

Analisis Sistem Koordinasi Proteksi Dengan Mempertimbangkan *Setting Over Current Relay (OCR)* dan *Ground Fault Relay (GFR)* pada PT. PLN (PERSERO) UITJBT UPT Salatiga (ULTG) Yogyakarta

Protection Coordination System Analysis Through Determining Over Current Relay (OCR) and Ground Fault Relay (GFR) Setting of PT. PLN (PERSERO) UITJBT UPT Salatiga (ULTG) Yogyakarta

Febi Fauzan Azmi, Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.Eng., Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M. Eng

Faculty of Electrical Engineering Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183, Indonesia
Corresponding Email: Febi23azmi@gmail.com

INTISARI

Pada PLN UNIT LAYANAN TRANSMISI DAN GARDU INDUK (ULTG) Yogyakarta terdapat tiga unit transformator daya di mana masing-masing berkapasitas 60 MVA, untuk melayani beban di daerah bantul khususnya dan mempunyai sistem ter-interkoneksi karena juga merupakan Gardu Induk Basecamp Yogyakarta. Pada PLN ULTG Yogyakarta mengubah tegangan 150 kV menjadi 20 kV di mana dalam hal ini menggunakan Transformator Step-Down yang kemudian akan disalurkan melalui penyulang (feeder) 20 kV. Dalam memaksimalkan peranan setiap gardu induk khususnya pada PLN ULTG Yogyakarta maka pada setiap transformator dipasang alat sistem proteksi. Sistem proteksi untuk melindungi Transformator dari gangguan berupa *Relay* Proteksi yang bertugas untuk mendeteksi gangguan dan kemudian akan memerintahkan *Circuit Breaker (CB)* atau Pemutus Tenaga (PMT) melakukan trip. *Relay* Proteksi tersebut berupa *Over Current relay (OCR)* yang berfungsi untuk mendeteksi gangguan arus berlebih dan *Ground Fault Relay (GFR)* yang berfungsi untuk mendeteksi gangguan fasa ke tanah. Dalam melakukan analisis ini menggunakan software ETAP 16.0.0 untuk menguji kepekaan sistem proteksi pada PLN ULTG Yogyakarta ketika terjadi gangguan, sehingga diharapkan hasil analisis dapat memperlihatkan kondisi sistem proteksi yang bekerja secara normal atau abnormal.

Kata kunci: Over Current Relay, Ground Fault Relay, ETAP 16.0.0

ABSTRACT

The PLN Unit Layanan Transmisi dan Gardu Induk (ULTG) Yogyakarta has three transformer units in which each transformer has a capacity of 60 MVA, to serve loads in Bantul particularly and has an interconnected system because it is also a Basecamp substation in Yogyakarta. The PLN ULTG Yogyakarta can convert the voltage of 150 KV to 20 KV which in case it uses a step-down Transformer and then be channeled through the 20 KV feeder. For the maximizing the role of substation, especially in PLN ULTG Yogyakarta, each transformer must be installed with a protection system device. The protection system device to protect the transformer from failure is Relay Protection, detect a failure and send the signal to a circuit breaker (CB) or Pemutus Tenaga (PMT) to trip. The sort of Relay Protection device is Over Current Relay (OCR) and Ground Fault Relay (GFR). OCR function is detecting excess current and GFR is used to detect phase disturbances to the ground. Furthermore, this analysis uses a software called ETAP 16.0.0 for a simulation and testing the sensitivity of protection system at PLN ULTG Yogyakarta when got a failure. In order to be expected analytic result can show protection system in normal or abnormal condition.

Keywords: Over Current Relay, Ground Fault Relay, ETAP 16.0.0

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dalam meningkatkan pelayanan dan kualitas suatu Gardu Induk maka diperlukan analisis sistem proteksi, agar komponen dan peralatan yang berada di gardu induk tersebut terlindungi. Salah satunya adalah rele proteksi yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem proteksi. Rele proteksi terdiri dari berbagai jenis yaitu rele jarak, rele tegangan, rele arus lebih dan rele gangguan tanah, rele frekuensi dan rele diferensial. kemudian yang akan diangkat pada topik pembahasan skripsi ini adalah rele arus lebih yaitu *Over Current Relay* (OCR) dan rele gangguan tanah yaitu *Ground Fault Relay* (GFR).

OCR dan GFR sangat penting dalam mendeteksi gangguan yang sebelumnya dihubungkan dengan *current transformer* (CT) atau trafo arus, yang akan mendeteksi gangguan arus berlebih ataupun gangguan fase ke tanah. Sehingga diperlukan analisis berupa studi kasus untuk mengetahui apakah OCR dan GFR pada PLN ULTG Yogyakarta telah bekerja sesuai standar SPLN dan apakah dalam mendeteksi gangguan dapat bekerja secara optimal.

Dalam melakukan analisis OCR dan GFR ini menggunakan *software* ETAP 16.0.0 yang dapat melakukan analisis sistem-sistem proteksi dan dapat memunculkan grafik-grafik gangguan yang terjadi. Melalui *load flow analysis*, *arc flash* dan *star-protection and coordination* dapat menguji sistem proteksi yang ada di gardu induk PLN ULTG Yogyakarta. Kemudian dapat melihat grafik

dengan cara *start-view manager* pada Etap 16.0.0. Semua ini dilakukan untuk melihat perbandingan data gangguan yang terjadi di PLN ULTG Yogyakarta dan gangguan pada uji simulasi Etap 16.0.0 dan kemudian melakukan analisis berupa teori dan perhitungan-perhitungan dari persamaan-persamaan rumus yang ada di landasan teori.

ETAP 16.0.0 adalah *software* bagi *electrical engineering* untuk mendesain *single line diagram* (SLD) pada suatu sistem tenaga listrik, transmisi, gardu induk dan beban/*load*. ETAP sebenarnya sudah melakukan *update software* terhitung pada tahun 2019 ini memunculkan ETAP 19.0.0 yang mempunyai fitur lebih lengkap dari pendahulunya yaitu ETAP 18.0.0, ETAP 16.0.0, ETAP 12.0.0 dan ETAP 7.0.0. Akan tetapi penulisan tugas akhir ini menggunakan ETAP 16.0.0 yang dirasa cukup mutakhir dan paling terjangkau untuk *system requirements* pada laptop. Dikarenakan pada ETAP setelahnya harus memiliki spesifikasi laptop yang tinggi, walaupun ETAP 16.0.0 fiturnya sama dengan ETAP yang berada di atasnya hanya perbedaan library yang lebih *update* dan operasi BUS hingga 1500 Bus.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari latar belakang yang telah dijelaskan adalah:

- a. Menganalisis sistem koordinasi proteksi antara PMT, CT dan *relay* proteksi di PLN ULTG Yogyakarta
- b. Menganalisis perbandingan antara perhitungan *setting relay* dengan *setting existing relay* OCR dan GFR di PLN ULTG Yogyakarta.

- c. Menganalisis kinerja dan kualitas *relay* OCR dan GFR pada saat terjadi gangguan pada PLN ULTG Yogyakarta.
- d. Menganalisis gangguan hubung singkat fasa-fasa yaitu 3 fasa, 2 fasa dan 1 fasa serta gangguan fasa ke tanah.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penulisan laporan penelitian tugas akhir ini adalah melakukan penelitian pada gardu induk bawah tanah, jadi penelitian ini hanya untuk sistem tenaga listrik terbuka dan lebih memfokuskan sistem koordinasi proteksi dengan mempertimbangkan kondisi *relay* proteksi yaitu *Over Current Relay* (OCR) dan *Ground Fault Relay* GFR.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dilakukannya penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Mengetahui koordinasi dari sistem proteksi antara PMT, CT dan *relay* proteksi di PLN ULTG Yogyakarta dari simulasi ETAP 16.0.0
- b. Mengetahui perbandingan antara perhitungan *setting relay* dengan *setting existing relay* OCR dan GFR yang diterapkan pada sistem proteksi PLN ULTG Yogyakarta.
- c. Mengetahui kinerja dan kualitas dari *relay* OCR dan GFR dalam memproteksi akibat gangguan yang terjadi di lapangan dengan melakukan uji simulasi di ETAP 16.0.0.

- d. Mengetahui gangguan hubung singkat fasa-fasa yaitu 3 fasa, 2 fasa, dan 1 fasa serta fasa-tanah

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

- a. Akan bermanfaat bagi PLN ULTG Yogyakarta untuk lebih mengoptimalkan sistem koordinasi proteksi pada saat terjadi gangguan.
- b. Mempunyai data analisis sebagai bahan pertimbangan untuk meningkatkan efisiensi sistem proteksi tenaga listrik di PLN ULTG Yogyakarta.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR)

1. Over Current Relay (OCR)

Over Current Relay yang selanjutnya disebut OCR adalah sebuah rele perlindungan yang berkerja apabila arus yang mengalir di dalam sistem tenaga listrik yang dilindungi lebih besar dari nilai setelan arus pada OCR. OCR dapat mendeteksi gangguan berupa fasa ke fasa, sedangkan fasa ke tanah disebut *Ground Fault Relay* yang selanjutnya disebut GFR. GFR digambarkan menyatu dengan OCR sehingga untuk karakteristik GFR menyesuaikan dengan OCR dapat berupa merk dan type peralatan, karena perbedaan hanya terletak pada fasa akan tetapi sama dalam hal mendeteksi gangguan arus lebih.

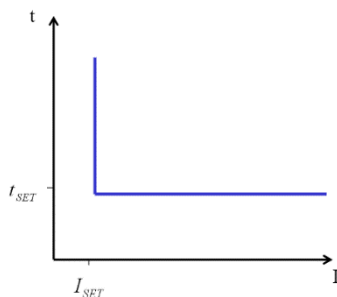
2. Karakteristik rele arus lebih

Pada karakteristik rele arus lebih yang berdasarkan arah mempunyai arah (*Directional*) dan tidak berarah (*non*

directional) sedangkan untuk pada arus (I) dan waktu (t) sebagai berikut:

a. *Instantenous* tanpa tunda (*moment =instant; t=0*)

Instantenous yaitu karakter tanpa *time delay*, apabila terjadi gangguan maka rele akan memberikan perintah kepada PMT untuk melakukan trip (memutus aliran).



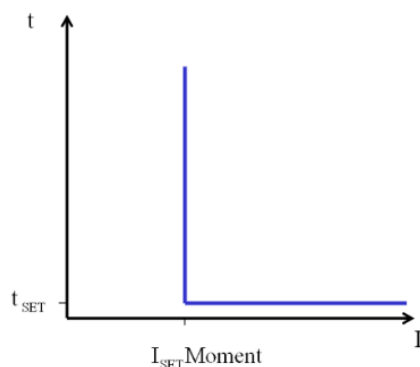
Gambar 2.1 Grafik karakteristik *instant=moment*

Source: data presentasi penelitian

b. *Time delay*

1) *Definite* (waktu tetap)

pada saat terjadi gangguan maka secara otomatis akan mengaktifkan rele yang kemudian rele tersebut akan mengaktifkan *timer* dan selanjutnya akan memberikan perintah kepada PMT untuk trip/*Tripping Coil* (TC) (memutuskan tenaga).

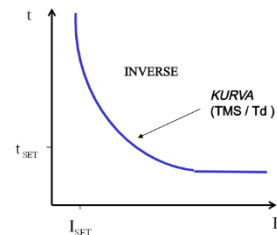


Gambar 2.2 Grafik Karakteristik tunda waktu tertentu (*Deifinite Time*)

Source: data presentasi penelitian

2) *Inverse* (waktu terbalik)

Inverse ketika terjadi gangguan, apabila arus gangguannya semakin besar, waktu tunda akan semakin sedikit (cepat), inilah yang dimaksud dengan waktu terbalik (*inverse*)

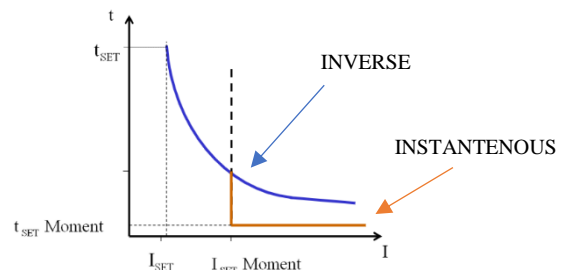


Gambar 2.3 Grafik Karakteristik tunda waktu (*Inverse*)

Source: data presentasi penelitian

c. Kombinasi instant dengan tunda waktu tertentu

karakteristik ini merupakan kombinasi atau gabungan dari *instantenous* dan *time delay*.



Gambar 2.4 Grafik Karakteristik Rele Waktu Kombinasi

Source: data presentasi penelitian

3. persamaan rele dalam karakteristik waktu

karakteristik waktunya dapat dibedakan menjadi empat kelompok dengan persamaan sebagai berikut:

d. *Standard Inverse* (SI)

$$t = \frac{0,14}{I^{0,02-1}} tms \dots\dots\dots (1)$$

e. *Very Inverse* (VI)

$$t = \frac{13,5}{I-1} tms \dots\dots\dots (2)$$

f. *Extremely Inverse* (EI)

$$t = \frac{80}{I^2-1} tms \dots\dots\dots (3)$$

g. *Long Time Inverse* (LTI)

$$t = \frac{120}{I-1} tms \dots\dots\dots (4)$$

2.2 Dasar-Dasar Perhitungan/Persamaan Rumus

1. $P_p = P_s$ atau $V_p \cdot I_p = V_s \cdot I_s \dots\dots\dots (5)$

2. $\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$ atau $T = \frac{N_p}{N_s} \dots\dots\dots (6)$

3. Daya Nyata = $\frac{\text{Daya Aktif (P)}}{\text{Cos phi } (\varphi)} \dots\dots\dots (7)$

4. Kapasitas Trafo = $\frac{\text{Daya Nyata (S)}}{\text{Efisiensi Trafo}} \times \text{Demand factor} \dots\dots\dots (8)$

5. Segitiga daya $\sin(\theta) = \frac{Q}{S}; \cos(\theta) = \frac{P}{S}; \tan(\theta) = \frac{Q}{P} \dots\dots\dots (9)$

6. Menghitung kapasitas Daya Hubung Singkat:

$$MVAsc = \sqrt{3} x I_{hs} x V_{Primer} \dots\dots\dots (10)$$

7. Menghitung Impedansi Sumber:

$$Z_{s1} = \frac{KV^2}{MVAsc} \dots\dots\dots (11)$$

8. Menghitung Impedansi Trafo:

$$Z_{s2} = \frac{KV^2}{MVA_{Trafo}} \dots\dots\dots (12)$$

9. Menghitung Impedansi Trafo urutan positif negatif:

$$Z_{T1} = \%X_T x \frac{E_{TM^2}}{MVA_{TR}} \dots\dots\dots (13)$$

10. Menghitung Impedansi Trafo urutan nol

$$Z_{T0} = 3 x X_{T1} \dots\dots\dots (14)$$

11. Menghitung impedansi jaringan (15)

a. Impedansi urutan positif

$$Z1=Z2=\text{panjang penyulang (km)} x Z_0 \Omega$$

b. Impedansi urutan negatif

$$Z_0 = \text{panjang penyulang (km)} x Z_0 \Omega$$

c. Impedansi ekivalen urutan positif dan negatif

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} = Z_{s1} + Z_{t1} + Z_{1\text{penyulang}} \Omega$$

d. Impedansi ekivalen urutan nol

$$Z_{0eq} = Z_{t0} + 3 RN + Z_{0\text{penyulang}} \Omega$$

RN= tahanan tanah trafo tenaga

12. Menghitung arus hubung singkat

a. Arus hubung singkat 3 fasa

$$I_{3\text{fasa}} = \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}} \dots\dots\dots (16)$$

a. Arus hubung singkat 2 fasa

$$I_{2\text{fasa}} = \frac{V_{ph-ph}}{Z_{1eq}+Z_{2eq}} \dots\dots\dots (17)$$

b. Arus hubung singkat 1 fasa

$$I_{1\text{fasa}} = \frac{3 x V_{ph}}{Z_{1eq}+Z_{2eq}+Z_{0eq}} \dots\dots\dots (18)$$

13. Menghitung Arus setting OCR dan GFR

a. Setting OCR

primer

$$I_{set(\text{prim})} = 1,05 x I_{\text{nominaltrafo}} \dots\dots\dots (19)$$

Sekunder

$$I_{set(\text{sec})} = I_{set(\text{prim})} x \frac{1}{\text{ratio CT}} \dots\dots\dots (20)$$

b. Setting GFR

primer

$$I_{set(\text{prim})} = 0,2 x I_{\text{nominal trafo}} \dots\dots\dots (21)$$

sekunder

$$I_{set\text{sekunder}} = \frac{0,2 x I_{\text{Nom}}}{CT} \dots\dots\dots (22)$$

14. Perhitungan TMS

$$TMS = \frac{t x \left[\left[\frac{I_{\text{fault}}}{I_{\text{set}}} \right]^a - 1 \right]}{0,14} \dots\dots\dots (23)$$

15. Perhitungan setting waktu

$$t = \frac{0,14 x tms}{\left[\frac{I_{\text{fault}}}{I_{\text{set}}} \right]^{0,02} - 1} \dots\dots\dots (24)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian

Adapun alat yang digunakan pada waktu penelitian adalah sebagai berikut:

- 3.1.1 Satu unit laptop ASUS A450L RAM 4GB nvidia Geforce 820M 2GB
- 3.1.2 *Flashdisk*
- 3.1.3 Kamera *Handphone* Samsung J5 *Prime*
- 3.1.4 Kalkulator
- 3.1.5 *Software* ETAP 16.0.0
- 3.1.6 Buku dan alat tulis

3.2 Tempat Dan Tanggal Pelaksanaan Penelitian

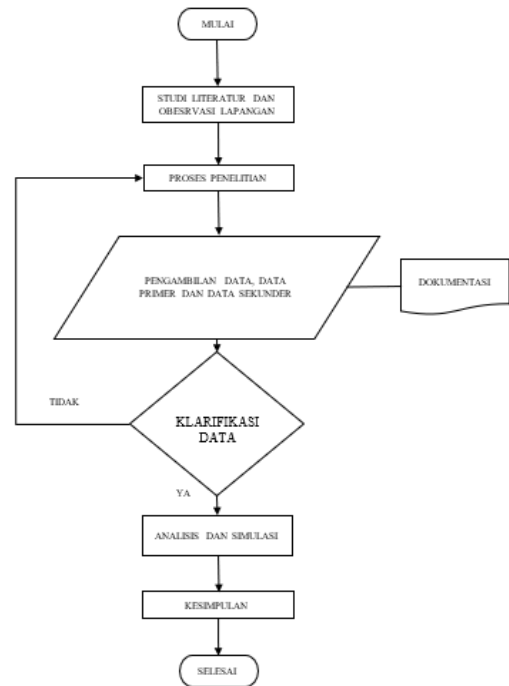
Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan pada tempat dan waktu sebagai berikut:

Tempat : PT. PLN (PERSERO) UITJBT
UPT Salatiga (ULTG) Yogyakarta
Alamat : Jl. Parangtritis Km. 7, Sewon,
Druwo, Bangunharjo, Bantul,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55188
Waktu : Senin-Selasa, 4-8 Maret 2019

3.3 Metodologi yang Digunakan Dalam Penulisan Tugas Akhir

- 3.3.1 Uji perbandingan data simulasi menggunakan ETAP 16.0.0 dengan data gangguan yang terjadi.
- 3.3.2 Pengujian hasil dari teori rumus-rumus yang digunakan (hasil perhitungan) dengan data *existing* dari *setting-an* OCR dan GFR.

3.4 Flowchart



Gambar 3 1 Diagram Alir (Flowchart) Penelitian

3.5 Hasil penelitian

Hasil penelitian dalam tugas akhir ini yaitu berupa perbandingan perhitungan dengan data *existing* OCR dan GFR serta analisis simulasi gangguan pada ETAP 16.0.0 untuk dapat mengetahui keandalan sistem proteksi dari *Over Current Relay* (OCR) dan *Ground Fault Relay* (GFR) dalam mendeteksi gangguan yang terjadi di PLN ULTG Yogyakarta.

BAB IV
PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Data Power Grid

4.1.1 Mencari MVAsc

Diketahui:

Isc hanya tertera pada nameplate Trafo 1 XIAN sebesar = 40 KA (primer); Persamaan (10)

$$MVAsc = I_{sc} \cdot V \cdot \sqrt{3}$$

$$MVAsc = 40 \cdot 150 \cdot \sqrt{3}$$

$$MVAsc = 10392,3 \text{ MVA}$$

4.1.2 Mencari Impedansi Zs

Persamaan (11) Zs (Impedansi Sumber) sebagai berikut:

$$Z_s = \frac{KV^2}{MVAsc}$$

$$Z_s = \frac{150^2}{10392,3}$$

$$Z_s = 2,165 \Omega$$

4.2 Hasil perhitungan Transformator

4.2.1 Transformator sisi Primer (150 KV)

Tabel 4. 1 Data terhitung dan terukur bagian Primer Transformator

Pri mer	Transfor mator 1	Transfor mator 2	Transfor mator 3
V	142 KV	142,15 KV	140,47 KV
I	180 A	130,13 A	101,17 A
P	42,92 MW	28,25 MW	22,99 MW
Q	17,35 MVAR	12,2 MVAR	8,67 MVAR
S	46,15 MVA	30,7 MVA	24,5 MVA

4.2.2 Transformator sisi Sekunder (20 KV)

Tabel 4. 2 Data terhitung dan terukur bagian Sekunder Transformator

sekun der	Transfor mator 1	Transfor mator 2	Transfor mator 3
V	20,9 KV	20,6 KV	20,9 KV
I	1223 A	862 A	680 A
P	42,92 MW	28,25 MW	22,99 MW
S	44,272 MVA	30,756 MVA	24,615 MVA

4.3 Zona Gangguan Hubung Singkat

Untuk mengetahui zona gangguan 1 fasa, 2 fasa, dan 3 fasa dengan ketentuan perhitungan persamaan (16), (17) dan (18) maka hasil gangguan berdasarkan zona gangguan tersebut dapat diketahui dalam tabel berikut:

4.3.1 Gangguan 3 fasa

Diketahui:

$$V_{ph} = \frac{20KV}{\sqrt{3}} = 11547 \text{ V}$$

$$Z_{1eq} (100\%) = 0,813 + j 4,98 \Omega$$

Penyelesaian:

$$I_{3fasa} = \frac{V_{ph}}{Z_{1eq}}$$

$$I_{3fasa} = \frac{11547}{0,813 + j4,98}$$

$$I_{3fasa} = \frac{11547 \angle 0^\circ}{\sqrt{0,813^2 + 4,98^2} \angle -80,7^\circ} ; \theta$$

$$= \tan^{-1} \frac{4,98}{0,813}$$

$$= 80,7^\circ$$

$$I_{3fasa} = 2288,38 \angle -80,7^\circ \text{ A}$$

Jadi besar arus 3 fasa (100%) = 2288,38 $\angle -80,7^\circ$ A dengan kondisi *lagging*.

4.3.2 Gangguan 2 fasa

Diketahui:

$$V_{ph-ph} = 20KV = 20.000 \text{ V}$$

$$Z_{1eq} = Z_{2eq} (100\%) = 2 \times (0,813 + j 4,98) = 1,626 + j 9,96 \Omega$$

Penyelesaian:

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

$$I_{2fasa} = \frac{20000 \angle 0^\circ}{\sqrt{1,626^2 + 9,96^2} \angle 80,7^\circ} ; \theta$$

$$= \tan^{-1} \frac{9,96}{1,626}$$

$$= 80,7^\circ$$

$$I_{2fasa} = 1981,79 \angle -80,7^\circ \text{ A}$$

Jadi besar arus 3 fasa (100%) = 1981,79∠-80,7 A dengan kondisi *lagging*.

4.3.3 Gangguan 1 fasa

Diketahui:

$$V_{ph}=11547 \text{ V}$$

$$Z_{1eq}+Z_{2eq}=1,626+ j 9,96 \Omega$$

$$Z_{0eq}= 4,151 + j 12,408 \Omega$$

Penyelesaian:

$$I_{1fasa} = \frac{3 \times V_{ph}}{Z_{1eq} + Z_{2eq} + Z_{0eq}}$$

$$I_{1fasa} = \frac{3 \times 11547}{1,626 + j 9,96 + 4,151 + j 12,408}$$

$$I_{1fasa} = \frac{34641}{5,777 + j 22,368}$$

$$I_{1fasa} = \frac{34641 \angle 0^\circ}{\sqrt{5,777^2 + 22,368^2} \angle 75,51^\circ} ; \theta$$

$$= \tan^{-1} \frac{22,368}{5,777}$$

$$= 75,51^\circ$$

$$I_{1fasa} = 1499,48 \angle -75,51^\circ \text{ A}$$

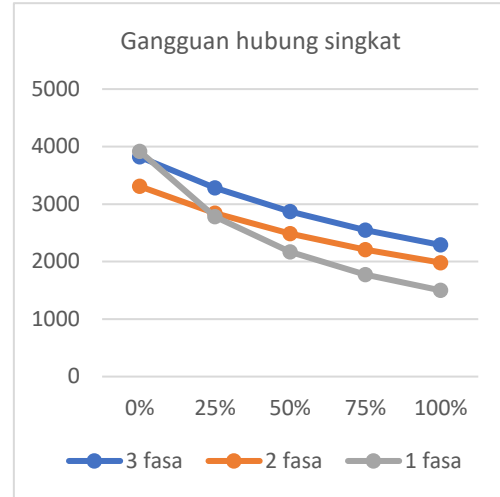
Jadi gangguan 1 fasa (100%) = 1499,48∠-75,51° A dengan kondisi *lagging*.

4.3.4 Tabel Hasil Perhitungan dan Grafik

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Gangguan hubung singkat

Panjang Jaringan %	Arus Hubung Singkat (A)		
	3 fasa	2 fasa	1 fasa
0%	3819,71∠-~°	3307,97∠-~°	3916,52∠-74,26°
25%	3282,39∠-86,69°	2842,63∠-86,69°	2781,16∠-74,84°
50%	2871,99∠-84,20°	2487,22∠-84,20°	2169,284∠-75,17°
75%	2548,30∠-82,26°	2206,897∠-82,26°	1773,26∠-75,37°
100%	2288,38∠-80,7°	1981,79∠-80,7°	1499,48∠-75,51°

Berikut adalah gambar grafik gangguan hubung singkat berdasarkan zona gangguan:



Gambar 4. 1 Grafik arus Hubung Singkat

4.4 Hasil perhitungan setting arus

Hasil perhitungan *setting* arus diketahui melalui persamaan (19), (20), (21) dan (22) dengan hasil sebagai berikut:

4.4.1 Isetprimer dan Isetsekunder OCR

Tabel 4. 4 Hasil Iset OCR primer dan Iset Sekunder

OCR		Iset Primer	Iset Sekunder
Transformator 1	150 KV, CT=300/1	189 A	0,63 A
	20 KV, CT=2000/5	1284,15 A	3,21 A
	Feeder, CT=800/5	1284,15 A	8,02A
Transformator 2	150 KV, CT= 300/1	136,64 A	0,455 A
	20 KV, CT= 2000/5	905,1 A	2,26 A
	Feeder, CT= 800/5	905,1 A	5,656 A
Transformator 3	150 KV, CT= 3001	106,22 A	0,354 A
	20 KV, CT= 2000/1	714 A	0,357 A
	Feeder, CT= 800/5	714 A	4,4625 A

4.4.2 Isetprimer dan Isetsekunder GFR

Tabel 4. 5 Hasil Iset GFR primer dan Iset Sekunder

GFR		Iset Primer	Iset Sekunder
Transformator 1	150 KV, CT=300/1	36 A	0,12 A
	20 KV, CT=2000/5	244,6 A	0,61 A
	<i>Feeder</i> , CT=800/5	244,6 A	1,52 A
Transformator 2	150 KV, CT=300/1	26,026 A	0,08 A
	20 KV, CT=2000/5	172,4 A	0,431 A
	<i>Feeder</i> , CT=800/5	172,4 A	1,0775 A
Transformator 3	150 KV, CT=300/1	20,234 A	0,067 A
	20 KV, CT=2000/1	136 A	0,068 A
	<i>Feeder</i> , CT=800/5	136 A	0,85 A

4.5 Hasil perhitungan TMS

Hasil perhitungan TMS Dapat diketahui melalui persamaan (23) dengan hasil sebagai berikut:

4.5.1 Hasil Perhitungan TMS OCR

Tabel 4. 6 DATA TMS OCR

TMS OCR		Perhitungan SPLN	Data Existing
Transformator 1	150 KV	0,354	0,351
	20 KV	0,306	0,233
	<i>Feeder</i>	0,256	0,272
Transformator 2	150 KV	0,393	0,36
	20 KV	0,323	0,24
	<i>Feeder</i>	0,273	0,27
Transformator 3	150 KV	0,424	0,345
	20 KV	0,416	0,23
	<i>Feeder</i>	0,284	0,27

4.5.2 Hasil Perhitungan TMS GFR

Tabel 4. 7 DATA TMS OCR

TMS GFR		Perhitungan SPLN	Data Existing
Transformator 1	150 KV	0,561	0,73
	20 KV	0,371	0,433
	<i>Feeder</i>	0,316	0,298
Transformator 2	150 KV	0,602	0,69
	20 KV	0,388	0,44
	<i>Feeder</i>	0,333	0,35
Transformator 3	150 KV	0,634	0,73
	20 KV	0,483	0,43
	<i>Feeder</i>	0,345	0,298

4.6 Hasil perhitungan Waktu Kerja (t)

Hasil perhitungan waktu kerja (t) dapat diketahui melalui persamaan (24) dengan hasil sebagai berikut:

4.6.1 Hasil Perhitungan (t) OCR

Tabel 4. 8 DATA waktu kerja (t) OCR

Waktu kerja (t) OCR		Perhitungan	Standar SPLN
Transformator 1	150 KV	0,792	0,8
	20 KV	0,228	0,3
	<i>Feeder</i>	0,318	0,3
Transformator 2	150 KV	0,731	0,8
	20 KV	0,223	0,3
	<i>Feeder</i>	0,296	0,3
Transformator 3	150 KV	0,650	0,8
	20 KV	0,165	0,3
	<i>Feeder</i>	0,284	0,3

4.6.2 Hasil Perhitungan (t) OCR

Tabel 4. 9 DATA waktu kerja (t) OCR

Waktu kerja (t) GFR		Perhitungan	Standar SPLN
Transformator 1	150 KV	1,039	0,8
	20 KV	0,350	0,3
	Feeder	0,282	0,3
Transformator 2	150 KV	0,915	0,8
	20 KV	0,340	0,3
	Feeder	0,314	0,3
Transformator 3	150 KV	0,920	0,8
	20 KV	0,266	0,3
	Feeder	0,258	0,3

4.6.3 Analisis waktu Kerja (t) OCR dan GFR

Pada pemeriksaan waktu kerja (t) OCR dan GFR dengan standar SPLN IEC 60255 *standard by the grading time 0.3-0.5*. Diketahui bahwa pada PLN ULTG Yogyakarta kondisi OCR *Incoming* 150 KV untu tidak terjadi trip pertama kali maka dari standar PLN $0,3 + 0,5 = 0,8$ untuk setiap sisi *Incoming* 150 KV.

Perbedaan tidak terlalu signifikan, dan mendekati standar SPLN, akan tetapi dalam OCR dan GFR perhitungan yang menghasilkan selisih lebih dari 0,1 dari standar PLN dapat menyebabkan perhitungan waktu yang sangat jauh terhadap kinerja OCR dan GFR maka dapat diketahui terdapat daerah marginal yaitu pada sisi *Incoming* 20 KV pada setiap transformator yang harus diperbaiki waktu pemeriksaan kerjanya (t).

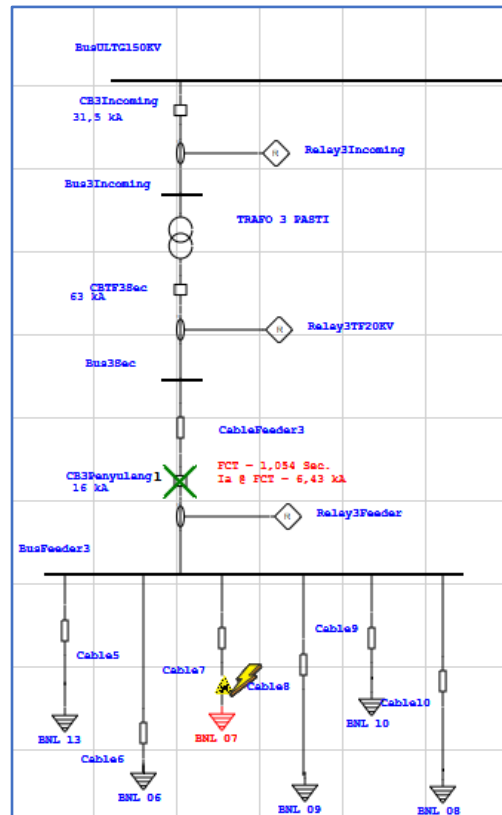
4.7 Data Gangguan BNL 07 dan BNL 09

4.7.1 Data Gangguan

Tabel 4. 10 Data gangguan

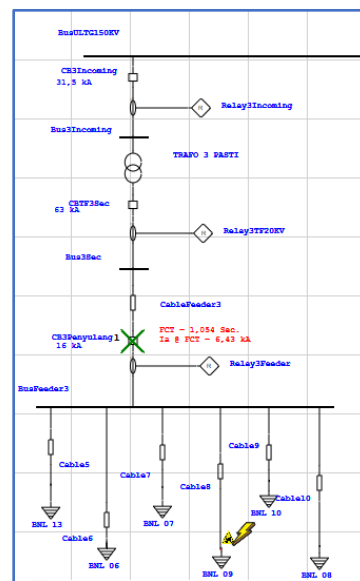
Tanggal	Gardu Induk	Penyulang / Recloser	Indikasi Relay
2019-01-09	Bantul	BNL07	OCR Fase T >> High Set 1
2019-01-11	Bantul	BNL09	OCR GFR Fase R S T >> High Set 2

4.7.2 Analisis BNL 07 ETAP 16.0.0



Gambar 4. 2 Gangguan BNL 07 Star-
Protection analisis OCR high set 1

4.7.3 Analisis BNL 09 ETAP 16.0.0



Gambar 4. 3 Gangguan BNL 09 ARC
flash analisis

- Hubung Singkat Pada Jaringan SUTT 150 KV Jalur Kebasen-Balapulang-Bumiayu Menggunakan Program ETAP. Teknik Elektro. Universitas Diponegoro
- Kristianto, Budi. 2015. Kerja Praktek “Transformator Tenaga (Trafo) Di PLT. PLN (PERSERO_ P3BJB APP Salatiga Basecamp Yogyakarta Gardu Induk 150 KV Bantul”, Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Marsudi, Djiteng. 2014. Teknik Tenaga Listrik. Jakarta: Graha Ilmu.
- Mubarok, M Zaki. 2017. Kerja Praktek “Pemeliharaan Pemutus Tenaga (PMT) Gardu Induk 150 KV Bantul Di Wilayah Kerja PT. PLN (PERSERO) Transmisi Jawa Bagian Tengah Area Pelaksana Pemeliharaan Salatiga”, Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nugroho, Widyianto. 2019. Kerja Praktek “Pengujian Tahanan Isolasi Pada Pemeliharaan Pemutus Tenaga Gas SF₆ BAY Purworejo Gardu Induk Bantul 150 KV Bantul” Teknik Elektro. Universitas Diponegoro
- Putra, Ade. 2017. Skripsi “Studi Analisis Sistem Proteksi Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR) Pada Gardu Induk Godean”. Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Putra, Karnoto dan Derman. Jurnal Skripsi “Analisis Setting Proteksi OCR dan GFR Di Penyulang SRL-01 SRONDOL Menggunakan Softwar ETAP 12.6.0”. Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Ramadhan, Rize Taufiq. 2014. Jurnal Skripsi “Studi Koordinasi Sistem Pengaman Penyulang Trafo IV di Gardu Induk Waru”. Teknik Energi Listrik. Universitas Brawijaya.
- Suripto, Slamet. Buku Ajar “Sistem Tenaga Listrik”. Teknik Elektro. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Syahputra, R., (2012), “Distributed Generation: State of the Arts dalam Penyediaan Energi Listrik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2012.
- Syahputra, R., (2016), “Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik”, LP3M UMY, Yogyakarta, 2016.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2014). “Optimal Distribution Network Reconfiguration with Penetration of Distributed Energy Resources”, Proceeding of 2014 1st International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE) 2014, UNDIP Semarang, pp. 388 - 393.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). Performance Improvement of Radial Distribution Network with Distributed Generation Integration Using Extended Particle Swarm Optimization Algorithm. International Review of Electrical Engineering (IREE), 10(2). pp. 293-304.
- Syahputra, R., Robandi, I., Ashari, M. (2015). Reconfiguration of Distribution Network with DER Integration Using PSO Algorithm. TELKOMNIKA, 13(3). pp. 759-766.
- Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Power System Stabilizer Model Using Artificial Immune System for Power System Controlling. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 11(18), pp. 9269-9278.
- Syahputra, Ramadoni. 2017. Transmisi dan Distribusi Tenaga Listrik. Yogyakarta: LP3M UMY.
- Udiana, Arjana, dan Partha. 2017. Jurnal “Studi Analisis Koordinasi Over Current Relay (OCR) dan Ground Fault Relay (GFR). Teknologi Elektro. Universitas Udayana.

BIOGRAFI PENULIS



Febi Fauzan Azmi, lahir di Kepahiang, 23 April 1996. Daerah asal Kabupaten Kepahiang provinsi Bengkulu. Saat ini sedang menempuh pendidikan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik angkatan 2014