



## ANALISA OVER CURRENT RELAY (OCR) PADA TRANSFORMATOR DAYA 60 MVA DENGAN SIMULASI MATLAB DI GARDU INDUK PAYA GELI

Siti Anisah<sup>1</sup>, Dwi Putri Wardani<sup>2</sup>, Rahmانيar<sup>3</sup>, Hamdani<sup>4</sup>  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Pembangunan Panca Budi  
[dwiputriwardani20@gmail.com](mailto:dwiputriwardani20@gmail.com)

### ABSTRACT

*The distribution of electrical energy properly many aspects that need to be considered is the reliability of the protection system. To maintain the reliability of electrical equipment, especially transformers, a protection system is needed. A protection system is a system that functions to prevent or limit damage to equipment as a result of interference. One type of protection used is Over Current Relay (OCR). Where the working principle of the OCR is to detect the presence of overcurrent that exceeds the predetermined setting value, whether caused by a short circuit between phases or overload. In this paper, describes the use of the electric circuit method. The simulation of this electric circuit method uses Matlab as a verification calculation. The results of the calculation of the inter-phase fault current that occur, the largest value of short circuit fault currents between phases is located at 0% point of 8113.79 Ampere and the smallest value of short circuit fault currents between phases is at 100% point of 1208.10 Ampere and comparison with experiments using the matlab application obtained results that are not too far from the results of manual calculations.*

**Keywords:** Reliability, Protection System, Over Current Relay (OCR), electric circuit method, matlab.

### PENDAHULUAN

Kebutuhan pasokan listrik pada sistem tenaga listrik sudah menjadi kebutuhan pokok dalam kehidupan sehari-hari. Terjaminnya energi listrik tersalur dengan baik banyak aspek yang perlu diperhatikan salahsatunya ialah keandalan sistem proteksi pada sistem tenaga listrik. Energi listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam sistem penyaluran tenaga listrik untuk masa sekarang dan yang akan datang, dalam penyaluran sistem tenaga listrik tidak lepas dari adanya gangguan. Salahsatu gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik yaitu gangguan hubung singkat, hal ini tentu saja dapat merusak peralatan dan menghambat kontinyuitas penyaluran energi listrik. (Agung, 2014)

Transformator merupakan suatu alat listrik yang termasuk ke dalam klasifikasi mesin listrik static yang dimana fungsi transformator ialah menyalurkan tenaga atau daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah dan sebaliknya. (Kustanto, 2014)

Mengatasi hal tersebut, maka diperlukan suatu pengaturan relai proteksi yang baik untuk menjamin gangguan yang terjadi tidak meluas. Suatu proteksi sangat diperlukan untuk menjaga kehandalan pada transformator maupun peralatan-peralatan kelistrikan pada gardu induk paya geli. Sistem proteksi ialah suatu sistem yang berfungsi untuk mencegah atau membatasi kerusakan pada peralatan akibat dari gangguan. Selain itu juga dapat mengisolir bagian yang terganggu saja sehingga bagian lainnya dalam kondisi aman. Salahsatu jenis proteksi yaitu relai arus lebih atau *over current relay*. Sehubungan dengan permasalahan diatas, penulis melakukan analisis mengenai peyetelan proteksi trafo 60 Mva di Gardu Induk Paya Geli. (Kamal.A, 2014).

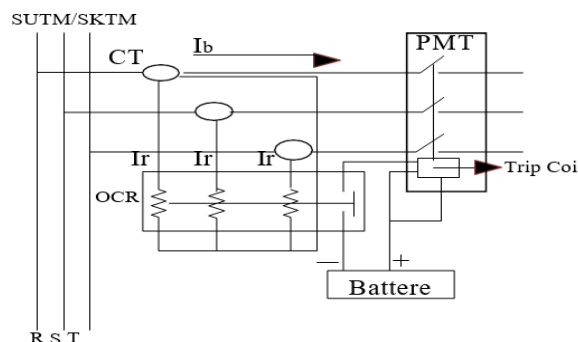
**TINJAUAN PUSTAKA**

**Proteksi Sistem Tenaga Listrik**

Proteksi sistem tenaga listrik adalah pengamanan listrik pada sistem tenaga listrik, bila terjadi gangguan listrik atau beban lebih. Dimana salahsatu cara untuk membatasi kerusakan peralatan, sehingga kelangsungan penyaluran tenaga listrik dapat berjalan dengan baik. Gangguan yang terjadi merupakan gangguan hubung singkat yang akan menimbulkan arus yang cukup besar. Arus yang besar bila tidak segera dihilangkan akan merusak peralatan yang dilaluinya, untuk melepaskan daerah yang terganggu itu maka diperlukan suatu sistem proteksi. (Sarimun, 2012)

**Relai Arus Lebih (Over Current Relay)**

Relai arus lebih atau *Over Cuurent Relay* (OCR) adalah peralatan yang digunakan sebagai proteksi cadangan local pada trafo yang berfungsi untuk mendeteksi adanya arus yang berlebih, baik yang disebabkan oleh adanya gangguan hubung singkat atau *overload* yang dapat merusak peralatan sistem tenaga listrik yang berada dalam wilayah proteksinya. Relay arus lebih ini digunakan hampir pada seluruh pola pengamanan sistem tenaga listrik. Prinsip kerja dari relai arus lebih yaitu berdasarkan adanya arus lebih yang melebihi nilai setingan, baik disebabkan oleh adanya gangguan hubung singkat atau *overload* (beban lebih) kemudian memberikan perintah ke PMT untuk trip sesuai dengan karakteristik



waktunya. (Irfan, 2009)

**Gambar 1. Rangkaian Pengawatan Relay Arus Lebih (OCR)**

**Analisa Gangguan Hubung Singkat**

Hubung singkat adalah suatu peristiwa mengalirnya arus listrik dari potensial yang lebih tinggi ke potensial yang lebih rendah, baik secara langsung maupun dengan melalui hambatan yang sangat kecil, sehingga hambatan dapat diabaikan. Peristiwa ini terjadi dikarenakan adanya kesalahan teknis, seperti rusaknya isolasi kabel, ataupun karena pengaruh alam seperti petir, gempa, hujan atau kontak antar kabel saluran dengan tumbuhan. (Pranayuda, 2012)

Untuk menghitung arus gangguan hubung singkat diperlukan beberapa tahap, sebagai berikut:

1. Menghitung impedansi

a. Impedansi sumber

$$X_{s} = \frac{V_{s}^2}{S_{s}} \dots\dots\dots (1)$$

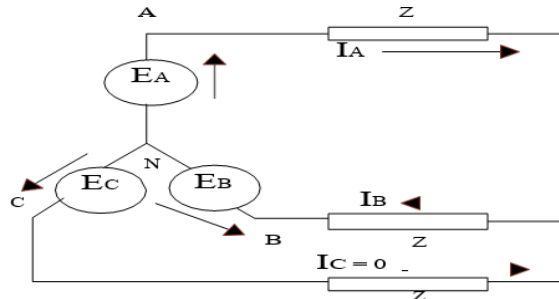
b. Impedansi transformator

$$X_{t} (100\%) = \frac{V_{t}^2}{S_{t}} \dots\dots\dots (2)$$

Selanjutnya untuk mencari nilai reaktansi trafo yaitu:

- Reaktansi urutan positif dan negatif ( $X_{t1}=X_{t2}$ )

- c. Impedansi penyulang
    - Urutan positif dan negatif  $Z_1 = Z_2 = \%$  panjang x panjang penyulang x  $Z_1 / Z_2$ .....(3)
  - d. Impedansi ekivalen jaringan
    - Urutan positif dan negative  $Z_{100} = Z_{200} = Z_{001} + Z_{01} + Z_{10}$  penyulang.....(4)
2. Menghitung arus gangguan hubung singkat antar fasa



**Gambar 2. Perubahan 2 Fasa Pada Rangkaian 3 Fasa**

Rumus arus gangguan hubung singkat dua fasa dapat dihitung sebagai berikut:

$$I_{2\phi} = \frac{E_{h-\phi}}{2 * Z_{1\phi}} \dots\dots\dots (5)$$

- 3. Menghitung arus settingan pada relai arus lebih

$$I_{Set \text{ Primer}} = 1,05-1,03 \times I_{\text{beban maksimum}} \dots\dots\dots (6)$$

$$I_{Set \text{ Sekunder}} = I_{Set \text{ Primer}} \times \frac{1}{\text{Ratio CT}} \dots\dots\dots (7)$$

- 4. Menghitung setting waktu pada relai arus lebih

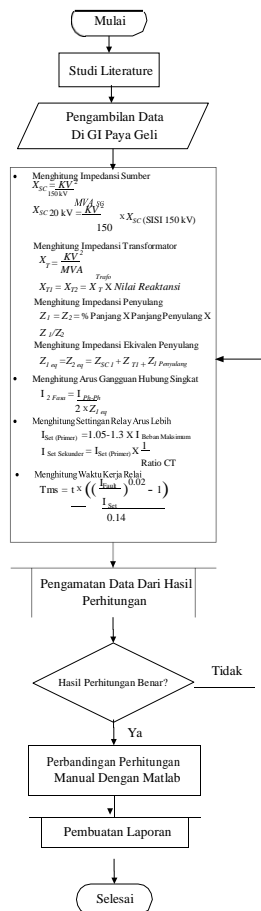
$$T_{ms} = \frac{K \times (I_{\text{set}})^{0,02-1}}{0,14} \dots\dots\dots (8)$$

**Perangkat Lunak Matlab**

Matlab adalah singkatan dari *matrix laboratory*. Matlab dipandang sebagai salahsatu perangkat lunak favorit. Matlab dapat dipakai secara interaktif dan memiliki fungsi-fungsi yang sangat memudahkan pekerjaan pemograman, dalam aspek komputasi, matlab merupakan perangkat lunak yang sangat tangguh yang terlibat dalam permasalahan-permasalahan sains dan keteknikan. Matlab juga merupakan sebuah bahasa dalam petunjuk kerja yang tinggi untuk komputasi teknik. (Sianipar, 2017)

**METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan dijabarkan tahap-tahap dalam melakukan penyetulan proteksi trafo 60 Mva di Gardu Induk Paya Geli. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode rangkaian listrik. Studi literature sebagai langkah awal digunakan untuk mempermudah penulis membuat suatu penelitian dengan mencari berbagai sumber yang berkaitan dengan objek penelitian mulai dari jurnal, buku, dan artikel laporan. Penelitian dimulai dengan pengambilan data *one line diagram* jaringan distribusi Gardu Induk Paya Geli beserta data trafo, data penghantar dan lain-lain. Kemudian dilanjutkan dengan data spesifikasi relai OCR serta penyetulan dari relai tersebut. Berikut ditunjukkan gambar alur penelitian dari paper ini.



Gambar 3. Alur Penelitian

### Pengolahan Data

#### 1. Karakteristik GI Paya Geli

- Karakteristik pada transformator daya di Gardu Induk Paya Geli memiliki 4 unit trafo dengan tegangan 150/20 Kv. Dimana masing-masing trafo memiliki kapasitas 60 MVA. Dalam penelitian ini penulis akan membahas penyetulan pada proteksi trafo 60 MVA yaitu pada trafo 2. Dengan impedansi sebesar 12,41% dan ratio CT sebesar 300/5 dan memiliki hubungan belitan YNyn0(d).
- Karakteristik pada relai proteksi di Gardu Induk Paya Geli, dimana merek dari relai tersebut adalah areva dan tipe P121 serta memiliki ratio CT sebesar 300/1.
- Karakteristik pada relai proteksi incoming 20 Kv di Gardu Induk Paya Geli, relai yang terletak di incoming dengan merek micom dan tipe P123 memiliki ratio CT sebesar 2000/5 dengan arus maksimal yang dilalui nya sebesar 2000 ampere.
- Karakteristik pada relai penyulang PL 7, merek relai yang terletak di penyulang yaitu micom dan tipe P123 dengan ratio CT yang terpasang sebesar 800/5.
- Karakteristik Pada Settingan Relai Proteksi



**Tabel 1. Data Settingan Relai Pada Transformator Daya 2 Di Gardu Induk Paya Geli**

No.	Nama Bay TD 2	Data Setting					
		OCR (Td)			OCR(Inst)		
		I Set (A)	Time (ms)	Kurva	I Set (A)	Time (ms)	Kurva
1.	150 kV	276	0.37	SIT	0	0	DEF
2.	Inc 20 kV	2000	0.25	SIT	0	0	DEF
3.	Feeder PL 7	480	0.125	SIT	3400	0	DEF
4.	Feeder PL 8	480	0.125	SIT	3400	0	DEF

- f. Karakteristik pada kawat penghantar di Gardu Induk Paya Geli. Jenis kawat penghantar di sisi incoming TD2 yaitu XLPE dengan ukuran 240 mm<sup>2</sup>. Jenis kawat penghantar di sisi penyulang PL7 yaitu AAAC dengan ukuran 150 mm<sup>2</sup> dengan panjang penyulang 18.288 Km.

**Tabel 2. Impedansi Jenis Penghantar**

Jenis Penghantar	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	Impedansi Urutan Positif dan Negatif	Impedansi Urutan Nol
XLPE	240	0.125 + j0.09	0.2750 + j0.2900
AAAC	150	0.216 + j0.33	0.3631 + j1.6180

## HASIL DAN DISKUSI

Pada bab ini penulis akan jelaskan perhitungan arus gangguan hubung singkat 2 fasa atau antar fasa dan penyetelan OCR yang terdiri dari setelan arus dan setelan TMS. Serta analisa keduanya. Setelah itu hasil arus gangguan hubung singkat akan disimulasikan menggunakan program MATLAB. Setelah itu penulis akan menampilkan hasil simulasi arus gangguan dengan menggunakan metode rangkaian listrik dan membuat tabel hasil perbandingan antara hasil di program matlab dengan hasil secara manual.

### 1. Perhitungan Impedansi

#### a. Menghitung Impedansi Sumber

$$\begin{aligned} X_{SC} \text{ (sisi 150 Kv)} &= \frac{150^2}{1039,2} \\ &= 21,651 \Omega \end{aligned}$$

Untuk mengetahui impedansi di sisi sekunder di bus 20 Kv, maka:

$$\begin{aligned} X_{SC} \text{ (sisi 20 Kv)} &= \frac{20^2}{150^2} \times X_{SC} \text{ (sisi 150 Kv)} \\ &= \frac{400}{22500} \times 21,651 \Omega \\ &= 0,3849 \Omega \end{aligned}$$



b. Menghitung Reaktansi Trafo

$$\begin{aligned} X_t (100\%) &= \frac{X_{t1}^2}{X_{t1} + X_{t2}} \\ &= \frac{20^2}{60000} \\ &= 6,67 \Omega \end{aligned}$$

Nilai reaktansi trafo tenaga:

- Reaktansi urutan positif dan negatif ( $X_{t1}=X_{t2}$ )

$$\begin{aligned} X_t &= 12,41\% \times 6,67 \Omega \\ &= 0,827747 \Omega \end{aligned}$$

c. Menghitung Impedansi Penyulang

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Impedansi Penyulang**

Panjang Penyulang (%)	Impedansi Penyulang	
	Urutan Positif	Urutan Negatif
0	0.1296 + j0.0198	0.1296 + j0.0198
25	1.000512 + j1.5285	1.000512 + j1.5285
50	1.9880 + j3.0373	1.9880 + j3.0373
75	2.9756 + j4.5469	2.9756 + j4.5469
100	3.9631 + j6.0548	3.9631 + j6.0548

d. Menghitung Impedansi Ekuivalen Jaringan

**Tabel 4. Hasil Perhitungan Impedansi Ekuivalen Penyulang**

Panjang Penyulang (%)	Impedansi Penyulang	
	Urutan Positif	Urutan Negatif
0	0.1296 + j1.2324	0.1296 + j1.2324
25	1.000512 + j2.741	1.000512 + j2.741
50	1.9880 + j4.249	1.9880 + j4.249
75	2.9756 + j5.758	2.9756 + j5.758
100	3.9631 + j7.267	3.9631 + j7.267

2. Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat Dua Fasa

$$\begin{aligned} I_{2\phi} &= \frac{V_{h-\phi}}{2 \times Z_{1\phi}} \\ &= \frac{20000}{2(0.1296+j1.2324)} \\ &= 8113.79 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

**Tabel 5. Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang**

Panjang Penyulang (%)	Arus Gangguan Hubung Singkat
	2 Fasa
0	8113.79
25	3427.12
50	2131.70
75	1542.87
100	1208.10



3. Menghitung Arus Settingan Pada Relai Arus Lebih Pada Penyulang

$$I_{\text{Set Primer}} = 1,05 \cdot 1,03 \times I \text{ beban maksimum} \\ = 480 \text{ Ampere}$$

$$I_{\text{Set Sekunder}} = I_{\text{Set Primer}} \times \frac{1}{\text{Ratio CT}} \\ = 480 \text{ Ampere} \times \frac{5}{800} \text{ Ampere} \\ = 3 \text{ Ampere}$$

4. Menghitung Setting Waktu Kerja Relai Arus Lebih Pada Penyulang

$$T_{\text{ms}} = \frac{0,14 \times \left( \frac{8113,79}{480} \right)^{0,02-1}}{0,3 \times \left( \frac{8113,79}{480} \right)^{0,02-1}} \\ = \frac{0,14}{0,14}$$

$$= 0,124$$

$$t = \frac{0,14 \times 0,124}{\left( \frac{8113,79}{480} \right)^{0,02-1}} \\ = 0,3 \text{ detik}$$

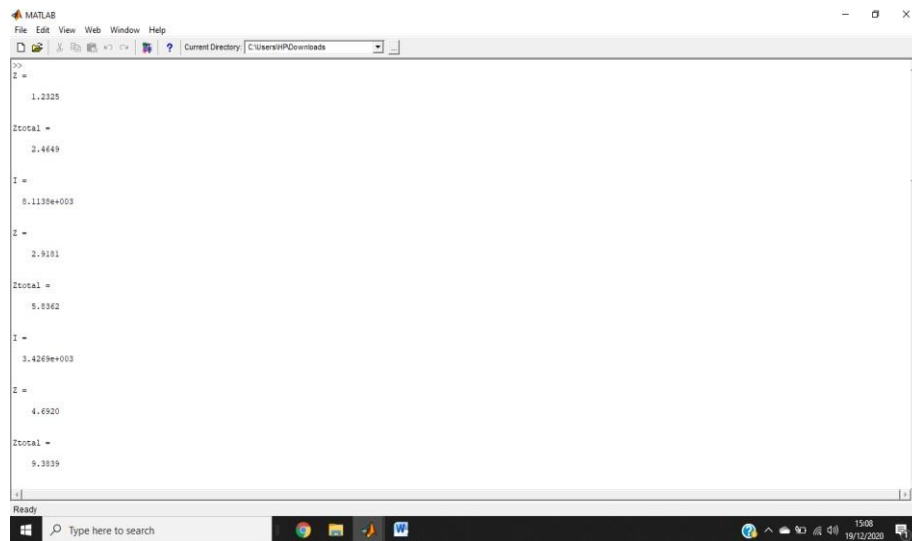
**Tabel 6. Hasil Perhitungan Waktu Kerja Relai Arus Lebih Pada Penyulang**

Panjang Penyulang (%)	Waktu Kerja Relai (detik)
	2 Fasa
0	0.3 detik
25	0.43 detik
50	0.57 detik
75	0.73 detik
100	0.93 detik

5. Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dengan Simulasi Matlab

**Tabel 7. Hasil Perbandingan Arus Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa Relai Arus Lebih Pada Penyulang**

Manual	Matlab
8113.79	8113.8
3427.12	3426.9
2131.70	2131.3
1542.87	1542.7
1208.10	1208.1



```

MATLAB
File Edit View Web Window Help
Current Directory: C:\Users\IP\Downloads
>>
Z =
    1.2325

Itotal =
    2.4649

I =
    0.1139e+003

Z =
    2.9181

Itotal =
    5.0362

I =
    3.4269e+003

Z =
    4.6920

Itotal =
    9.3839

```

**Gambar 4. Hasil Arus Gangguan Hubung Singkat di Simulasi Matlab**

### Diskusi

Berdasarkan hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat antar fase atau dua fase dapat digunakan untuk penyetelan relai OCR. Maka dapat dibuat suatu perbandingan besarnya arus gangguan terhadap titik gangguan dan di dapatkan hasil yang tidak terlalu jauh dengan hasil manual dan simulasi. Jadi, untuk gangguan di penyulang tidak ada masalah seperti hasil perhitungan dan kondisi relai tersebut. Untuk setting waktu kerja juga didapat hasil yang efektif dan efisien dalam memproteksi transformator dan penyulang-penyulangnya.

### KESIMPULAN

Dari analisa dan hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat 2 fase dan setting relai arus lebih, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Relai arus lebih atau *Over Current Relay* (OCR) adalah peralatan yang digunakan sebagai proteksi cadangan local pada trafo yang berfungsi untuk mendeteksi adanya arus yang berlebih, baik yang disebabkan oleh adanya gangguan hubung singkat atau *overload* yang dapat merusak peralatan sistem tenaga listrik yang berada dalam wilayah proteksinya.
- b. Hasil perhitungan yang penulis dapat dari arus gangguan hubung singkat antar fasa, dapat penulis lihat bahwa titik gangguan sangat mempengaruhi nilai arus hubung singkat, karena semakin jauh titik gangguan maka arus gangguan hubung singkat semakin kecil demikian sebaliknya, semakin dekat titik gangguan maka arus gangguan hubung singkat akan semakin besar.
- c. Relai yang dipasang pada trafo daya 2 di gardu induk paya geli merupakan nilai relai yang telah memenuhi standard dari sebuah peralatan. Sesering atau sebesar apapun gangguan yang terjadi, relai tetap dapat bekerja dengan baik.

### REFERENSI

- Agung, A. I. (2014). *Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya. Irfan, A. (2009). *Analisa setting relay arus lebih pada penyulang sadewa*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Aryza, S. (2018). a Novelty of Quality Fertilizer Dryer Based on Solar Cell and Ann.





- Kamal, A. S. d. (2014). *Optimal Over Current Relay Coordination of a Real Time Distribution System with Embedded Renewable Generation*.
- Kustanto, H. Y. (2014). Analisis OCR (Over Current Relay) dan GFR (Ground Fault Relay) Pada Transformator Daya 1 (60 MVA) Gardu Induk Bantul 150 Kv Menggunakan Program Etap. *Jurnal Elektrical*, Volume 1 No.1. Hal 58-68.
- Pranayuda, F. S. (2012). Analisis penyetelan proteksi arus lebih penyulang cimilaka di gardu induk 70 Kv sumedang. *Jurnal media elektrika*.
- Sarimun, W. (2012). *Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Jakarta: Garamond.
- Sianipar, D. E. (2017). *Matlab untuk aljabar linier dan matriks*. Yogyakarta: Andi.
- Rahmaniar, R. (2019). *Model FLASH-NR Pada Analisis Sistem Tenaga Listrik* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Tarigan, A. D., & Hamdani, H. (2020, September). Penggunaan Sistem Pendingin Temperatur Sebagai Peningkatan Kinerja Panel Surya. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 3, No. 1, pp. 121-127).
- Tarigan, A. P. (2020). Perancangan Pembangkit Gelombang Ultrasonic Variabel Menggunakan Mikrokontroler Atmega 16. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Ke-7* (Vol. 1, No. 1, pp. 327-333).
- Wibowo, P. (2018). Perancangan Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor Pir Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi*, 4(2), 36-43.