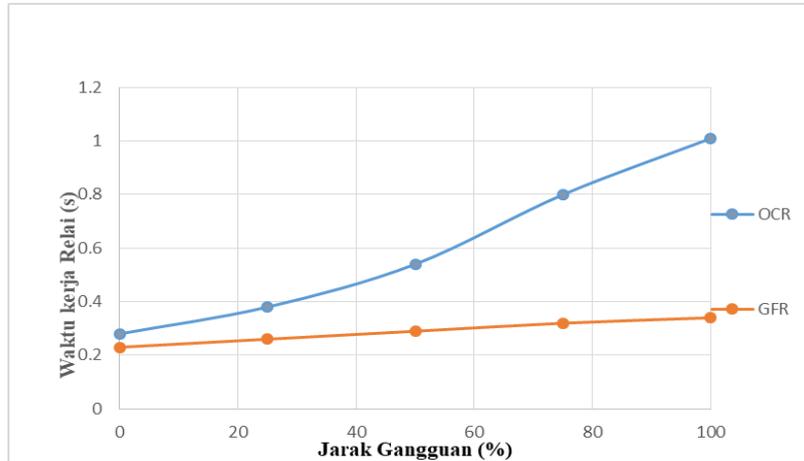
No.	% Jarak gangguan	Jenis Gangguan Hubung Singkat	Waktu Kerja OCR (s)	Waktu Kerja GFR (s)
1	0%	Tiga Fasa	0,25	0,22
		Dua Fasa	0,28	0,23
		Satu Fasa	0,47	0,30
2	25%	Tiga Fasa	0,34	0,25
		Dua Fasa	0,38	0,26
		Satu Fasa	0,58	0,33
3	50%	Tiga Fasa	0,46	0,27
		Dua Fasa	0,54	0,29
		Satu Fasa	0,61	0,36
4	75%	Tiga Fasa	0,64	0,30
		Dua Fasa	0,80	0,32
		Satu Fasa	0,81	0,39
5	100%	Tiga Fasa	0,93	0,32
		Dua Fasa	1,01	0,34
		Satu Fasa	1,13	0,42

E. Grafik Dan Pembahasan

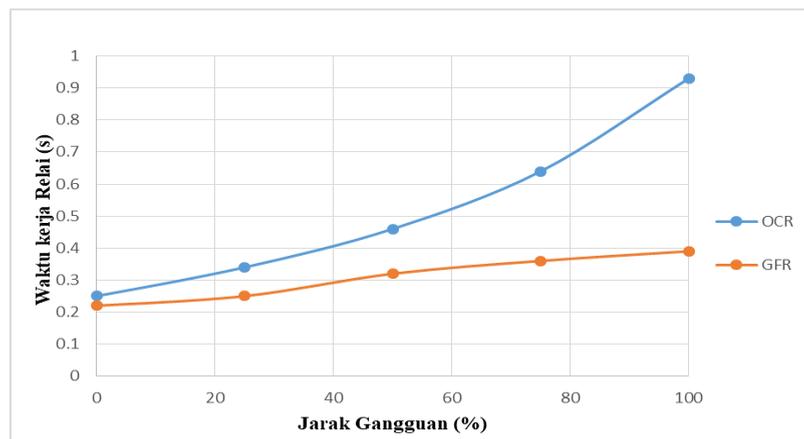
Gambar 2 menunjukkan grafik yang menggambarkan kurva waktu kerja relai gangguan pada tiga fasa, pada gambar menunjukkan semakin dekat jarak gangguan yang terjadi maka waktu kerja dari relai proteksi akan bernilai kecil atau dalam hal ini relai proteksi akan bekerja dengan cepat sedangkan pada jarak titik gangguan yang semakin jauh maka perlu waktu kerja yang sedikit lama jika dibandingkan dengan saat terjadi gangguan dalam jarak dekat. Semakin jauh jarak titik gangguan maka waktu kerja relai akan makin besar atau dapat dikatakan waktu kerja relai lebih lama. Jika dilihat dari grafik maka relai yang lebih cepat bekerja adalah GFR.

Gambar 3 menunjukkan grafik pada yang menggambarkan kurva waktu kerja relai pada gangguan pada dua fasa. Pada gambar 3 menggambarkan hubungan antara waktu kerja relai OCR dan GFR dengan jarak gangguan saat terjadi hubung singkat dua fasa. Semakin dekat jarak gangguan yang terjadi maka waktu kerja dari relai proteksi akan bernilai kecil atau dalam hal ini relai proteksi akan bekerja dengan cepat sedangkan pada jarak titik gangguan yang semakin jauh maka perlu waktu kerja yang sedikit lama

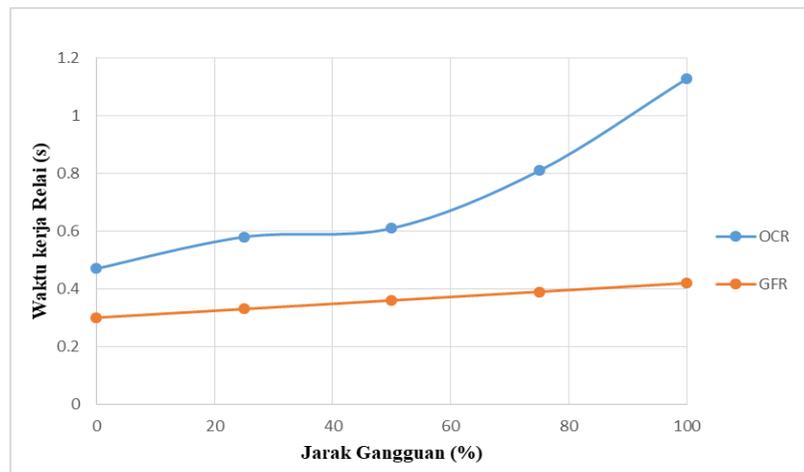
jika dibandingkan dengan saat terjadi gangguan dalam jarak dekat. Semakin jauh jarak titik gangguan maka waktu kerja relai akan makin besar atau dapat dikatakan waktu kerja relai lebih lama. Jika dibandingkan dengan grafik sebelumnya pada Gambar 2, waktu kerja relai pada gangguan hubung singkat dua fasa sedikit lebih lama dibanding waktu kerja relai pada gangguan hubung singkat tiga fasa.



Gambar 2. Kurva waktu kerja relai gangguan pada tiga fasa



Gambar 3. Kurva waktu kerja relai pada gangguan pada dua fasa



Gambar 4. Kurva waktu kerja relai pada gangguan pada satu fasa ke tanah

Gambar 4 menunjukkan grafik pada yang menggambarkan kurva waktu kerja relai pada gangguan pada satu fasa ke tanah. Gambar 3 jika dibandingkan dengan dua grafik sebelumnya yaitu Gambar 2 dan Gambar 3 nampak bahwa waktu kerja relai pada gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah lebih lama dibanding saat gangguan hubung singkat tiga fasa dan dua fasa. Besar waktu kerja relai proteksi berbanding lurus dengan jarak gangguan yakni semakin dekat jarak gangguan maka semakin kecil nilai waktu kerja relai atau dalam hal ini relai proteksi bekerja lebih cepat dibandingkan saat terjadi hubung singkat pada jarak gangguan yang besar.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan, besar arus gangguan tiga fasa pada jarak 0% = 771,858288 A, 25% = 497,072750 A, 50% = 342,539305 A, 75% = 2257,343436 A, 100% = 203,722653 A; arus gangguan dua fasa pada jarak 0% = 668,449197 A, 25% = 430,477830 A, 50% = 296,647879 A, 75% = 222,866057 A, 100% = 177,572582 A; arus gangguan satu fasa ke tanah pada jarak 0% = 269,391212 A, 25% = 198,039195 A, 50% = 155,265683 A, 75% = 127,278531 A, 100% = 107,681119 A.
2. Waktu kerja relai saat terjadi gangguan tiga fasa lebih cepat dibandingkan dengan waktu kerja relai saat terjadi gangguan dua fasa dan satu fasa ke tanah. Rata-rata waktu kerja relai pada gangguan tiga fasa yaitu 0,524 s sedangkan pada gangguan dua fasa dan satu fasa ke tanah sebesar 0,6 s dan 0,72 s
3. Arus maksimum hubung singkat untuk gangguan tiga fasa = 771,858288 A, dua fasa = 668,449197 A dan satu fasa ke tanah = 269,391212 A sedangkan arus minimum pada hubung singkat tiga fasa = 203,722653 A, dua fasa = 177,572582 A, dan satu fasa ke tanah = 107,681119 A.
4. Semakin jauh jarak titik gangguan dari hulu *feeder* maka semakin kecil pula nilai arus gangguan hubung singkatnya, begitu pula sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Leli Maisyarah, "Analisis hubung singkat pada saluran udara tegangan menengah 20 kv (studi kasus pada penyulang LG 02 PT. PLN (persero) rayon lhokseumawe) menggunakan software etap 12.6.0", Jurnal Energi Elektrik, vol. 08, 2019
- [2] Hendriyadi, "Perhitungan arus gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi di kota pontianak", *Doctoral Dissertation*, vol. 3, 2010
- [3] Giriantari, IAD "Analisis Hubung Singkat pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV Penyulang Kedonganan", Majalah Ilmiah Teknik Elektro Vol. 17, No. 3, pp. 213-220, 2018.