

STUDI KOORDINASI PROTEKSI ARUS LEBIH FASA DAN GANGGUAN TANAH PADA JARINGAN DISTRIBUSI BERBASIS DIGSILENT POWERFACTORY

Randy Putra¹, Iswadi Hasyim Rosma²

^[1]Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, ^[2]Dosen Teknik Elektro
Laboratorium Konversi Teknik Elektro Universitas Riau
Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293
Email: randyputra539@gmail.com

ABSTRACT

Distribution Network is one of the parts in a power system that has an important role because it deals directly with users, especially the users of medium and low voltage level. Therefore it needs a protection system against abnormal condition to maintain the reliability of the system. The protective equipment analyzed in this article is the overcurrent relay (OCR) and ground fault relay (GFR). The aim of the article is to determine the settings of OCR and GFR protection devices. By calculating the short circuit, the current and time settings of OCR and GFR can be determined. The short circuit current was simulated by using DigSILENT PowerFactory. It has been found from the results that time setting is influenced by value of short circuit current. The higher the fault current the the faster the trip time of the protection devices.

Keywords: Short Circuit, Protection, Relay Setting, DigSILENT

I. PENDAHULUAN

Jaringan Distribusi merupakan salah satu bagian dalam sistem tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, terutama pemakai energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Oleh karena itu diperlukan suatu proteksi terhadap sistem tersebut agar keandalannya dapat terjaga.

Khususnya gardu induk teluk lembu terdapat tiga buah trafo yang menyuplai beberapa penyulang, salah satunya adalah penyulang AKASIA. Oleh sebab itu diperlukan penyetelan rele yang baik agar dapat memproteksi peralatan listrik yang lain dari arus gangguan hubung singkat ataupun beban. Besarnya arus gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi pada jaringan distribusi perlu diketahui sebelum gangguan yang sebenarnya terjadi. Besarnya arus gangguan hubung singkat di tiap titik didalam jaringan juga diperlukan untuk menghitung setelan rele proteksi. Dan juga

untuk keperluan penyetelan rele proteksi, arus gangguan yang dihitung tidak hanya pada titik gangguan, tetapi juga kontribusinya (arus gangguan yang mengalir pada tiap cabang pada jaringan yang mengaju pada titik gangguan). Untuk itu diperlukan cara untuk menghitung arus gangguan hubung singkat yang dapat segera membantu dalam perhitungan penyetelan rele proteksi.

II. Landasan Teori

2.1 Rele Arus Lebih (OCR)

2.1.1 Pengertian OCR

Rele arus adalah rele yang beroperasi ketika arus yang mengalir melebihi batas yang diizinkan. Rele ini dipilih karena gangguan yang paling sering terjadi pada sistem diakibatkan karena adanya hubung singkat dan beban lebih yang akan menghasilkan arus yang sangat besar. Koordinasi waktu pada rele arus lebih yaitu proses penentuan *setting* untuk rele agar dapat bekerja saat sistem mengalami gangguan. Rele ini sering digunakan di

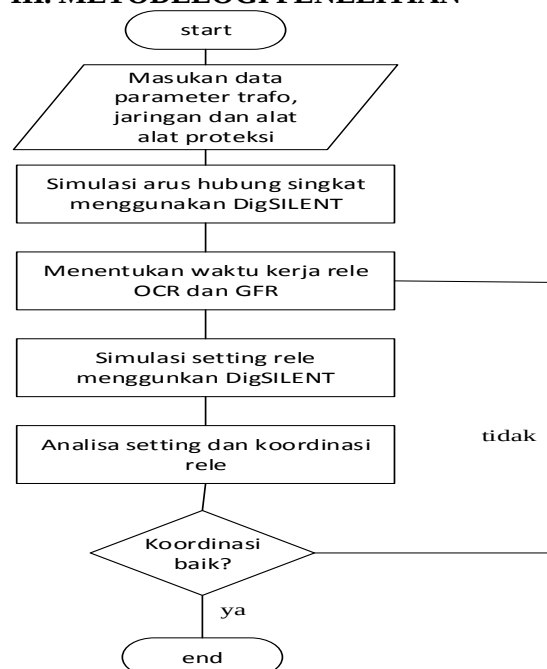
setiap zona proteksi. Rele akan bekerja apabila memenuhi keadaan sebagai berikut(Sers and J.Holmes, 2004):

$I_f > I_p$ rele bekerja
(trip)
 $I_f < I_p$ tidak bekerja
(block)

Dimana I_p merupakan arus kerja yang dinyatakan menurut gulungan sekunder dari transformator arus (CT). dan I_f merupakan arus gangguan yang juga dinyatakan terhadap gulungan sekunder CT(Affandi, 2009). rele arus lebih dapat berupa *instantaneous OCR* (rele arus lebih waktu kerja seketika), *defenite time OCR* (rele arus lebih waktu kerja tertentu), *invers time relay* (rele arus lebih kerja terbalik), *invers defenite minimum time OCR* (rele arus lebih IDMT)(Ridha, 2016).

Sedangkan rele gangguan tanah akan mendeteksi apabila terjadi hubung singkat ketanah(Hidayat, 2013).

III. METODELOGI PENELITIAN



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat

Arus gangguan hubung singkat 3 fasa
Arus gangguan hubung singkat 3 fasa dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I_{3fasa} = \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}} = \frac{\frac{20000}{\sqrt{3}}}{\sqrt{0.712^2 + 1.647^2}} = \frac{11547}{1.794}$$

$$= 6436.455 \text{ A}$$

Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa

Arus gangguan hubung singkat 2 fasa dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I_{2fasa} = \frac{V_{ph-ph}}{Z_{1eq} + Z_{2eq}} = \frac{V_{ph-ph}}{2xZ_{1eq}}$$

$$= \frac{20000}{2x(0.712 + j1.647)}$$

$$= \frac{20000}{1.424 + j3.294}$$

$$= \frac{20000}{\sqrt{1.424^2 + 3.294^2}}$$

$$= 5573.169 \text{ A}$$

Arus Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah

Arus gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$I_{1fasa \text{ ke tanah}} = \frac{3xV_{ph}}{2xZ_{1eq} + Z_{0eq}}$$

$$= \frac{3x\frac{20000}{\sqrt{3}}}{2(0.712 + j1.647) + 37.465 + j8.465}$$

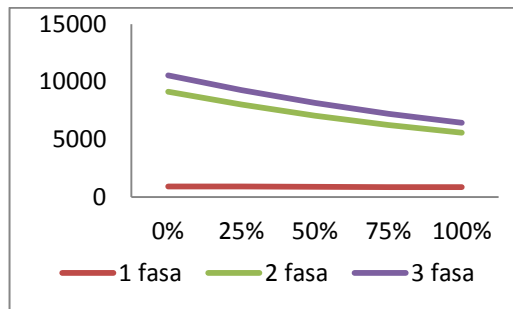
$$= \frac{34641.016}{38.889 + j11.759}$$

$$= \frac{34641.016}{\sqrt{38.889^2 + 11.759^2}}$$

$$= \frac{34641.016}{40.628}$$

$$= 852.639 \text{ A}$$

Dari hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat diatas (3 fasa, 2 fasa, 1 fasa ke tanah), maka dapat dibuat perbandingan antara besarnya arus gangguan dengan jarak titik gangguan sebagai berikut :



Gambar 4.2 Kurva arus gangguan hubung singkat

4.2 Penyetelan Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah

Setelan Arus

I beban = 218 A

CT = 600/5

Iset (primer) = 1.05 x Ibeban

$$= 1.05 \times 218 \text{ A}$$

$$= 228.9 \text{ A}$$

Nilai diatas merupakan nilai untuk setelan di sisi primer, sedangkan nilai yang akan disetkan pada rele adalah nilai sekundernya. Nilai sekundernya dapat dihitung menggunakan nilai rasio CT yang terpasang pada penyulang.

Nilai arus pada sisi sekunder :

$$\text{Iset (sekunder)} = \text{Iset (primer)} \times \frac{1}{\text{Rasio CT}}$$

$$= 228.9 \times \frac{5}{600}$$

$$= 1.9 \text{ A}$$

Setelan TMS (Time Multiplier Setting)

Untuk menentukan nilai setting TMS rele OCR sisi penyulang 20 kV arus gangguan hubung singkat yang diambil adalah arus gangguan hubung singkat 3 fasa pada 0% panjang penyulang. waktu kerja paling hilir ditetapkan $t = 0.3$ detik. Keputusan ini diambil agar rele tidak trip lagi akibat adanya arus inrush dari trafo-trafo distribusi yang tersambung pada jaringan distribusi, pada saat PMT penyulang tersebut dimasukan. (irfan affandi, 2009)

$$t = \frac{0.14 \times TMS}{\left[\frac{I_{fault}}{I_{set}} \right]^{0.02} - 1}$$

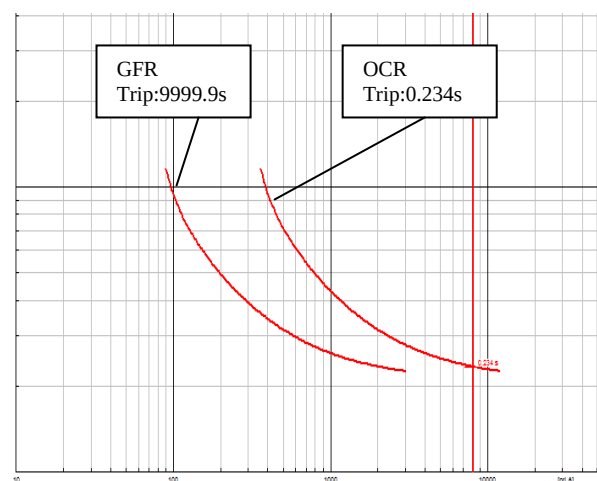
$$0.3 = \frac{0.14 \times TMS}{\left[\frac{10554.854}{228.9} \right]^{0.02} - 1}$$

$$TMS = 0.17$$

4.3 Kurva Karakteristik Rele

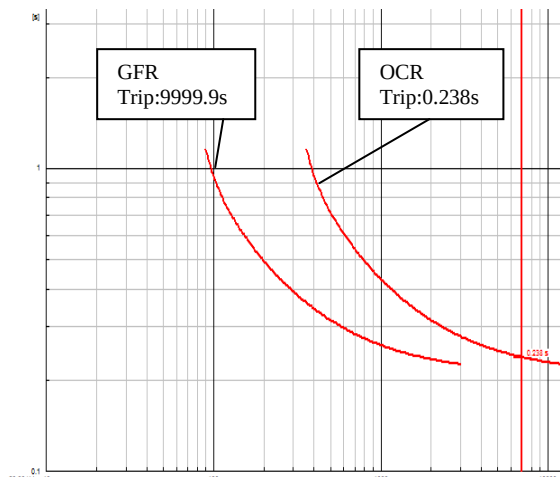
Data-data yang didapat kemudian disimulasikan menggunakan DigSilent, sehingga menghasilkan kurva karkteristik waktu kerja rele.

Pertama rangkaian disimulasikan dengan cara memberikan arus gangguan 3 fasa pada jaringan distribusinya. Lokasi gangguan diasumsikan terjadi pada 50% dari panjang penyulang. Sehingga didapat hasil kurva karakterisitik rele seperti berikut :



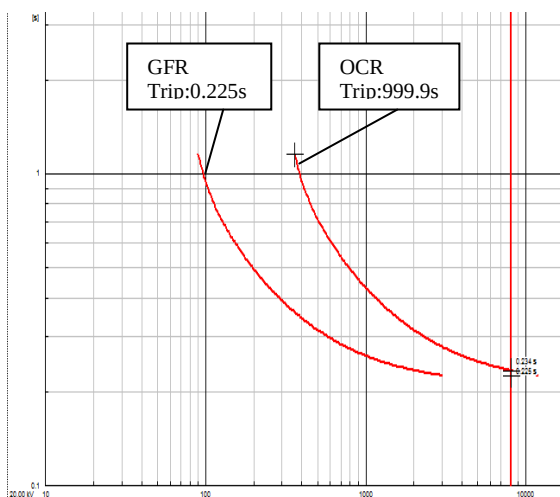
Kurva karakteristik saat terjadi gangguan 3 fasa

Langkah selanjutnya rangkaian disimulasikan dengan cara memberikan arus gangguan 2 fasa pada jaringan distribusinya. Lokasi gangguan diasumsikan terjadi pada 50% dari panjang penyulang. Sehingga didapat hasil kurva karakterisitik rele seperti berikut :



Kurva karakteristik saat terjadi gangguan 2 fasa

Langkah terakhir rangkaian disimulasikan dengan cara memberikan arus gangguan 1 fasa ke tanah pada jaringan distribusinya. Lokasi gangguan diasumsikan terjadi pada 50% dari panjang penyulang. Sehingga didapat hasil kurva karakterisitik rele seperti berikut :



Kurva karakteristik saat terjadi gangguan 1 fasa ke tanah

V. KESIMPULAN

1. Dilihat dari hasil perhitungan maupun hasil simulasi gangguan paling besar terjadi pada gangguan arus hubung singkat 3 fasa, dan gangguan terkecil terjadi pada gangguan hubung singkat 1 fasa ketanah.
2. Besarnya arus gangguan hubung singkat

dipengaruhi oleh lokasi gangguan. Semakin dekat lokasi gangguan ke penyulang maka semakin besar arus gangguannya, sebaliknya semakin jauh lokasi gangguan ke penyulang maka semakin kecil pula arus gangguannya.

3. Waktu kerja rele dipengaruhi oleh besarnya nilai arus gangguan. Semakin besar arus gangguan yang terjadi maka akan semakin cepat rele bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, I. (2009) Analisa Setting Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan Tanah pada Penyulang Sadewa di GI Cawang.
- Hidayat, A. (2013) 'Analisa Setting Rele Arus Lebih dan Rele Gangguan Tanah pada Penyulang Topan Gardu Induk Teluk Betung', *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro Analisa*, vol.7 No.5, pp. 5–28.
- Ridha, K. Al (2016) 'evaluasi koordinasi relay arus lebih (OCR) dan gangguan tanah (GFR) pada gardu induk garuda Sakti', 3(1), pp. 1–11.
- Sers, J. M. and J.Holmes, E. (2004) *Protection of Electricity Distribution networks*. doi: 10.1049/PBPO065E.