

## STUDI KOORDINASI PROTEKSI OVER CURRENT RELAY DI PABRIK II PT. PETROKIMIA GRESIK

Achmad Prasetyo<sup>1)</sup>, Puji Slamet<sup>2)</sup>, Niken Adriaty Basyarach<sup>3)</sup>  
Program Studi Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
E-mail: [achmadpras66@gmail.com](mailto:achmadpras66@gmail.com)<sup>1)</sup>, [nikenbasyarach@untag-sby.ac.id](mailto:nikenbasyarach@untag-sby.ac.id)<sup>2)</sup>,  
[pujiislamet@untag\\_sby.ac.id](mailto:pujiislamet@untag_sby.ac.id)<sup>3)</sup>

### ABSTRAK

PT. Petrokimia Gresik mendukung program pemerintah menjaga ketahanan pangan nasional. Agar semua dapat terwujud, penting sekali menjaga keamanan sistem kelistrikan di perusahaan untuk jalannya produksi. Dalam sistem jaringan listrik pabrik tidak menutup kemungkinan gangguan *Short Circuit* dan gangguan lainnya. Untuk meminimalisir hal tersebut, perlu dilakukan studi koordinasi proteksi di pabrik II. Pada penelitian ini hanya membahas koordinasi proteksi motor 02MC201-PF1 sampai Pembangkit *Gas Turbine Generator* (GTG) tanpa mempertimbangkan percabangan pada bus. Hasil dari perhitungan, *Relay-02MC201* dengan FLA 50,15, *Lowset Pick-up* disetting 60A, *Time Dial* 0,27 dan *Highset Pick-up* 522A dengan *Delay* 0,05 detik. *Relay-21* dengan FLA 49,2A, *Lowset Pick-up* disetting 68A, *Time Dial* 1,93 dan *Highset Pick-up* 1200A dengan *Delay* 0,1 detik. *Relay-1* dengan FLA 14,8A, *Lowset Pick-up* disetting 20,5A, *Time Dial* 3,3 dan *Highset Pick-up* 400A dengan *Delay* 0,2 detik. *Relay-32* dengan FLA 14,8A, *Lowset Pick-up* disetting 20,5A, *Time Dial* 5,36 dan *Highset Pick-up* 425A dengan *Delay* 0,3 detik. Selanjutnya hasil perhitungan tersebut diinputkan ke *Relay* pemodelan *Single Line Diagram* pabrik II di *Software* ETAP 12.6.0. Kemudian disimulasikan pada menu *star-protective device coordination*, sehingga didapatkan sebuah desain koordinasi proteksi yang baik sesuai standar IEC-*Extremely Inverse*. Dari hasil perhitungan didapatkan besar nilai *Time Dial* dan *Delay* berurutan. Dengan besar nilai *Lowset* dan *Highset* berdasarkan pertimbangan dari rating peralatan dan rasio CT.

Kata-kata kunci: Arus Gangguan Hubung Singkat, *Over Current Relay*, Proteksi

### ABSTRACT

*PT. Petrokimia Gresik supports the government's program to maintain national food security. So that all can be realized, it is very important to maintain the safety of the electrical system in the company for the course of production. In the factory electrical network system, it is possible for short circuit and other disturbances to occur. To minimize this, it is necessary to study the coordination of protection in factory II. This study only discusses the coordination of motor protection 02MC201-PF1 to Gas Turbine Generator (GTG) without considering branching on the bus. The results of the calculations, Relay-02MC201 with FLA 50.15, Lowset Pick-up set to 60A, Time Dial 0.27 and Highset Pick-up 522A with a delay of 0.05 seconds. Relay-21 with FLA 49.2A, Lowset Pick-up set to 68A, Time Dial 1.93 and Highset Pick-up 1200A with 0.1 second delay. Relay-1 with FLA 14.8A, Lowset Pick-up set to 20.5A, Time Dial 3.3 and Highset Pick-up 400A with 0.2 second delay. Relay-32 with FLA 14.8A, Lowset Pick-up set to 20.5A, Time Dial 5.36 and Highset Pick-up 425A with a delay of 0.3 seconds. Furthermore, the results of these calculations are inputted into the Factory Modeling Relay Single Line Diagram II in ETAP 12.6.0 Software. Then it is simulated on the star-protective device coordination menu, so that a good protection coordination design is obtained according to the IEC-Extremely Inverse standard. From the calculation results, it is obtained that the Time Dial and Delay values are sequential. With the value of Lowset and Highset based on consideration of equipment rating and CT ratio.*

*Keywords: Short Circuit, Over Current Relay, Protection*

## Pendahuluan

PT. Petrokimia Gresik merupakan perusahaan pupuk terlengkap di Indonesia. Dalam melakukan proses produksi Petrokimia Gresik mempunyai tiga pabrik, pabrik satu dan pabrik dua menghasilkan produk pupuk, dan pabrik tiga menghasilkan produk non pupuk. Untuk menjalankan ketiga pabrik tersebut, Petrokimia Gresik di suplai oleh beberapa pembangkit antara lain PLN 25MW, *Gas Turbine Generator* (GTG PB 1 32MW), *Steam Turbine Generator* (STG UBB PB III 32MW), TG 65/66 17MW, *Steam Turbine Generator* (STG 17,5MW), *Steam Turbine Generator* (STG 12,5MW), GGCP PIE 22MW. Yang dimana seluruh jaringan listrik Petrokimia Gresik sudah terinterkoneksi.

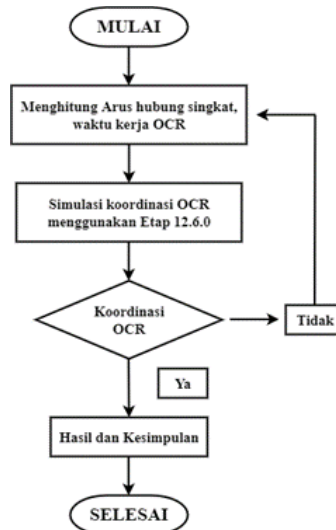
Dengan visi yaitu menjadi produsen pupuk dan produk kimia lainnya yang berdaya saing tinggi dan produknya paling diminati konsumen. Dan misi mendukung penyediaan pupuk nasional untuk tercapainya program swasembada pangan, meningkatkan hasil usaha untuk menunjang kelancaran kegiatan operasional dan pengembangan usaha perusahaan. Mengembangkan potensi usaha untuk mendukung industri kimia nasional dan berperan aktif dalam *community development*. Maka dari itu Petrokimia Gresik juga mendukung program pemerintah yaitu menjaga ketahanan pangan nasional.

Dalam merancang pembangunan sebuah pabrik harus dilakukan persiapan secara matang, supaya pabrik dapat berproduksi dengan baik. Salah satu hal yang dibutuhkan dalam pembuatan pabrik adalah merancang sistem kelistrikan pabrik. Agar keandalan jaringan listrik suatu pabrik dapat beroperasi secara optimal, maka perlu dilakukan beberapa studi dalam proses perancangan. Dengan melakukan desain jaringan listrik, menentukan kapasitas pabrik, pemilihan peralatan, yang kemudian disimulasikan untuk mengetahui suatu keandalan sistem jaringan listrik.

Dalam sebuah sistem jaringan listrik pabrik, tentu akan ada kemungkinan terjadi gangguan yang menyebabkan keandalan listrik menjadi tidak normal/stabil. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain faktor lingkungan, kualitas peralatan, lamanya waktu beroperasi, hingga kesalahan teknis yang dilakukan oleh manusia. Untuk meminimalisir atau menghindari gangguan dalam sistem jaringan listrik, maka dibutuhkan peralatan proteksi/pengaman pada jaringan listrik. Pada penelitian ini akan membahas sistem koordinasi *Relay* proteksi *Over Current Relay* pada jaringan listrik pabrik II PT. Petrokimia Gresik. Dengan melakukan perhitungan untuk menentukan waktu proteksi bekerja saat terjadi gangguan, yang kemudian akan di simulasikan dengan *Software* ETAP 12.6.0 (Aryamantara, Giriantari and Sukerayasa, 2018).

**Metode**

Berikut ini merupakan diagram alir yang digunakan pada penelitian ini. Diagram alir ini digunakan untuk mempermudah kegiatan penelitian.



Gambar 2. 1 Diagram Alur Penelitian

Langkah pertama yaitu mendapatkan besar nilai arus gangguan hubung singkat dari hasil simulasi *Short Circuit* pada *Software* ETAP 12.6.0. Kemudian menentukan waktu kerja *Relay* menggunakan persamaan berikut (Kustanto, Suyanto and Hani, 2014):

**2.1 Lowset**

$$I_{Lowset} = 1,1 \times FLA < I_{set} < 1,4 \times FLA \tag{1}$$

$$LS_{Pick-up} = \frac{I_{Lowset}}{Rasio\ CT} \tag{2}$$

**2.2 Highset**

Nilai *Highset* pada motor:

$$I_{Starting} = \%LRC \times FLA \tag{3}$$

$$I_{Highset} = 1,6 \times I_{Starting} \tag{4}$$

$$HS_{Pick-up} = \pm \times Rasio\ CT \tag{5}$$

Nilai *Highset* pada bus:

$$I_{Highset} = 0,8 \times I_{SC\ L-L} \tag{6}$$

**2.3 Td (Time Dial)**

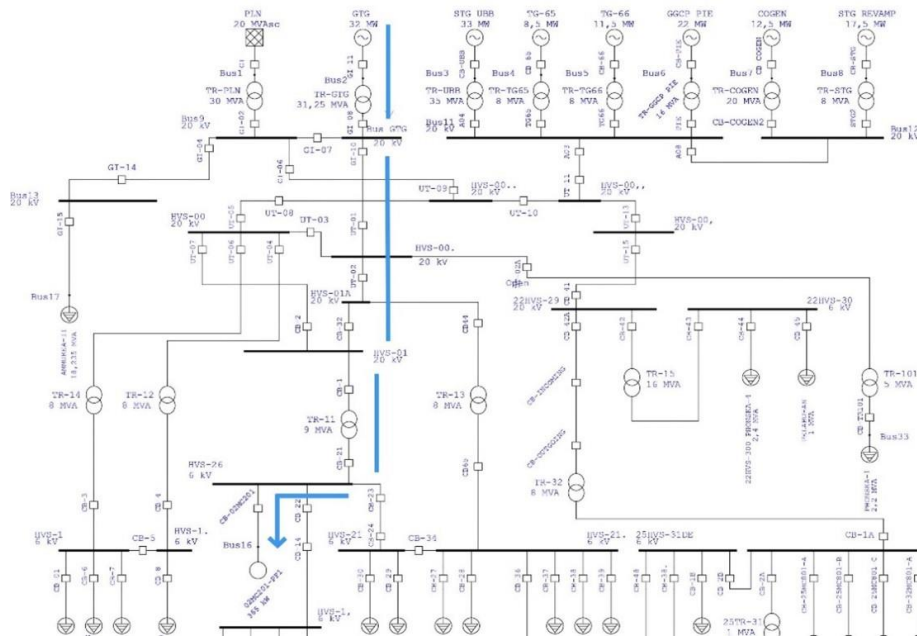
$$T_d = \frac{t \left( \frac{Highset}{Lowset} \right)^{\alpha} - 1}{(k+c)} \tag{7}$$

Pada penelitian menggunakan karakteristik kurva IEC-*Extremely Inverse*

Dimana:  $k = 80$  ;  $c = 0$  ;  $\alpha = 2$

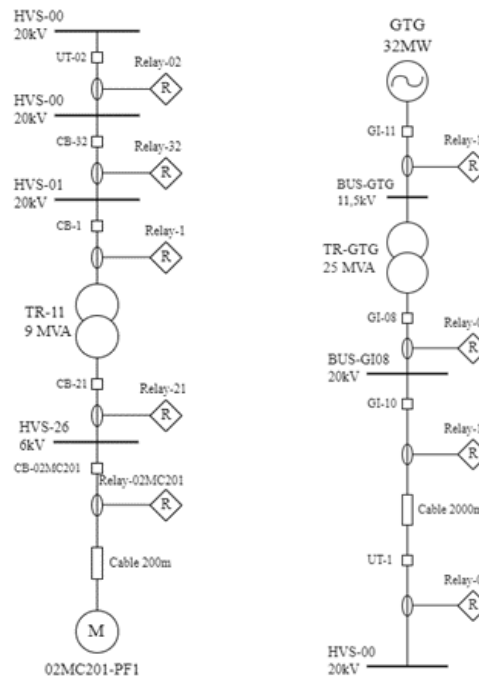
### Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini membahas *setting* koordinasi proteksi *over current relay* pada motor 02MC201-PF1 sampai ke pembangkit *Gas Turbine Generator* (GTG), yang kemudian akan dibagi menjadi 2 tipikal. Berikut ini merupakan *single line diagram* pabrik II PT. Petrokimia Gresik (Setiawati, Pujiantara and Anam, 2017):



Gambar 2. 2 Single Line Diagram Pabrik II

Pada tipikal 1A ini akan membahas koordinasi *Relay* proteksi pada penyulang dari Motor 02MC201-PF1 sampai ke Bus HVS-01. Berikut ini merupakan *Single Line Diagram* pembahasan koordinasi *Relay* proteksi.



Gambar 2. 3 Tipikal 1A dan 1B

### 3.1 Relay-02MC201

- Manufacture : Square D
- Model : Sepam 1000+
- FLA 02MC201-PF1 : 50,15 A
- Curve Type : IEC-Extremely Inverse
- Rasio CT : 150 / 5

#### I Lowset

$$1,1 \times \text{FLA mtr } 02\text{MC}201\text{-PF1} < I_{set} < 1,4 \times \text{FLA mtr } 02\text{MC}201\text{-PF1}$$

$$1,1 \times 50,15 < I_{set} < 1,4 \times 50,15$$

$$55,165 < I_{set} < 70,21$$

$$LS \text{ Pick-up} = \frac{I_{Lowset}}{\text{Rasio CT}}$$

$$\frac{55,165}{150} < Tap < \frac{70,21}{150}$$

$$0,367 < Tap < 0,468$$

Pick-up Range : 0,1 – 2,4 x CT Sekunder

Dipilih nilai Tap 0,4 kali Rasio CT

$$I_{set} = 60 \text{ A}$$

#### I Highset

$$I_{Start} = 6,5 \times \text{FLA mtr } 02\text{MC}201\text{-PF1}$$

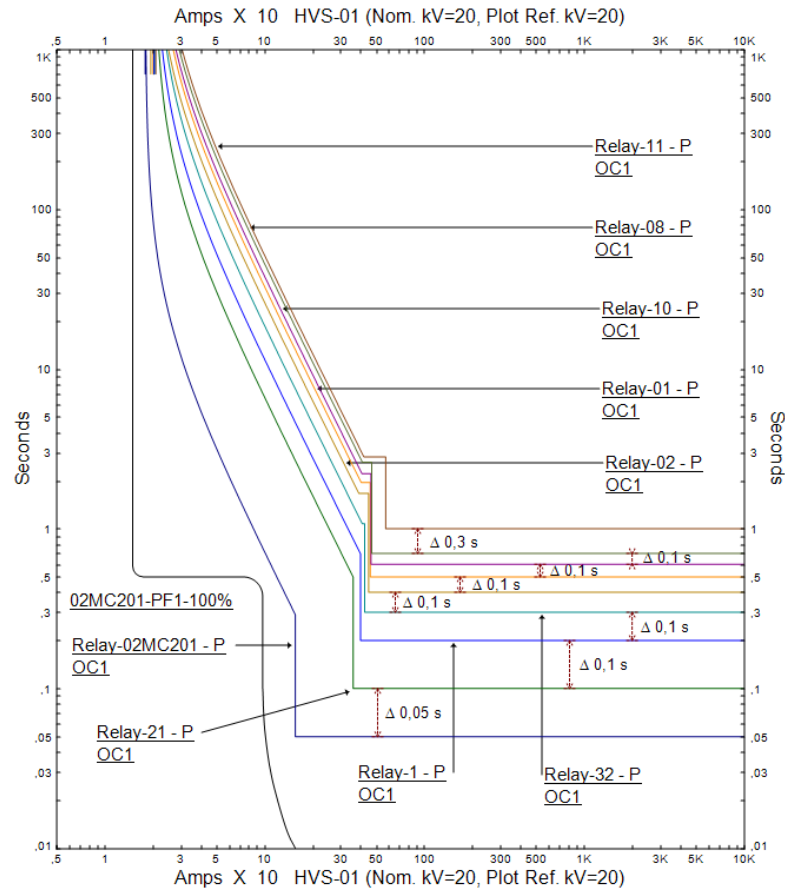
$$\begin{aligned}
 &= 325,9 \text{ A} \\
 I_{Highset} &= 1,6 \times I_{Start} \\
 &= 521,44 \text{ A} \\
 HS \text{ Pick-up} &= \frac{I_{Highset}}{\text{Rasio CT}} \\
 &= 3,48 \text{ kali CT} \\
 I_{set} &= 522 \text{ A} \\
 Delay &= 0,05 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

**Time Dial**

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu operasi} &= 0,3 \text{ detik} \\
 HS \text{ Pick-up} &= 522 \text{ A} \\
 Time \text{ Dial} &= \frac{t \left( \frac{HS \text{ Pick-up}}{LS \text{ Pick-up}} \right)^{\alpha} - 1}{(k + c)} \\
 &= \frac{0,3 \left( \frac{522}{60} \right)^2 - 1}{(80 + 0)} \\
 &= \frac{21,7}{80} = 0,27
 \end{aligned}$$

**3.2 Kurva TCC (*Time Current Curve*)**

Pada gambar dibawah dapat diperhatikan bahwa Koordinasi *Over Current Relay* sudah sesuai dan tidak ada kurva yang mengalami *perpotongan* sesuai standar IEC-*Extremely Inverse*. Dari hasil simulasi koordinasi proteksi menggunakan *Software ETAP 12.6.0* diperoleh kurva TCC (*Time Current Curve*) diatas. Dimana *Relay-02MC201* dengan *setting Lowset 60A*, nilai tersebut dipilih berdasarkan pertimbangan rating *Full Load Ampere (FLA)* motor *02MC201-PF1*. Dan *setting Highset* sebesar *522A*, berdasarkan pertimbangan nilai arus *Starting* pada motor *02MC201-PF1*. Besar nilai *Time Dial* dipilih *0,27* dengan awal waktu kerja *Relay-02MC201* sebesar *0,3* detik. Dimana *Relay-02MC201* bekerja lebih dulu dan setelahnya yaitu *Relay-21, Relay-1, Relay-32, Relay-02, Relay-01, Relay-10, Relay-08*, dan yang terakhir yaitu *Relay-11*. Dengan *Time Dial* dan *Delay* yang berurutan.



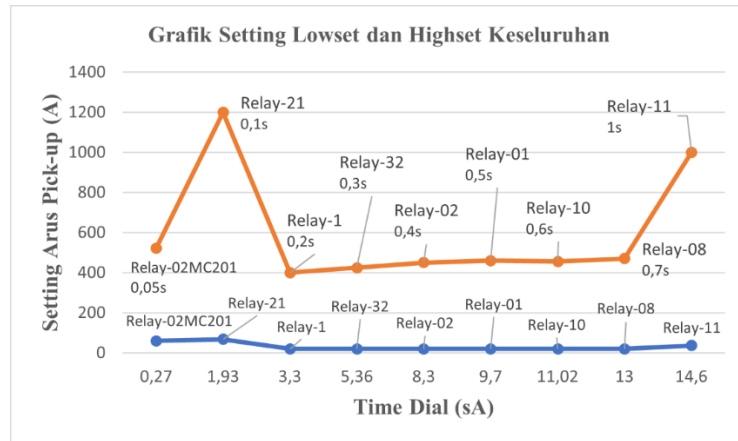
Gambar 3. 1 Kurva TCC (*Time Current Curve*)

Dari hasil koordinasi proteksi *Over Current* diatas didapatkan nilai hasil *setting* koordinasi proteksi keseluruhan pada Tabel 3.1 dibawah.

Tabel 3. 1 Hasil Setting Koordinasi Proteksi OCR

Relay	Lowset Pick-up	Highset Pick-up	Time Dial	Delay
Relay-02MC201	60A	522A	0,27	0,05s
Relay-21	68A	1200A	1,93	0,1s
Relay-1	20,5A	400A	3,3	0,2s
Relay-32	20,5A	425A	5,36	0,3s
Relay-02	19,5A	450A	8,3	0,4s
Relay-01	20,2A	460A	9,7	0,5s
Relay-10	20,4A	456A	11,02	0,6s
Relay-08	20,56A	470A	13	0,7s
Relay-11	36,5A	1000A	14,6	1s

Pada tabel 4.3 diatas merupakan hasil *setting* koordinnasi proteksi keseluruhan dimana *Lowset Pick-up* disetting dengan mempertimbangkan FLA peralatan dan Rasio CT. *Highset Pick-up* disetting dibawah arus gangguan maksimum. *Time Dial* disetting dengan menentukan waktu kerja *Relay* dan dihitung menggunakan persamaan persamaan (7). Dan *Delay* disetting secara berurutan. Berikut pada gambar merupakan grafik *setting* arus *Lowset* dan *Highset*.



Gambar 3. 2 Grafik *Setting Pick-up* Keseluruhan

Pada gambar 3.2 diatas menunjukkan grafik arus setting *Lowset* berdasarkan pertimbangan FLA dan Rasio CT. Dan grafik arus *setting Highset* yang disetting dibawah arus gangguan maksimum. Untuk mengetahui bahwa koordinasi proteksi *Over Current Relay* sudah berurutan dapat dilihat pada gambar berikut.

Sequence-of-Operation Events - Output Report: Untitled

3-Phase (Symmetrical) fault on connector between Bus2 & 02MC201-PF1. Adjacent bus: Bus2

Data Rev.: Base      Config: Normal      Date: 07-24-2022

Time (...)	ID	If (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
50,0	Relay-02...	4,898	50,0		Phase - OC1 - 50
60,0	CB-02MC...		10,0		Tripped by Relay-02MC201 Phase - O...
100	Relay-21	4,898	100		Phase - OC1 - 50
110	CB-21		10,0		Tripped by Relay-21 Phase - OC1 - 50
200	Relay-1	1,469	200		Phase - OC1 - 50
210	CB-1		10,0		Tripped by Relay-1 Phase - OC1 - 50
300	Relay-32	1,469	300		Phase - OC1 - 50
310	CB-32		10,0		Tripped by Relay-32 Phase - OC1 - 50
400	Relay-02	1,469	400		Phase - OC1 - 50
410	UT-02		10,0		Tripped by Relay-02 Phase - OC1 - 50
500	Relay-01	1,469	500		Phase - OC1 - 50
510	UT-01		10,0		Tripped by Relay-01 Phase - OC1 - 50
600	Relay-10	1,469	600		Phase - OC1 - 50
610	GH-10		10,0		Tripped by Relay-10 Phase - OC1 - 50
700	Relay-08	1,469	700		Phase - OC1 - 50
710	GH-08		10,0		Tripped by Relay-08 Phase - OC1 - 50

Gambar 3. 3 Urutan Koordinasi *Over Current Relay*

Pada gambar 3.3 diatas merupakan urutan koordinasi proteksi *Over Current Relay*. Dimana *Relay-02MC201* yang membaca adanya gangguan pada bus motor 02MC201-PF1. Dan jika *Relay-02MC201* mengalami kegagalan dalam membaca gangguan, dengan selisih waktu 0,05 detik pada *Instantaneous* maka *Relay-21* yang akan membaca adanya gangguan dan melakukan *backup*. Begitu juga dengan *Relay* selanjutnya sampai pada *Relay-11* atau pada pembangkit *Gas Turbine Generator*.

**Kesimpulan**

Dari pembahasan koordinasi proteksi *Over Current Relay* di pabrik II PT. Petrokimia Gresik diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk mempermudah pembahasan perhitungan *setting* koordinasi proteksi *Over*



*Current Relay*, dapat dibagi menjadi 2 Tipikal. Hal ini dilakukan karena penyulang dalam pembahasan terdiri dari 9 *Circuit Breaker*. Dimana pada pembahasan tidak mempertimbangkan percabangan pada penyulang.

2. Pada Tipikal 1A terdiri dari *Relay* 02MC201 dengan FLA 50,15A dan rasio CT 150/5A, *Lowset Pick-up* disetting 60A dengan *Time Dial* 0,27. Dan *Highset Pick-up* disetting 522A dengan *Delay* sebesar 0,05 detik. *Relay* 21 dengan FLA 49,2A dan rasio CT 100/5A, *Lowset Pick-up* disetting 68A dengan *Time Dial* 1,93. Dan *Highset Pick-up* 1200A dengan *Delay* sebesar 0,1 detik. *Relay* 1 dengan FLA 14,8A dan rasio CT 50/5A, *Lowset Pick-up* disetting 20,5A dengan *Time Dial* 3,3. Dan *Highset Pick-up* 400A dengan *Delay* sebesar 0,2 detik. *Relay* 32 dengan FLA 14,8A dan rasio CT 50/5A, *Lowset Pick-up* disetting 20,5A dengan *Time Dial* 5,36. Dan *Highset Pick-up* 425A dengan *Delay* sebesar 0,3 detik. *Relay* 02 dengan FLA 14,8A dan rasio CT 150/5A, *Lowset Pick-up* disetting 19,5A dengan *Time Dial* 8,3. Dan *Highset Pick-up* 450A dengan *Delay* sebesar 0,4 detik.
3. Pada Tipikal 1B terdiri dari *Relay* 01 dengan FLA 14,8A dan rasio CT 200/5A, *Lowset Pick-up* disetting 20,2A dengan *Time Dial* 9,7. Dan *Highset Pick-up* 460A dengan *Delay* sebesar 0,5 detik. *Relay* 01 dengan FLA 14,8A dan rasio CT 200/5A, *Lowset Pick-up* disetting 20,2A dengan *Time Dial* 9,7. Dan *Highset Pick-up* 460A dengan *Delay* sebesar 0,5 detik. *Relay* 10 dengan FLA 14,8A dan rasio CT 200/5A, *Lowset Pick-up* disetting 20,4A dengan *Time Dial* 11,02. Dan *Highset Pick-up* 465A dengan *Delay* sebesar 0,6 detik. *Relay* 08 dengan FLA 14,8A dan rasio CT 200/5A, *Lowset Pick-up* disetting 20,56A dengan *Time Dial* 13. Dan *Highset Pick-up* 470A dengan *Delay* sebesar 0,7 detik. *Relay* 11 dengan FLA 26,3A dan rasio CT 50/5A, *Lowset Pick-up* disetting 36,5A dengan *Time Dial* 14,6. Dan *Highset Pick-up* 1000A dengan *Delay* sebesar 1 detik.
4. Pemilihan waktu kerja *relay inverse* pertama untuk menentukan nilai *Time Dial* dipilih waktu sesingkat mungkin (0,3 detik). Dan *delay* untuk *instantaneous* dipilih waktu 0,05 detik.
5. Setelah dilakukan *setting* pada *Over Current Relay*, hasil koordinasi dapat dilihat pada kurva TCC (*Time Current Curve*). Membuktikan bahwa *Relay* sudah terkoordinasi dengan baik dan benar sesuai dengan standar IEC-*Extremely Inverse*,  $k=80$ ,  $c=0$ ,  $\alpha=2$ .

## Daftar Pustaka

- Agung Budhi Udiana, I.D.G. *et al.* (2017) ‘Studi Analisis Koordinasi Over Current Relay (Ocr) Dan Ground Fault Relay (Gfr) Pada Recloser Di Saluran Penyulang Penebel’, *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 16(2), p. 37. doi:10.24843/mite.2017.v16i02p07.
- Aryamantara, K.J., Giriantari, I.A.. and Sukerayasa, I.. (2018) ‘Analisis Hubung Singkat Pada Jaringan Tegangan Menengah 20 kV Penyulang Kedonganan’, *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(2), p. 213. doi:10.24843/mite.2018.v17i02.p08.
- Dermawan, E. and Nugroho, D. (2017) ‘Analisa Koordinasi Over Current Relay Dan Ground Fault Relay Di Sistem Proteksi Feeder Gardu Induk 20 kV Jababeka’, *Elektum : Jurnal Teknik Elektro*, 14(2), pp. 43–48.
- Hendriyadi (2017) ‘Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Distribusi di Kota Pontianak’, *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1, p. 7.
- Kustanto, H.Y., Suyanto, M. and Hani, S. (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 Elektrikal*, 1(1), pp. 58–68.
- Madani, M., Suheta, T. and Odianto, T. (2019) ‘Analisa Setting Over Current Relay (Ocr) Dan Ground Fault Relay (GFR) Pada Trafo 60 MVA Di GIS 150 KV Simpang’, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII - Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, pp. 683–690.
- Nova, T. and Syahrial (2013) ‘Perhitungan Setting Rele OCR dan GFR pada Sistem Interkoneksi Diesel Generator di Perusahaan “X “’, *Jurnal Reka Elkomika*, 1(1), pp. 76–85.
- Nurdiana, N. (2016) ‘Analisa Gangguan Arus Hubung Singkat pada Penyulang Nakula Gardu Induk Talang Kelapa’, *Jurnal Ampere*, 1(1), pp. 26–35.
- Nursalim, N., Sampeallo, A.S. and Willi, A.P.. (2019) ‘Analisis Koordinasi Dan Setting Over Current Relay (Ocr) Pada Pemakaian Daya Sendiri Pltu Sms Energy Menggunakan Software Etap 12.6.0’, *Jurnal Media Elektro*, VIII(2), pp. 100–109. doi:10.35508/jme.v0i0.1884.
- Setiawati, N.E., Pujiantara, M. and Anam, S. (2017) ‘Koordinasi Proteksi Directional Overcurrent Relay dengan Mempertimbangkan Gangguan Arah Arus di Pabrik PT. Petrokimia Gresik’, *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), pp. 437–442. doi:10.12962/j23373539.v5i2.16049.
- Yunitasari, A. V and Pramono, S. (2021) ‘Sistem Proteksi Over Current Relay Motor Forced Draft Fan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap’, *Jurnal Teknologi*, 13(1). Available at: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/view/6002>.