

Analisis Fuse Cut Out Sebagai Proteksi Penyulang Tondon pada Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) ULP Rantepao

Evan Januar Paembonan¹⁾, Ahmad Rizal Sultan²⁾, Sofyan³⁾

^{1,2,3} Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

¹evanpaembonan11@gmail.com

²rizal.sultan@poliupg.ac.id

³sofyantato@poliupg.ac.id

Abstrak

Pada sistem distribusi tenaga listrik masih sering terdapat gangguan sehingga diperlukan peralatan proteksi agar berfungsi untuk mengamankan sistem jaringan dari gangguan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai arus gangguan hubung singkat, menentukan rating FCO serta melakukan simulasi ETAP 12.6.0. Analisis dilakukan dengan menghitung arus gangguan hubung singkat, menghitung *rating* FCO serta melakukan simulasi pada software ETAP 12.6.0. Hasil dari penelitian ini adalah jika jarak titik gangguan semakin panjang maka nilai arus hubung singkat semakin kecil, begitupun sebaliknya. Nilai hubung singkat pada jarak 4,45km = 2,35 kA untuk 3 fasa, 2,04 kA untuk 2 fasa dan 268,547 A untuk 1 fasa ke tanah, jarak 13,7km = 1,15 kA untuk 3 fasa, 1 kA untuk 2 fasa dan 249,803 A untuk 1 fasa ke tanah, jarak 16,05km = 1,01 kA untuk 3 fasa, 0,876 kA untuk 2 fasa dan 225,650 A untuk 1 fasa ke tanah. Untuk mengatasi hal tersebut, *Fuse Cut Out* (FCO) pada sisi beban atau sisi hilir harus dapat bekerja atau melebur dahulu untuk mengamankan gangguan sebelum FCO yang berada pada sisi hulu bekerja.

Kata kunci: Titik Gangguan, Arus Hubung Singkat, Fuse Cut Out

I. PENDAHULUAN

Jaringan distribusi adalah suatu saluran atau jaringan yang menghubungkan dari sumber daya listrik besar (gardu induk) dengan para konsumen atau pemakai listrik baik itu pabrik, industri, atau rumah tangga. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*bulk power source*) sampai ke konsumen. Sistem distribusi daya listrik meliputi semua Jaringan Tegangan Menengah (JTM) 20 KV dan semua jaringan Tegangan Rendah (JTR) 380/220 Volt hingga ke KWh meter pelanggan. Pendistribusian daya listrik dilakukan dengan menarik kawat-kawat distribusi melalui penghantar udara.

Pada sistem distribusi tenaga listrik masih sering terdapat gangguan sehingga diperlukan peralatan proteksi agar berfungsi untuk mengamankan sistem jaringan dari gangguan tersebut. Sistem di Unit Layanan Pelanggan khususnya di Rantepao sering terjadi gangguan dan terdapat beberapa penyebab terjadinya gangguan, seperti pohon, bambu yang tumbang, serta tersangkutnya layang-layang, Gangguan yang sering terjadi adalah gangguan hubung singkat dan gangguan beban lebih (*over load*). Sehingga dibutuhkan *Fuse Cut Out* (FCO) sebagai salah satu alat proteksi untuk melindungi jaringan distribusi dari kerusakan. Jaringan distribusi

merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang paling dekat dengan pelanggan atau konsumen.

Sebaik apapun saluran distribusi terpasang selalu memerlukan alat proteksi diantaranya FCO yang berfungsi untuk mengamankan jaringan [1]. Tujuan pengamanan sistem tenaga listrik ialah terjaminnya penyaluran tenaga listrik, artinya bila terjadi gangguan (misalnya gangguan pada sistem distribusi yang sering terjadi) kalau mungkin tidak menimbulkan pemutusan daya, ataupun bila terpaksa, pemutusan tersebut diusahakan sesingkat mungkin. Pada Pemutus Tenaga (PMT) di Gardu Hubung (GH) khususnya penyulang Tondon untuk bulan Januari – Agustus 2020 telah terjadi 13 kali trip. Adapun penyebab utama terjadinya trip disebabkan oleh pohon dengan presentase 67%.

Oleh karena itu, dalam hal ini akan membahas mengenai FCO sebagai proteksi pada penyulang Tondon. Penelitian ini berisi tentang analisis besar arus hubung singkat yang bisa terjadi yang dirasakan oleh FCO penyulang Tondon yang nantinya akan menentukan rating FCO sebenarnya yang harus dipasang pada penyulang Tondon agar memperkecil daerah padam bila terjadi gangguan. Karena pemilihan FCO yang tepat pada sistem proteksi jaringan tegangan menengah akan meningkatkan keandalan dan kontinuitas pelayanan tenaga listrik.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Sistem Jaringan Distribusi

Sistem distribusi adalah bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi tersebut berfungsi untuk menyalurkan atau mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk sebagai pusat beban ke pelanggan-pelanggan secara langsung [2]. Klasifikasi jaringan distribusi primer menurut strukturnya : [3]

1. Jaringan radial
2. Jaringan distribusi jaring-jaring
3. Jaringan lingkaran (Loop)
4. Jaringan spindler

B. Fuse Cut Out (FCO)

FCO merupakan peralatan proteksi yang bekerja apabila terjadi gangguan arus lebih. Alat ini akan memutuskan rangkaian listrik yang satu dengan yang lain apabila dilewati arus yang melewati kapasitas kerjanya.

Prinsip kerjanya adalah ketika terjadi gangguan arus maka *fuse* pada *cut out* akan putus, seperti yang ada pada SPLN 64 tabung ini akan lepas dari pegangan atas, dan menggantung di udara, sehingga tidak ada arus yang mengalir ke sistem [4]. Hubungan antara arus dengan waktu meleburnya elemen FCO disebut karakteristik arus waktu. Meleburnya elemen FCO disebabkan oleh arus yang mengalir pada elemen *fuse* tersebut. Kecepatan meleburnya elemen FCO tergantung pada besarnya arus yang mengalir pada elemen itu [5].

FCO digunakan sebagai pengamanan jaringan dari gangguan hubung singkat antar fasa dan hubung singkat antara fasa ke tanah. Pada sistem jaringan distribusi FCO dipasang untuk mengamankan komponen atau peralatan listrik lainnya seperti, transformator distribusi, kapasitor jaringan tegangan menengah, pengatur tegangan menengah dan titik percabangan jaringan tegangan menengah.



Gambar 1. Fuse Cut Out

C. Gangguan Arus Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat adalah suatu kondisi pada sistem tenaga dimana penghantar yang berarus terhubung dengan penghantar lain atau dengan tanah. Gangguan hubung singkat dapat terjadi akibat adanya isolasi yang tembus atau rusak karena tidak tahan

terhadap tegangan lebih, baik yang berasal dari dalam maupun yang berasal dari luar (akibat sambaran petir). Gangguan hubung singkat adalah gangguan yang terjadi karena adanya kesalahan antara bagian-bagian yang bertegangan [6]

Gangguan hubung singkat dapat dibedakan atas:

1. Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah
2. Gangguan hubung singkat 2 fasa
3. Gangguan hubung singkat 3 fasa

D. Persamaan yang digunakan dalam Analisa

1. Perhitungan impedansi sumber [7]

$$X_s = \frac{kV^2}{MVA_{sc}} \quad (1)$$

Di mana :

X_s = Impedansi sumber (Ω)
 kV^2 = Tegangan sisi primer trafo tegangan (kV)
 MVA_{sc} = Daya pada transformator (*short circuit*)

2. Perhitungan reaktansi transformator [7]

$$X_{T\ 100\%} = \frac{kV^2}{MVA} \quad (2)$$

Dimana:

X_{T1} = Impedansi trafo urutan positif (Ω)
 X_{T2} = Impedansi trafo urutan negatif (Ω)
 kV = Tegangan operasi (kV)
 MVA = Kapasitas daya trafo (MVA)
 $\%$ = Presentase impedansi tercantum

- a. Reaktansi trafo urutan positif dan negatif ($X_{T1} = X_{T2}$)

$$X_{T1} = 12,41\% \times X_{T\ 100\%} \quad (3)$$

Dimana:

X_{T1} = Impedansi trafo urutan positif (Ω)
 X_{T2} = Impedansi trafo urutan negatif (Ω)

- b. Reaktansi trafo urutan nol (X_{T0})

$$X_{T0} = 3 \times X_T \quad (4)$$

Dimana:

X_{T0} = Impedansi trafo urutan nol (Ω)
 $\%$ = Presentase impedansi tercantum

3. Perhitungan impedansi penyulang [7]

- a. Urutan positif dan negatif

$$Z_{Penyulang} = (R + jXL) l \quad (5)$$

Dimana:

R = Resistansi kawat saluran (Ω)
 jXL = Reaktansi kawat saluran (Ω)
 l = Panjang saluran (km)

- b. Urutan nol

$$Z_{Penyulang} = (R + jXL) l \quad (6)$$

Dimana:

R = Resistansi kawat saluran (Ω)

jXL = Reaktansi kawat saluran (Ω)

l = Panjang saluran (km)

c. Ekvivalen urutan positif dan negative

$$Z_{1eq} = X_{S2} + X_{T1} + Z_{1Penyulang} \quad (7)$$

Di mana :

X_s = Impedansi sumber (Ω)

X_{T1} = Impedansi trafo urutan positif (Ω)

d. Ekvivalen urutan nol

$$Z_{0eq} = X_{T0} + 3 R_N + Z_{0Penyulang} \quad (8)$$

Dimana:

X_{T0} = Impedansi trafo urutan nol (Ω)

R_N = Nilai pentanahan tahanan (Ω)

4. Perhitungan arus gangguan hubunng singkat [7]

a. Arus gangguan 1 fasa ke tanah

$$I_{sc} = \frac{3V_{L-N}}{Z_{1eq} + Z_{2eq} + Z_{0eq}} \quad (9)$$

Di mana :

V_{L-N} = Tegangan fasa-netral (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif rangkaian (Ω)

Z_2 = Impedansi urutan negative rangkaian (Ω)

Z_0 = Impedansi urutan nol rangkaian (Ω)

b. Arus gangguan 2 fasa

$$I_{sc} = \frac{V_{L-L}}{Z_{1eq} + Z_{2eq}} \quad (10)$$

Di mana :

V_{L-L} = Tegangan fasa-fasa (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif rangkaian (Ω)

Z_2 = Impedansi urutan negative rangkaian (Ω)

c. Arus gangguan 3 fasa

$$I_{sc} = \frac{V_{L-N}}{Z_{1eq}} \quad (11)$$

Di mana :

V_{L-N} = Tegangan fasa-netral (V)

Z_1 = Impedansi urutan positif rangkaian (Ω)

5. Perhitunngan *rating fuse link* [8]

$$I_n = \frac{S}{V \times \sqrt{3}} \quad (12)$$

Di mana :

I_n = Arus pengenal pada sisi primer atau sekunder (A)

S = Daya pengenal Trafo (kVA)

V = Tegangan pengenal pada sisi primer atau sekunder (V)

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, sebagai berikut:

A. Melakukan metode studi literatur dimaksudkan untuk mempelajari referensi melalui buku, jurnal, halaman web, dan juga catatan atau

dokumen yang berkaitan dengan laporan tugas akhir ini. Pencarian informasi ini dilakukan untuk memperoleh dasar teori mengenai proteksi *Fuse Cut Out* dan beberapa hal yang berkaitan dengan masalah yang akan dianalisa.

B. Melakukan observasi yaitu metode dimana peneliti mengumpulkan data-data *real* serta melakukan pengamatan secara langsung terhadap peralatan yang ada pada Penyulang Tondon PT. PLN (Persero) ULP Rantepao.

C. Mengadakan wawancara dengan Staff Teknik, Supervisor Teknik dan Mitra Kerja Unit Layanan Pelanggan Rantepao. Penulis bermaksud untuk memahami lebih jauh mengenai pemilihan *fuse link* dan memperjelas data-data yang diperoleh pada saat observasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi data

PT. PLN (Persero) ULP Rantepao merupakan perusahaan pelayanan listrik pada jaringan distribusi kepada pelanggan. Jaringan tersebut terdiri dari beberapa penyulang yang saling terhubung. Salah satu penyulang di PT. PLN (Persero) ULP Rantepao adalah penyulang Tondon yang terhubung dengan GI Makale yaitu pada Trafo I Makale dengan daya sebesar 20 MVA dan nilai reaktansi trafo 12,41%. Panjang total penyulang Tondon yaitu 49,72 km yang di mulai dari GH Rantepao sampai ke gardu distribusi GD. 680.KZ di daerah Kaleakan. (Unit Teknik PLN ULP Rantepao). Pada penyulang Tondon terdapat 59 trafo distribusi sebagai beban dengan tegangan kerja 150/20 kV.

B. Kondisi Gangguan pada Penyulang Tondon

Terdapat beberapa wilayah yang mengalami gangguan pada titik FCO yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

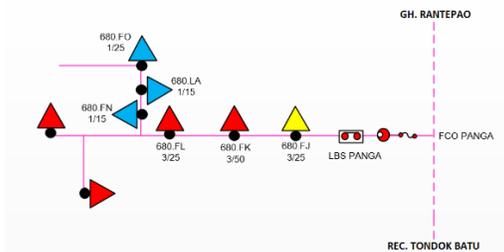
1. Gangguan FCO Panga

FCO Panga sering mengalami kegagalan kerja. Penyebab kegagalan kerja pada FCO Panga adalah seringnya putus pada FCO tersebut akibat gangguan hubung singkat antar fasa dan hubung singkat antara fasa ke tanah. Titik gangguan ini terjadi pada wilayah Panga dengan panjang penghantar 4,45 km dari penyulang.

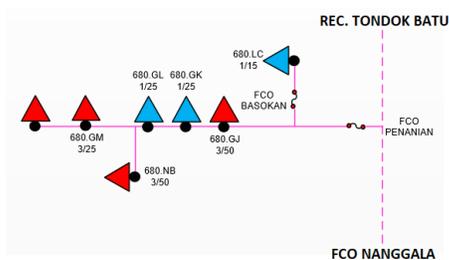
2. Gangguan FCO Penanian-Basokan

FCO Penanian dan FCO Basokan sering mengalami kegagalan kerja khususnya koordinasi antar FCO tidak bekerja dengan semestinya, sehingga menyebabkan daerah pemadaman semakin luas. Penyebab kegagalan kerja adalah seringnya putus pada FCO tersebut akibat gangguan hubung singkat antar fasa dan hubung singkat antara fasa ke tanah. Titik gangguan ini terjadi pada wilayah

Penanian-Basokan dengan panjang penghantar 13,7 km dari penyulang.



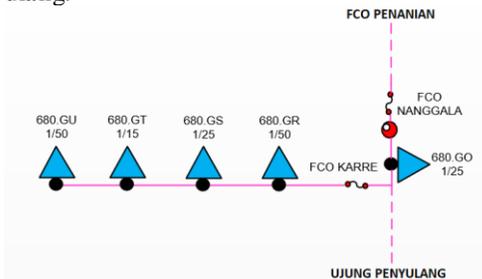
Gambar 2. Wilayah kerja FCO Panga



Gambar 3. Wilayah kerja FCO Penanian-Basokan

3. Gangguan FCO Nanggala-Karre

FCO Nanggala dan FCO Karre sering mengalami kegagalan kerja khususnya koordinasi antar FCO tidak bekerja dengan semestinya, sehingga menyebabkan daerah pemadaman semakin luas. Penyebab kegagalan kerja adalah seringnya putus pada FCO tersebut akibat gangguan hubung singkat antar fasa dan hubung singkat antara fasa ke tanah. Titik gangguan ini terjadi pada wilayah Nanggala-Karre dengan panjang penghantar 16,05 km dari penyulang.



Gambar 4. Wilayah kerja FCO Nanggala-Karre

C. Pembahasan

1. Perhitungan impedansi sumber

Data hubung singkat pada sisi primer 150 kV di gardu induk Makale adalah sebesar 1083 MVA, dari persamaan maka impedansi sumber (X_s) adalah :

$$X_s = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_s = \frac{150^2}{1083} = 20,77 \Omega \text{ (sisi primer)}$$

Untuk menghitung impedansi sumber disisi sekunder yaitu disisi 20 kV maka :

$$X_{S(sisi\ 20\ kV)} = \frac{kV(\text{tegangan sisi sekunder trafo})^2}{kV(\text{tegangan sisi primer trafo})^2} \times X_s \text{ (sisi primer)}$$

$$X_{S(sisi\ 20\ kV)} = \frac{20^2}{150^2} \times 20,77 \Omega = 0,37 \Omega \text{ (sisi sekunder)}$$

2. Perhitungan reaktansi transformator

Data reaktansi trafo tenaga di gardu induk Makale adalah sebesar 12,41%, maka untuk mengetahui besarnya nilai reaktansi urutan positif, negative, dan reaktansi urutan nol perlu diketahui besar nilai 100% yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$X_T\ 100\% = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_T\ 100\% = \frac{20^2}{20} = 20 \Omega$$

a. Reaktansi trafo urutan positif dan negatif ($X_{T1} = X_{T2}$)

Setelah nilai reaktansi trafo 100% diketahui kemudian mencari nilai reaktansi trafo urutan positif dan negatif, dapat dilihat sebagai berikut.

$$X_T = 12,41\% \times X_T\ 100\%$$

$$X_T = 12,41\% \times 20 \Omega = 2,482 \Omega$$

$$X_T = X_{T1} = j2,482 \Omega$$

b. Reaktansi trafo urutan nol (X_{T0})

Untuk mencari nilai reaktansi trafo urutan nol adalah sebagai berikut.

$$X_{T0} = 3 \times X_T$$

$$X_{T0} = 3 \times 2,482 \Omega = 7,446 \Omega$$

$$X_{T0} = j7,446 \Omega$$

3. Perhitungan arus hubung singkat

Berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan khususnya untuk menghitung nilai arus gangguan hubung singkat, maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat

| % Panjang Penyulang | Arus Hubung Singkat (A) | | |
|---|-------------------------|----------|---------|
| | 3 Fasa | 2 Fasa | 1 Fasa |
| Gangguan 1 $l = 4,45\ km$ (8,95%) | 2358,456 | 2044,571 | 268,547 |
| Gangguan 2 $l = 13,7\ km$ (27,55%) | 1155,740 | 1000,900 | 249,803 |
| Gangguan 3 $l = 16,05\ km$ (37,50%) | 1012,362 | 876,693 | 225,650 |

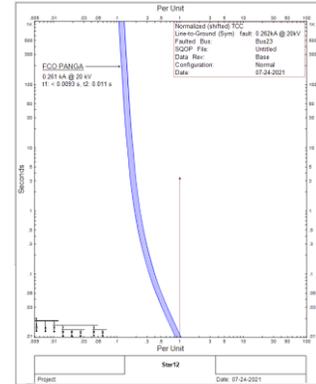
4. Perhitungan nilai rating fuse link

Berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan khususnya untuk menghitung nilai rating fuse link

maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai Rating Fuse Link

| Nama fco | Nilai Rating FCO | |
|--------------|------------------|-----------------|
| | Terpasang (A) | Perhitungan (A) |
| FCO Panga | 8 | 12 |
| FCO Basokan | 4 | 2 |
| FCO Penanian | 2 | 8 |
| FCO Nanggala | 6 | 20 |
| FCO Karre | 10 | 6 |

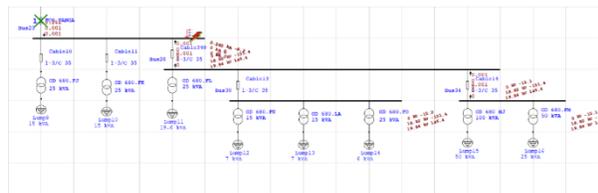


Gambar 5. Kurva Kerja FCO Panga

Setelah mendapatkan hasil perhitungan arus gangguan hubung singkat dan perhitungan nilai rating FCO, maka dapat dilakukan simulasi ETAP 12.6.0 untuk melihat cara kerja dari FCO tersebut. Karena gangguan terjadi di beberapa titik FCO, maka hasil simulasinya dapat dijabarkan sebagai berikut.

a. Gangguan pada wilayah FCO Panga

Berdasarkan data lapangan yang diperoleh nilai rating FCO yang terpasang pada FCO Panga adalah sebesar 8 A. Sedangkan dari hasil perhitungan didapatkan nilai sebesar 12 A. Titik gangguan tersebut terjadi karena rating FCO yang terpasang tidak sesuai. Untuk itu nilai rating FCO yang terpasang harus sesuai dan tepat yaitu dengan nilai sebesar 12 A agar FCO dapat berkerja dengan semestinya dan memperkecil daerah pemadaman. Untuk melihat cara kerja FCO ini dapat dilakukan simulasi *Protective Device Coordination* dengan menggunakan ETAP 12.6.0 yang dapat dilihat pada Gambar 4.

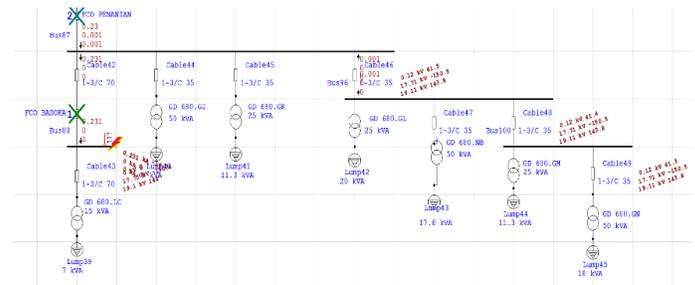


Gambar 4. Proteksi Gangguan pada Wilayah Kerja FCO Panga

Berdasarkan hasil simulasi *Protective Device Coordination* yang di dapatkan pada gambar 4 gangguan terletak pada bus 23. Maka dapat di analisis bahwa ketika terdapat arus gangguan sebesar 2,35 kA untuk 3 fasa, 2,04 kA untuk 2 fasa dan 268,547 A untuk 1 fasa ke tanah yang berada dibawah FCO Panga, maka *fuse link* sebesar 12 A yang berada pada FCO Panga akan putus pada waktu tertentu. Berikut kurva FCO yang melebur pada saat terjadi gangguan yang ditunjukkan pada Gambar 5.

b. Gangguan pada wilayah FCO Penanian dan FCO Basokan

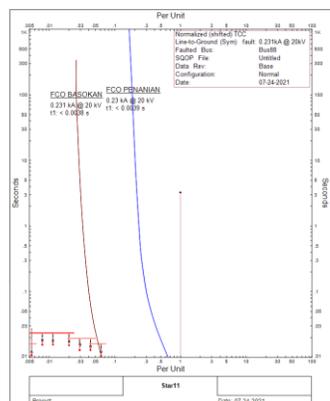
Berdasarkan data lapangan yang diperoleh nilai *rating* FCO yang terpasang pada FCO Penanian adalah sebesar 2 A dan FCO Basokan sebesar 4 A. Sedangkan dari hasil perhitungan FCO Penanian di dapatkan nilai sebesar 8 A dan FCO Basokan 2 A. Titik gangguan tersebut terjadi karena *rating* FCO Penanian dan FCO Basokan yang terpasang tidak sesuai. Untuk itu nilai *rating* FCO Penanian dan FCO Basokan yang terpasang harus sesuai dan tepat ya itu dengan nilai sebesar 8 A dan 2 A. Untuk melihat cara kerja FCO ini dapat dilakukan simulasi *Protective Device Coordination* dengan menggunakan ETAP 12.6.0 yang dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Proteksi Gangguan pada Wilayah Kerja FCO Penanian-Basokan

Berdasarkan hasil simulasi *Protective Device Coordination* yang di dapatkan pada gambar 6 gangguan terletak pada bus 88. Maka dapat di analisis bahwa ketika terdapat arus gangguan sebesar 1,15 kA untuk 3 fasa, 1 kA untuk 2 fasa dan 249,803 A untuk 1 fasa ke tanah, FCO yang bekerja terlebih dahulu adalah FCO Basokan dengan nilai *rating fuse link* sebesar 2 A akan putus karena titik gangguan berada pada wilayah kerja FCO Basokan.

Kurva FCO yang melebur pada saat terjadi gangguan ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 7. Kurva Kerja FCO Penanian-Basokan

V. KESIMPULAN

- A. Gangguan hubung singkat yang sering terjadi pada penyulang Tondon dititik FCO yaitu antara lain berada pada sisi percabangan FCO Panga dengan nilai sebesar 2,35 kA untuk 3 fasa, 2,04 kA untuk 2 fasa dan 268,547 A untuk 1 fasa ke tanah, sisi Percabangan FCO Basokan dan FCO Penanian dengan nilai sebesar 1,15 kA untuk 3 fasa, 1 kA untuk 2 fasa dan 249,803 A dan pada sisi percabangan FCO Karre dan FCO Nanggala dengan nilai sebesar 1,01 kA untuk 3 fasa, 876,693 kA untuk 2 fasa dan 225,650 A untuk 1 fasa ke tanah.
- B. Untuk mengoptimalkan kinerja FCO pada jaringan distribusi khususnya pada penyulang Tondon maka diperlukan pemasangan FCO dengan nilai rating fuse link yang tepat yaitu antara lain pada FCO Panga sebesar 12 A, FCO Basokan sebesar 2 A, FCO Penanian sebesar 8 A, FCO Karre sebesar 6 A dan FCO Nanggala sebesar 20 A agar FCO tersebut mampu bekerja dengan baik dan meminimalisir daerah pemadaman jika terjadi gangguan. 876,693 kA untuk 2 fasa dan 225,650 A untuk 1 fasa ke tanah.

VI. REFERENSI

- [1] Bahri, Maslim. (2018). *Analisa Penempatan Recloser dan Fuse Cut Out terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik di Jaringan Distribusi di PT. PLN (Persero) Rayon Rimo*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. 2018
- [2] Pabla, A. S. (1986). *Electric Power Distribution Systems (Sistem Distribusi Daya Listrik)*. (A. Hadi, Penerj.) Jakarta: Erlangga.
- [3] Suhadi dkk. (2008). *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- [4] SPLN64:1985. (1985). *Petunjuk Pemilihan dan Penggunaan Pelebur pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*. Jakarta: Departemen Pertambangan dan Energi Perusahaan Listrik Negara.
- [5] Yusmartato, Nasution, R., & Armansyah. (2019). *Pemilihan Fuse Cut Out untuk Pengaman Transformator Distribusi 400 KVA*. Journal of Electrical Technology, Vol. 4, No. 2.
- [6] Suswanto, Daman. (2009). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik Edisi Pertama*. Padang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- [7] Andi Alfian, Faqih. (2020). *Analisis Fuse Cut Out sebagai Proteksi pada Sistem Jaringan Distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Tulung Menggunakan Program ETAP*. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- [8] Ibnu Khair, Muhammad. (2020). *Analisis Koordinasi FCO (Fuse Cut Out) terhadap Recloser di Penyulang Asabri pada PT. PLN (Persero) ULP Panakukang*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.