

EVALUASI SISTEM PROTEKSI SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH (SUTM) 20 KV (STUDI KASUS : PENYULANG DURIAN 1 RADAK)

Yehezkiel¹, Dr. Eng. Ir. Hardiansyah, MT², Ir. Rudy Gianto, MT, Ph.D³

¹Mahasiswa Teknik Elektro, ²⁻³Dosen Teknik Elektro,
Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
Email : yehezkieliyes6@gmail.com

Abstract

A protection system in the 20 kV medium voltage air channel (SUTM) is very important, because the protection system can prevent interference with the feeder. Protection that works well and can determine the reliability of a network. Protection system that must be considered for performance is one of them is overcurrent relay (OCR), and ground disturbance relay (GFR). It is necessary to do an evaluation on the relay, because for 6 months in 2018 the Durak 1 feeder, namely January to June, experienced a short circuit 30 times. The Durian 1 Radak Lengther Feeder results in a greater risk of disruption in the feeder tissue. Short Circuit Disruptions that occur in the form of three phase short circuit, two phase, and one ground phase. The previous protection relay setting on the Radian Durian 1 feeder is working poorly and maximally, because the relay setting settings that are performed are not in accordance with the magnitude of the short circuit current that occurs. Therefore, it is necessary to reset the OCR and GFR protection relays according to the calculation of the maximum and minimum short circuit fault currents at the zone point for the occurrence of short circuit faults. After knowing the maximum short-circuit fault current, it can be used as a reference in determining the OCR and GFR capacity to be used, as well as the predicted minimum short-circuit fault current that will be used as a reference for the relay protection setting. setting protection relay that works well, the short circuit fault current in the Durak 1 Radak feeder can be minimized by the amount of interference.

Keywords: Short Circuit Interference, Medium Voltage, Protection, OCR, GFR

Abstrak

Suatu sistem proteksi pada saluran udara tegangan menengah (SUTM) 20 kV merupakan hal yang sangat penting, karena sistem proteksi dapat mencegah terjadinya gangguan pada penyulang. Proteksi yang berkerja secara baik dan dapat menentukan keandalan suatu jaringan. Sistem proteksi yang harus diperhatikan kinerjanya salah satunya adalah rele arus lebih (OCR), dan rele gangguan tanah (GFR). Perlunya dilakukan evaluasi pada rele tersebut, karena selama 6 bulan di tahun 2018 penyulang Durian 1 Radak yaitu bulan januari sampai bulan juni mengalami gangguan hubung singkat sebanyak 30 kali. Panjangnya Penyulang Durian 1 Radak mengakibatkan resiko terjadinya gangguan pada jaringan penyulang lebih besar. Gangguan Hubung Singkat yang terjadi berupa gangguan Hubung Singkat tiga fasa, dua fasa, dan satu fasa ketanah. Settingan rele proteksi sebelumnya pada penyulang Durian 1 Radak bekerja kurang baik dan maksimal, dikarnakan setting rele proktesi yang dilakukan tidak sesuai dengan besaran arus gangguan hubung singkat yang terjadi. Oleh karena itu perlu dilakukan setting ulang rele proteksi OCR dan GFR sesuai dengan perhitungan arus gangguan hubung singkat maksimum dan minimum pada titik zona terjadinya gangguan hubung singkat. Setelah deketahui besaran arus gangguan hubung singkat maksimum maka dapat digunakan sebagai refrensi dalam menentukan kapasitas OCR dan GFR yang akan digunakan, serta prediksi arus gangguan hubung singkat minimum yang akan digunakan sebagai acuan setting rele proteksi. settingan rele proteksi yang bekerja dengan baik maka arus gangguan hubung singkat pada penyulang Durian 1 Radak dapat diminimalisir jumlah gangguannya.

Kata kunci : Gangguan Hubung singkat, Tegangan menengah, Proteksi, OCR, GFR

1. Pendahuluan

Di PT. PLN (Persero) area Rasau mempunyai penyulang sebanyak 4 (Empat) penyulang yang di pasok dari GI Sungai Raya, GI Sungai Raya sendiri mempunyai 3 buah transformator yang masing-masing mempunyai daya sebesar 60 MVA, dan penyulang Durian 1 Radak mendapat suplai listrik dari Trafo 2 di GI Sungai Raya. Ada beberapa penyulang yang cenderung mengalami gangguan penyulang yang mengakibatkan tersebut tidak andal. Penyulang yang cukup banyak mengalami gangguan, khususnya gangguan hubung singkat adalah penyulang Durian 1 Radak. Panjang jaringan penyulang Durian 1 radak adalah 118,2 kms. Penyulang Durian 1 Radak menggunakan jenis konduktor AAAC-s (*All Aluminium Alloy Conductor Safety*) dengan diameter 150 mm² kms. Permasalahan yang sering dijumpai pada sistem saluran udara tegangan menengah 20 kV penyulang Durian 1 Radak adalah gangguan hubung singkat, selama 6 bulan terakhir ditahun 2018, yaitu bulan januari sampai bulan juni mengalami gangguan hubung singkat sebanyak 30 kali. Penyulang Durian 1 Radak yang sangat panjang memungkinkan resiko terjadinya gangguan sangat besar. Gangguan Hubung Singkat yang terjadi berupa gangguan Hubung Singkat tiga fasa, dua fasa, dua fasa, dan satu fasa ketanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

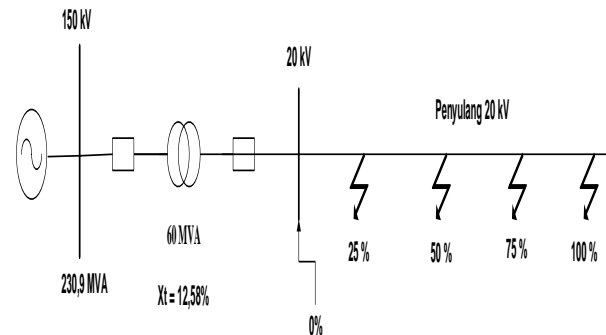
2.1 Pengertian Sistem Proteksi

Sistem proteksi adalah susunan perangkat proteksi secara lengkap yang terdiri dari perangkat utama dan perangkat-perangkat lain yang dibutuhkan untuk melakukan fungsi proteksi. Gangguan pada sistem distribusi dapat diakibatkan oleh faktor alam, kelalaian manusia, atau kerusakan peralatan. Gangguan pada sistem tenaga listrik terdiri dari gangguan yang bersifat temporer yang dapat hilang dengan sendirinya atau dengan memutuskan sesaat bagian yang terganggu dari sumber tegangan dan gangguan yang bersifat permanen, dimana untuk membebaskannya diperlukan tindakan perbaikan untuk menghilangkan penyebab gangguan tersebut.

2.2 Arus Gangguan Hubung Singkat

Perhitungan gangguan hubung singkat ini dihitung besarnya berdasarkan panjang penyulang, yaitu diasumsikan terjadi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% panjang penyulang.

Sistem jaringan 20 kv yang dipasok dari suatu gardu induk seperti gambar dan data dapat dilihat dibawah ini.

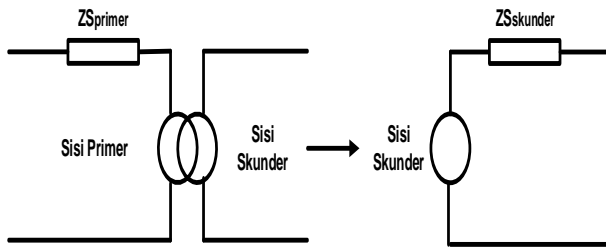


Gambar 1. Jaringan 20 kV yang dipasok dari GI Sungai Raya

Sumber : Buku Diklat PT PLN (Persero) Sistem Distribusi Tenaga Listrik) [19]

Perhitungan arus hubung singkat pada sistem diatas, sebagai berikut:

1. Dihitung besar impedansi sumber dalam hal ini diperoleh dari data hubung singkat di bus 150 kV
2. Perhitungan reaktansi trafo tenaga
3. Perhitungan impedansi penyulang per 25%, 50%, 75%, dan 100% panjang penyulang.
4. Jadi data yang diperlukan untuk perhitungan arus hubung singkat atau koordinasi rele adalah:
 - a. MVA *Short Circuit* di bus 150 kV
 - b. Data Trafo :
 - Kapasitas Daya
 - Reaktansi urutan positif trafo
 - Ratio CT
 - Vektor Grup
 - Frekuensi
 - Arus Nominal Sisi 20 kV
 - Ratio CT
 - c. Impedansi urutan positif, negatif dan nol penyulang
 - d. Arus Nominal Sisi 150 kV
 - e. Ratip CT di penyulang



Gambar 2. Konversi Nilai Impedansi Sumber Primer Ke Sekunder

Sumber : Zulkarnaini (2012) [8]

Untuk mengkonversikan impedansi yang terletak disisi primer kesisi sekunder dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$ZS_{skunder} = \frac{KV_S^2}{KV_P^2} \times ZS_{primer} \text{ pu} \quad (1)$$

$$Z_S(\text{sisi } 20 \text{ kV}) = \frac{20^2}{150^2} \times Z_S(\text{sisi } 150 \text{ kV}) \quad (2)$$

2.3 Impedansi Penyulang

Persamaan yang digunakan untuk menentukan impedansi pada penyulang adalah:

$$ZL = \frac{Z_{penyulang}}{Z_{base}} \text{ pu} \quad (3)$$

Perhitungan yang akan dilakukan disini adalah perhitungan besarnya nilai impedansi ekuivalen urutan positif. Karna dari sejak sumber ketitik gangguan impedansi yang terbentuk adalah tersambung seri maka perhitungan impedansi ekuivalen urutan positif (Z_1) dapat langsung dengan cara menjumlahkan impedansi tersebut.

Dengan demikian nilai impedansi penyulang untuk lokasi gangguan yang dalam perhitungan ini disimulasikan terjadi pada lokasi dengan jarak 0%, 25%, 75%, dan 100% panjang penyulang. Untuk menghitung impedansi ekuivalen urutan positif (Z_1), negatif (Z_2), dan nol (Z_0) dari titik gangguan sampai ke sumber. Perhitungan Z_1 dan Z_2 dapat langsung menjumlahkan impedansi-impedansi tersebut, sedangkan untuk Z_0 dimulai dari titik gangguan sampai ke transformator tenaga yang netralnya ditanahkan.

$$Z_{1eki} = Z_{2eki} = Xs_{(sisi \ 20 \text{ kV})} + Xt_1 + Z_1 \text{ penyulang} \quad (4)$$

$$Z_{0eki} = Xt_0 + 3RN + Z_0 \text{ penyulang} \quad (5)$$

2.4 Rele arus lebih (Over Current Relay)

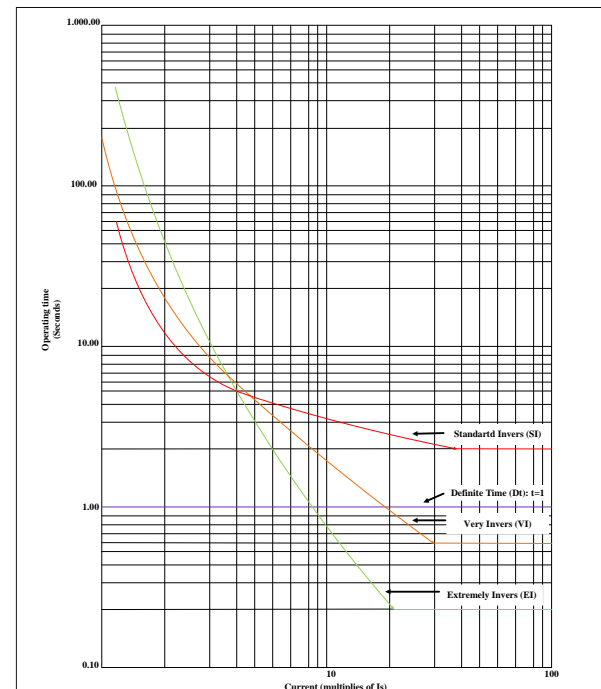
Relai Arus Lebih atau yang lebih dikenal dengan OCR (Over Current Relay) merupakan peralatan yang mensinyalir adanya arus lebih, baik yang disebabkan oleh adanya gangguan hubung

singkat atau *Overload* yang dapat merusak peralatan sistem tenaga yang berada dalam wilayah proteksinya.

Prinsip kerja relai OCR adalah berdasarkan adanya arus lebih yang dirasakan relai, baik disebabkan adanya gangguan hubung singkat atau *overload* (beban lebih) untuk kemudian memberikan perintah trip ke PMT sesuai dengan karakteristik waktunya.

Pengaman dengan rele arus lebih mempunyai beberapa keuntungan antara lain:

1. Mencegah kerusakan Transformator tenaga di SUTT dari gangguan hubung singkat.
 2. Membatasi luas daerah yang terganggu (pemadaman) sekecil mungkin.
 3. Hanya bekerja bila pengaman utama Transformator tenaga atau SUTT tidak bekerja
- Jenis-jenis rele arus lebih menurut karakteristik kerjanya inverse dan instantaneous dapat digambarkan sebagai berikut:

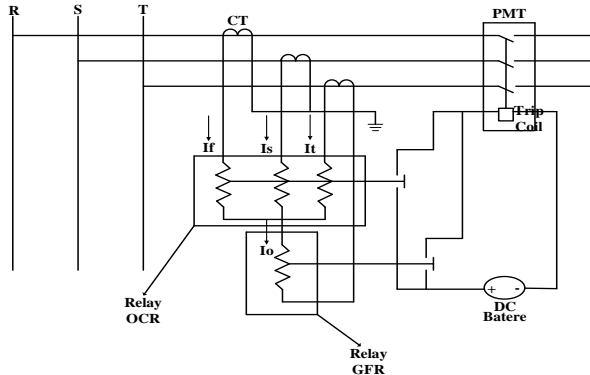


Gambar 3. Karakteristik Relai Arus Lebih (OCR)
Sumber : SPLN 59 (1985) [7]

Prinsip kerja relai OCR adalah berdasarkan adanya arus lebih yang dirasakan relai, baik disebabkan adanya gangguan hubung singkat atau *Overload* (beban lebih) untuk kemudian memberikan perintah trip ke PMT sesuai dengan karakteristik waktunya.

2.5 GFR (Ground Fault Relay)

Relai hubung tanah yang dikenal dengan GFR (*Ground Fault Relay*) pada dasarnya mempunyai prinsip kerja sama dengan relai arus lebih (OCR) namun memiliki perbedaan dalam kegunaannya. Bila relai OCR mendeteksi adanya gangguan hubung singkat antara fasa, maka GFR mendeteksi adanya hubung singkat ke tanah.



Gambar 4. Rangkaian Pengawatan Relai Hubung Tanah (GFR)

Sumber : Nugroho A.D., Susatyo H, [1]

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Literatur

Studi literatur yaitu mengumpulkan data dari berbagai buku, jurnal, pendapat, dan artikel yang terkait dengan topik penelitian sebagai bahan referensi untuk digunakan nantinya dalam memberikan penjelasan terhadap masalah yang ada.

3.2 Metode Pengumpulann data

Metode pengambilan data dilakukan dengan observasi langsung kelapangan PT. PLN (Persero) Rayon Rasau Jaya. Pengolahan data dilakukan dengan cara perhitungan untuk mendapatkan nilai impedansialuran dan arus hubung singkat tiga fasa, dua fasa, dua fasa ketanah, dan satu fasa ketanah untuk keperluan koordinasi rele proteksi. Data-data yang didapat berdasarkan peralatan yang berada pada wilayah kerja SUTM penyulang Durian 1 Radak.

3.3 Metode Analisis Data

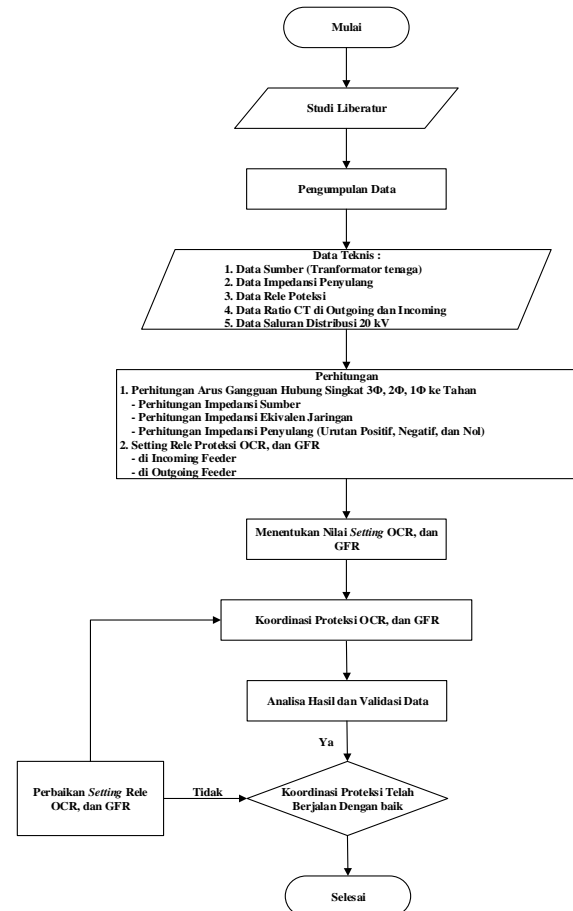
Teknis analisis data adalah dengan menggunakan data pada SUTM penyulang Durian 1 Radak, dengan materi kajian terdiri dari :

1. Menghitung besar impedansi sumber (reaktansi) yang dalam hal ini di peroleh dari data hubung singkat dibus 150 kV.

2. Menghitung reaktansi trafo tenaga.
3. Menghitung impedansi pada penyilang dan besarnya impedansi ekivalen pada penyulang.
4. Melakukan perhitungan koordinasi rele proteksi (OCR) dan (GFR).

3.4 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini secara umum tersusun sebagai berikut:



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

4. PERHITUNGAN DAN ANALISIS

4.1 Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi didalam jaringan (sistem kelistrikan) ada 3 yaitu :

1. Gangguan hubung singkat tiga fasa
2. Gangguan Hubung singkat dua fasa
3. Gangguan hubung singkat satu fasa ketanah

Perhitungan gangguan hubung singkat ini dihitung besarnya berdasarkan panjang penyulang, yaitu diasumsikan terjadi 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% panjang penyulang.

4.2 Menghitung Impedansi

1. Impedansi sumber

$$X_S = \frac{KV^2}{MVA} = \frac{150^2}{2,691} = 8,36 \text{ Ohm}$$

$$X_S(\text{sisi } 20 \text{ kV}) = \frac{20^2}{150^2} \times X_S(\text{sisi } 150 \text{ kV})$$

$$= \frac{20^2}{150^2} \times 8,36 = 0,148 \text{ Ohm}$$

2. Impedansi transformator

$$X_t(\text{sisi } 100\%) = \frac{20^2}{60} = 6,667 \text{ Ohm}$$

Nilai reaktansi trafo tenaga :

a. Reaktansi urutan positif dan negatif

$$X_{t1} = \text{reaktansi trafo } (\%) \times Z_b$$

$$X_{t1} = 12,58\% \times 6,667 = 0,838 \text{ Ohm}$$

b. Reaktansi urutan nol

Karena trafo daya yang mensuplai penyulang gardu induk mempunyai hubungan YnynO+d yang mempunyai belitan delta didalamnya, maka besarnya :

$$X_{t0} = 3 \times X_{t1} = 3 \times 0,838 = 2,514 \text{ Ohm}$$

3. Impedansi penyulang

Besar nilai impedansi urutan positif (Z_1), urutan negatif (Z_2), dan urutan nol (Z_0) penyulang untuk setiap titik gangguannya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Impedansi Penyulang Urutan Positif, Negatif

(% panjang)	Impedansi Penyulang (Z_1 & Z_2)
0%	$0\% \cdot (2,555 + j3,906) = 0 \text{ Ohm}$
25%	$0,25\% \cdot (2,555 + j3,906) = 0,638 + j0,976 \text{ Ohm}$
50%	$0,50\% \cdot (2,555 + j3,906) = 1,277 + j1,953 \text{ Ohm}$
75%	$0,75\% \cdot (2,555 + j3,906) = 1,916 + j2,929 \text{ Ohm}$
100%	$1,00\% \cdot (2,555 + j3,906) = 2,555 + j3,906 \text{ Ohm}$

Tabel 2. Impedansi Penyulang Urutan Nol

(% panjang)	Impedansi Penyulang (Z_0)
0%	$0\% \cdot (4,291 + j19,12) = 0 \text{ Ohm}$
25%	$0,25\% \cdot (4,291 + j19,12) = 1,071 + j4,78 \text{ Ohm}$
50%	$0,50\% \cdot (4,291 + j19,12) = 2,145 + j9,56 \text{ Ohm}$
75%	$0,75\% \cdot (4,291 + j19,12) = 3,218 + j14,34 \text{ Ohm}$
100%	$1,00\% \cdot (4,291 + j19,12) = 4,291 + j19,12 \text{ Ohm}$

4.3 Perhitungan Impedansi Ekivalen Jaringan

Z_{1eki} dan Z_{2eki} dan langsung dapat dihitung sesuai dengan titik lokasi gangguan dengan menjumlahkan $Z_S + Z_t + Z_l$

$$Z_{1eki} = Z_{2eki} = Z_{s1} + Z_{t1} + Z_{1penyulang}$$

$$= j0,148 + j0,838 + Z_{1penyulang}$$

$$= j0,986 + Z_{1penyulang}$$

Z_0 Dihitung mulai dari trafo yang ditanahkan, tahanan netral nilai $3R_N$ dan impedansi penyulang, dapat di hitung untuk (Z_{0eki}) :

$$Z_{0eki} = XT_0 + 3RN + Z_{0penyulang}$$

$$= j8,38 + (3 \times 12) + 0$$

$$= 36 + j8,38$$

Maka untuk perhitungan impedansi ekivalen (Z_{1eki} , Z_{2eki} , dan Z_{0eki}) dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Impedansi Ekivalen (Z_{1eki} , Z_{2eki} , dan Z_{0eki}) Menurut Lokasi Terjadinya Gangguan

No	Lokasi (Panjang %) Bus 20 Kv Gi Sungai Raya Penyulang Durian 1 Radak	Impedansi Ekivalen		
		Z_{1eki}	Z_{2eki}	Z_{0eki}
1	0 %	$0 + j0,986$	$0 + j0,986$	$36 + j2,514$
2	25 %	$0,638 + j1,962$	$0,638 + j1,962$	$37,07 + j7,294$
3	50 %	$1,277 + j2,939$	$1,277 + j2,939$	$38,14 + j12,07$
4	75 %	$1,916 + j3,915$	$1,916 + j3,915$	$39,21 + j16,85$
5	100 %	$2,555 + j4,892$	$2,555 + j4,892$	$40,29 + j21,63$

4.4 Menghitung Arus Gangguan Hubung Singkat

1. Arus gangguan hubung singkat tiga fasa

Perhitungan arus gangguan hubung singkat tiga fasa di titik lokasi yang diasumsikan 0 % dapat dihitung :

$$I_{3fasa} = \frac{V_{ph}}{Z_{1eki}} = \frac{20.000}{\frac{\sqrt{3}}{Z_{1eki}}}$$

$$= \frac{11547}{0 + j0,986}$$

$$= \frac{11547}{\sqrt{0^2 + 0,986^2}}$$

$$= 11710 \text{ A}$$

Dengan cara yang sama untuk perhitungan gangguan hubung singkat tiga fasa dilokasi yang berbeda pada Penyulang Durian 1 Radak hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4

2. Arus gangguan hubung singkat dua fasa

Perhitungan arus gangguan hubung singkat dua fasa di titik lokasi yang diasumsikan 0 % dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 I_{2\text{ fasa}} &= \frac{V_{ph-ph}}{2 \times Z_{1\text{ eki}}} \\
 &= \frac{20.000}{2 \times (0 + j0,986)} \\
 &= \frac{20.000}{\sqrt{0^2 + 1,972^2}} \\
 &= 10141 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama untuk perhitungan gangguan hubung singkat Dua fasa dilokasi yang berbeda pada Penyulang Durian 1 Radak hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4

3. Arus gangguan hubung singkat satu fasa ketanah

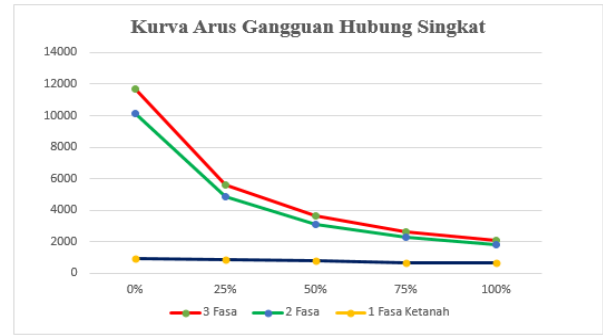
Perhitungan arus gangguan hubung singkat satu fasa ketanah di titik lokasi yang diasumsikan 0 % dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 I_{1\text{ fasa}} &= \frac{3 \times V_{ph}}{Z_{1\text{ eki}} + Z_{2\text{ eki}} + Z_{0\text{ eki}}} \\
 &= \frac{34641,016}{2 \times Z_{1\text{ eki}} + Z_{0\text{ eki}}} \\
 &= \frac{34641,016}{2 \times (0 + j0,986) + (36 + j2,514)} \\
 &= 955,08 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama untuk perhitungan gangguan hubung singkat satu fasa ketanah dilokasi yang berbeda pada Penyulang Durian 1 Radak hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

Panjang Penyulang (%)	Jarak	Arus Hubung Singkat (A)		
		3 Fasa	2 Fasa	1 Fasa ketanah
0	0	11710	10141	955,08
25	29,55	5596,84	4847,04	867
50	59,1	3603,43	3120,66	778,86
75	88,65	2649,18	2294,26	638,19
100	118,2	2092,21	1811,91	627,46



Gambar 5. Kurva Arus Gangguan Hubung Singkat

4.5 Pemeriksaan Waktu Kerja Rele

1. Waktu Kerja Rele Tiga Fasa

Tabel 5. Pemeriksaan Waktu Kerja Relai Untuk Gangguan Tiga Fasa

Lokasi Gangguan (% Panjang)	Waktu Kerja Relay Incoming (Detik)	Waktu Kerja Relay Penyulang (Detik)	Selisih Waktu (Granding Time) (Detik)
0%	0,701	0,296	0,405
25%	1,17	0,369	0,801
50%	1,93	0,431	2,361
75%	3,5	0,488	3,012
100%	9,5	0,543	8,957



Gambar 6. Kurva Pemeriksaan Waktu Kerja Rere Tiga Fasa

2. Waktu kerja rele dua fasa

Tabel 6. Pemeriksaan Waktu Kerja Relai Untuk Gangguan Dua Fasa

Lokasi Gangguan (% Panjang)	Waktu Kerja Relay Incoming (Detik)	Waktu Kerja Relay Penyulang (Detik)	Selisih Waktu (Granding Time) (Detik)
0%	0,76	0,30	0,46
25%	1,34	0,38	0,96
50%	2,46	0,45	2,01
75%	5,78	0,52	5,26
100%	36,4	0,58	35,82

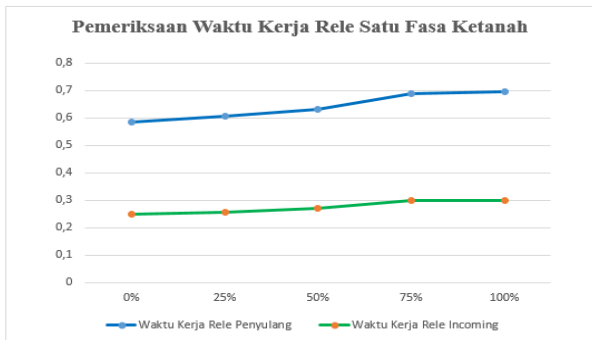


Gambar 7. Kurva Pemeriksaan Waktu Kerja Rere Dua Fasa

3. Waktu kerja rele dua fasa

Tabel 7. Pemeriksaan Waktu Kerja Relai Untuk Gangguan Satu Fasa Kestanah

Lokasi Gangguan (% Panjang)	Waktu Kerja Relay Incoming (Detik)	Waktu Kerja Relay Penyulang (Detik)	Selisih Waktu (Granding Time) (Detik)
0%	0,583	0,247	0,336
25%	0,605	0,257	0,348
50%	0,632	0,270	0,362
75%	0,689	0,297	0,392
100%	0,694	0,299	0,395



Gambar 8. Kurva Pemeriksaan Waktu Kerja Rere Satu Fasa Kestanah

4.6 Analisis

Dari tabel hasil perhitungan diatas dapat dilihat bahwa waktu kerja relai di penyulang lebih cepat bekerja di banding waktu kerja relai di *Incoming* dengan selisih waktu (*Granding Time*) 0,405 dibulatkan menjadi 0,4. Selain dari pada itu dapat dilihat jarak lokasi gangguan mempengaruhi besar kecilnya selisih waktu (*Granding Time*). Semakin jauh jarak lokasi yang terkena gangguan maka semakin besar selisih waktu antara waktu kerja relai di penyulang dengan waktu kerja relai di *incoming* dan begitu pula sebaliknya, ini bertujuan memberi kesempatan pada relai dipenyulang untuk bekerja terlebih dahulu sebagai pengaman utama

(*Main Protection*) apa bila terjadi gangguan hubung singkat di penyulang dan relai di *incoming* bekerja sebagai pengaman cadangan (*Back-Up Protection*) apabila relai dipenyulang tidak bekerja. Dapat dilihat juga pada tabel diatas bahwa waktu kerja relai untuk gangguan hubung singkat tiga fasa lebih cepat dibanding waktu kerja relai untuk gangguan hubung singkat dua fasa pada titik jarak tertentu, dengan kata lain besar kecilnya arus gangguan mempengaruhi cepat lambatnya waktu kerja relai, apabila ditinjau berdasarkan fasa. Semakin besar arus gangguan maka semakin cepat waktu kerja relai dan begitupun sebaliknya.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah :

1. Kemungkinan banyaknya jumlah arus gangguan hubung singkat yang terjadi pada penyulang Durian 1 Radak karna terlalu panjangnya jaringan SUTM 20 kV yang memungkinkan resiko terjadinya gangguan semakin banyak di penyulang Durian 1 Radak, dan ketidak sesuaian *setting* rele proteksi dengan besarnya arus gangguan hubung singkat yang terjadi.
2. Arus gangguan hubung singkat terbesar adalah gangguan hubung singkat 3 fasa yang terjadi pada titik lokasi gangguan yang diasumsikan 0% = 11710 A, pada pada penyulang Durian 1 Radak, sedangkan arus gangguan hubung singkat terkecil adalah gangguan hubung singkat 1 fasa kestanah dititik lokasi gangguan yang diasumsikan 100% = 627,46 A. Setelah diketahui besaran arus gangguan hubung singkat maksimum dan minimum maka sebaiknya *setting* rele proteksi pada penyulang Durian 1 Radak dilakukan *setting* ulang sesuai besaran arus gangguannya agar dapat meminimalisir gangguan yang terjadi.
3. Waktu kerja rele dipenyulang lebih cepat dibanding dengan waktu kerja relai di *incoming* dengan selisih waktu (*Granding Time*) rata-rata sebesar 0,4. Hal ini di sebabkan jarak lokasi gangguan mempengaruhi besar kecilnya selisih waktu (*Granding Time*). Semakin jauh jarak lokasi

gangguan, maka semakin besar selisih waktu kerja relai di *incoming*.

4. Setting OCR dan GFR yang didapat dari hasil perhitungan

OCR sisi Incoming 20 kV	OCR sisi Penyulang 20 kV
$I_{set\ primer} = 1818,6\ A$	$I_{set\ primer} = 242,4\ A$
$I_{set\ skunder} = 4\ A$	$I_{set\ skunder} = 4\ A$
$Tms = 0,189$	$Tms = 0,173$

GFR sisi Incoming 20 kV	GFR sisi Penyulang 20 kV
$I_{set\ primer} = 65,04\ A$	$I_{set\ primer} = 8,13\ A$
$I_{set\ skunder} = 0,16\ A$	$I_{set\ primer} = 1,3\ A$
$Tms = 0,23$	$Tms = 0,0893$

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diusulkan dalam penelitian ini adalah :

1. Sebaiknya melakukan pembaharuan *setting* ulang pada rele proteksi OCR dan GFR sesuai besar arus gangguan hubung singkat maksimum dan minimum pada penyulang Durian 1 Radak, agar dapat meminimalisir gangguan dan menjaga kualitas pelayanan listrik kekonsumen tetap baik.
2. Berdasarkan ketidak sesuaian koordinasi pada *setting* rele proteksi, maka diharapkan *setting* rele proteksi OCR dan GFR untuk melakukan *setting* ulang sesuai dengan arus gangguan maksimum dan minimumnya di tiap zona titik gangguan yang terjadi, agar pelayanan system daya bisa sampai kekonsumen dengan baik.

Daftar Pustaka :

- [1] Nugroho Agus Darmanto, Susanto Handoko, 2006. Tugas Akhir : *Analisa Koordinasi OCR Dan Recloser Penyulang Kaliwungu 03*. Semarang Universitas Diponegoro
- [2] Rize Taufiq Ramadhan, 2014. Tugas Akhir : *Studi Koordinasi Pengaman Penyulang Trafo IV Di Gardu Induk Waru*. Malang : Universitas Brawijaya
- [3] Gusti Arka, Nyoman Madianan, Gusti Ketut Abasana, 2016. Tugas Akhir : *Analisis Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang 20 Kv Dengan Over Current Relay (OCR) Dan Ground Fault Relay (GFR)*. Bali : Politeknik Negeri Bali

- [4] Muhalan, Budi Yanto Husodo, 2014. Tugas Akhir : *Analisa Perhitungan Dan Pengaturan Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan Tanah Pada Kubikel Cakra 20 KV Di PT XYZ*. Jakarta : Universitas Mercu Buana
- [5] Thoriq Aziz Al Qoyyimi, Ontoeseno Penangsang, Ni Ketut Ariyani, 2017. Tugas Akhir : *Penentuan Loksai Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Tegalsari Surabaya Dengan Metode Impedansi Berbasis GIS*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November
- [6] Hendriyadi. Tugas Akhir : *Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Distribusi Di Kota Pontianak*. Pontianak : Universitas Tanjungpura
- [7] SPLN 59. 1985. *Keandalan Pada Sistem Distribusi 20 kV Dan 6 kV*. Jakarta : Perusahaan Umum Listrik Negara
- [8] Zulkarnaini, Samsul Bahri, 2012. Tugas Akhir : *Analisa Hubung Singkat Satu Fasa Ketanah Untuk Kordinasi Setting Ground Fault Relay (GFR) Pada Penyulang Feeder 20 kV (Gi Batu Sangkar Feeder Tigo Jangko)*. Padang : Fakultas Teknologi Industri Teknologi Padang
- [9] Data Aset Distribusi. 2018. *Data Aset Distribusi Penyulang Durian 1 Radak 20 KV*. Rasau Jaya : PLN Rayon Rasau Jaya
- [10] Data Setting Proteksi. 2018. *Data Setting Proteksi, Jaringan Tegangan Menengah (JTM)*. Pontianak : APD Kalimantan Barat
- [11] Data Gardu Induk. 2018. *Data Gardu Induk Sungai Raya 150 KV*. Pontianak : AP2B Kalimantan Barat
- [12] Ronika Edinta Sitepu, 2014. Tugas Akhir : *Perhitungan Kedip Tegangan Akibat Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang UNIB Sistem Distribusi PLN Bengkulu*. Bengkulu : Universitas Bengkulu
- [13] Muhammad Hariansyah, 2017. Jurnal Sains Dan Teknologi Elektro : *Analisa Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Incoming 20 KV Transformator 3 Gardu Induk Cibinong*. Bogor : Universitas Ibn Khaidun Bogor

- [14] Asnawi, 2017. Tugas Akhir : *Analisa Gangguan SUTM 20 kV Penyulang Senggiring 3 Di PT.PLN (Persero) Area pontianak*. Pontianak : Universitas Tanjungpura
- [15] Irfan Afandi, 2009. Tugas Akhir : *Analisa Setting Relai Arus Lebih Dan Relai Gangguan Tanah Pada Penyulang Sadewa Di GI Cawang*. Depok : Universitas Indonesia
- [16] Kersting H William, 2002. *Distribution System Modelling And Analysis*. CRC Press, New Mexico
- [17] Nana Syaodih Sukmadinata, 2008. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- [18] SPLN 41-8 : 1981. *Standard Specification All Aluminium Alloy Conductor 6201*
- [19] Buku Diklat PT PLN (Persero) : *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*

Biography



Yeheskiel, Lahir di Pontianak pada tanggal 14 November 1994 menempuh pendidikan Strata I (S1) di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sejak 2014.

Penelitian ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Tegangan Listrik Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telp. (0561) 740186 Fax. (0561) 740186
Email : ft@untan.ac.id Website : http//teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Yehezkiel
Nim : D1022141012
Judul Skripsi :

**“EVALUASI SISTEM PROTEKSI SALURAN UDARA TEGANGAN MENENGAH
(SUTM) 20 KV
(STUDI KASUS : PENYULANG DURIAN 1 RADAK)”**

Tanggal Ujian Skripsi : 15 AGUSTUS 2019

Jurnal tersebut telah melalui proses bimbingan dan telah mendapatkan persetujuan dari pembimbing untuk dipublikasikan.

Pontianak, 15 Agustus 2019

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Dr. Eng. Ir. Hardiansyah, M.T.
NIP. 19670227 199303 1 002

Pembimbing Pembantu,

Ir. Rudy Gianto, M.T, Ph.D.
NIP. 196703271992031004

