

ANALISIS *FUSE CUT OUT* SEBAGAI PROTEKSI PENYULANG JERUK DARI ARUS HUBUNG SINGKAT PADA JARINGAN DISTRIBUSI DI PT PLN (PERSERO) ULP SENTANI

Sefthianos Paliling¹, Afner S Sinaga², Rosalina N Revassy³

^{1,2,3} Fakultas Teknik/Universitas Cenderawasih/Indonesia
Email: palilingtian5@gmail.com

Info Artikel

Histori Artikel:
Diterima 10 04, 2025
Direvisi 25 04, 2025
Disetujui 06 05, 2025

ABSTRACT

The power distribution network is susceptible to short-circuit current disturbances, which can cause equipment damage and power outages in orange trays. Fuse Cut Out (FCO) is a commonly used protection device to protect the network from such interference. The purpose of this study is to analyze the effectiveness of fuse cut out as a protection system for orange feeders from short-circuit currents in the distribution network by excel calculation method and ETAP 19.0.1 software simulation. Based on the results of the analysis with these two methods, it is obtained that the results of short-circuit currents from ETAP and Excel have a difference that is not much different. With the largest percentage difference of 2.23% from the simulation results and the smallest 0.058% from the simulation results. This shows that both methods produce fairly accurate short-circuit current values. To optimize the performance of FCO in the distribution network, especially in orange trays, it is necessary to install FCOs with the right fuse cut out rating value and in accordance with the needs of orange trays so that the FCO is able to work properly and can secure the transformer and can minimize blackout areas in the event of disturbances.

Keywords: fuse cut out, short circuit, orange tray

ABSTRAK

Jaringan distribusi listrik rentan terhadap gangguan arus hubung singkat, yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan dan pemadaman listrik khususnya pada penyulang jeruk. Fuse Cut Out (FCO) adalah perangkat proteksi yang umum digunakan untuk melindungi jaringan dari gangguan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas fuse cut out sebagai sistem proteksi penyulang jeruk dari arus hubung singkat pada jaringan distribusi dengan metode perhitungan excel dan simulasi software ETAP 19.0.1. Berdasarkan dari hasil analisis dengan kedua metode tersebut maka, didapat hasil arus hubung singkat dari ETAP dan Excel memiliki selisih yang tidak jauh beda. Dengan persentase selisih terbesar yaitu 2,23% dari hasil simulasi dan yang terkecil 0,058% dari hasil simulasi. Hal ini menunjukkan bahwa kedua metode menghasilkan nilai arus hubung singkat yang cukup akurat. Untuk mengoptimalkan kinerja FCO pada jaringan distribusi khususnya pada penyulang Jeruk, maka diperlukan pemasangan FCO dengan nilai rating fuse cut out yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan pada penyulang jeruk Agar FCO tersebut mampu bekerja dengan baik dan dapat mengamankan transformator serta dapat meminimalisir daerah pemadaman jika terjadi gangguan.

Kata Kunci: fuse cut out, arus hubung singkat, penyulang jeruk

Penulis Korespondensi:

Sefthianos Paliling,

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik,

Universitas Cenderawasih,

Email: palilingtian5@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Jaringan distribusi listrik merupakan bagian terpenting dalam penyaluran energi listrik dari sumber pembangkit ke konsumen. Dalam sebuah sistem jaringan distribusi itu terdapat beberapa penyulang, dan peralatan peralatan listrik lainnya seperti transformator yang berperan penting dalam mengubah besaran listrik pada suatu rangkaian serta dapat menurunkan tegangan tinggi ke tegangan rendah guna agar tegangan yang dipakai sesuai dengan *rating* peralatan listrik lainnya, dalam sebuah sistem jaringan distribusi juga sering terjadi gangguan dan memiliki potensial untuk mengganggu keandalan dalam penyediaan energi listrik. baik itu gangguan yang terjadi secara eksternal maupun internal yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan dan pemadaman listrik yang luas serta dapat mempengaruhi kualitas daya dalam sistem penyaluran ke konsumen sehingga dibutuhkan sebuah peralatan proteksi atau pengaman guna dapat melindungi jaringan distribusi dari gangguan tersebut salah satunya yaitu dengan memasang peralatan pengaman yang efisien dan handal seperti *fuse cut out* (FCO).

Fuse Cut Out sendiri merupakan peralatan pengaman sekaligus sebagai peralatan proteksi yang berfungsi untuk melindungi arus lebih bahkan arus gangguan hubung singkat, dan *fuse cut out* ini perannya sangat vital sehingga kinerjanya harus optimal guna melindungi peralatan yang terhubung dalam sistem jaringan distribusi maupun pada transformator yang bekerja dengan cara otomatis akan memutuskan arus listrik ketika terjadi arus yang lebih besar dari nilai yang telah ditentukan hal ini dilakukan dengan meleburnya elemen *fuse link* di dalam *Fuse Cut Out* (FCO).

Penyulang Jeruk merupakan salah satu penyulang pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV yang terhubung langsung dengan gardu induk sentani. Dalam penyulang ini mungkin saja pernah mengalami gangguan arus hubung singkat sehingga diperlukan analisis yang mendalam untuk mengetahui kinerja *Fuse Cut Out* dalam melindungi

penyulang tersebut.

Analisis *Fuse Cut Out* sebagai proteksi penyulang Jeruk dari arus hubung singkat pada jaringan distribusi menjadi penting untuk beberapa alasan antara lain dapat meminimalisir dampak gangguan, meningkatkan keandalan jaringan, mencegah kerusakan peralatan, dan efisiensi biaya.

Berdasarkan uraian diatas dapat ditetapkan tujuan penelitian sebagai berikut : 1) Mengetahui berapa besar nilai arus hubung singkat pada sisi *outgoing* transformator distribusi di penyulang Jeruk; 2) Mengetahui berapa besar penggunaan kapasitas *rating fuse link* yang digunakan pada *Fuse Cut Out* (FCO) untuk pengaman penyulang jeruk dari arus hubung singkat.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Jaringan Distribusi Tenaga Listrik

Sebuah sistem distribusi merupakan salah satu bagian terpenting dalam sebuah sistem tenaga listrik. Sistem distribusi berguna untuk menyalurkan tegangan listrik dari sumber pembangkit hingga ke konsumen. Listrik yang dihasilkan oleh sebuah pembangkit listrik berkisar antara 11 kV hingga 24 kV yang kemudian masuk ke gardu induk dan dinaikkan tegangannya menggunakan transformator step – up sehingga tegangan keluaran dari trafo tersebut menjadi 70 kV, 154 kV, 220 kV, dan 500 kV barulah masuk ke saluran transmisi (Liliana, 2017).

Sebuah sistem ditribusi akan dimulai dari gardu induk (GI) yang di mana tegangan tinggi akan di turunkan menjadi tegangan menengah 20 kV yang biasa disebut tegangan distribusi primer. Tegangan tersebut akan mengalir melalui penyulang berupa saluran udara atau saluran kabel bawah tanah pada penyulang terdapat juga gardu distribusi yang bertujuan untuk menurunkan tegangan distribusi primer menjadi tegangan distribusi sekunder atau tegangan rendah (TR) sebesar 220/380 V.

2.2 Teori Arus Hubung Singkat

Hubung singkat adalah gangguan yang terjadi

pada sistem kelistrikan dimana terdapat dua penghantar yang memiliki beda tegangan terhubung dengan kondisi hambatan listrik yang rendah sehingga timbul arus listrik yang besar. Hubung singkat merupakan suatu hubungan abnormal pada impedansi yang relatif rendah terjadi secara kebetulan atau disengaja antara dua titik yang mempunyai dua potensial yang berbeda.

Untuk mengatasi gangguan tersebut perlu dilakukan analisis hubung singkat sehingga sistem proteksi yang tepat pada sistem tenaga listrik dapat ditentukan (Daris, 2021).

2.3 Perhitungan Impedansi

Dalam menghitung impedansi terdapat tiga jenis impedansi

- Menghitung impedansi urutan positif (Z_1)
- Menghitung impedansi urutan negatif (Z_2)
- Menghitung impedansi urutan nol (Z_0)

Untuk menghitung nilai impedansi yang terdapat pada penghantar jaringan. Terlebih dahulu menghitung impedansi ohm perkilometer sesuai jenis penghantar yang dipakai pada jaringan tersebut. Dan nilai impedansi ini didapat dari data yang ada dilapangan, untuk menghitung impedansi pada jaringan ohm perkilometer dikalikan dengan jarak pengahantar.

2.4 Perhitungan Arus Hubung Singkat

Dalam sistem jaringan distribusi, terdapat juga gangguan arus hubung singkat, penyebab arus hubung singkat bermacam - macam. Bisa karena kerusakan peralatan atau karena cuaca yang buruk. Hubung singkat ada tiga macam jenis, yaitu hubung singkat satu fasa ke tanah, hubung singkat dua fasa ke tanah dan hubung singkat tiga fasa;

- Menghitung arus hubung singkat tiga fasa
Rumus;

$$I_3 \text{ fasa} = \frac{V_{L-N}}{Z_{1eq}} \quad (2.10)$$

- Menghitung arus hubung singkat fasa ke fasa
Rumus;

$$I_2 \text{ fasa} = I_3 \text{ fasa} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \quad (2.11)$$

- Menghitung arus hubung singkat satu fasa
Rumus;

$$I_1 \text{ fasa} = \frac{3 \times V_{L-N}}{2 \times (Z_{1eq} + Z_{0eq})} \quad (2.12)$$

2.5 Perhitungan Rating Fuse Cut Out

Fuse merupakan peralatan pemutus dengan

cara meleburkan, *fuse* harus disesuaikan dengan ukuran arusnya, bila arus melebihi nilai maksimum suatu *fuse* maka akan memutuskan dalam waktu tertentu. *Fuse cut out* (FCO) selain digunakan sebagai pengaman pada jaringan listrik, digunakan juga untuk pengaman transformator (Arya et al., 2020)



Gambar 1. Fuse Cut Out

Pemilihan rating arus *Fuse Cut Out* (FCO) sebagai pengaman berdasarkan kemampuan antar arus terus menerus dari pelebur jenis letupan tipe T (lambat), dan K (cepat), dan tipe H (surja petir) sebagai berikut (Paembonan 2021)

- Menghitung arus beban pada transformator distribusi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I_n = \frac{kVA}{V \times \sqrt{3}} \quad (2.17)$$

- Menghitung *rating Fuse Cut Out*, sebagai pengaman transformator distribusi 20 kV/220V dihitung dengan mengantisipasi arus beban pada transformator distribusi:

$$I_{fuse} = (K \times I_{nTrafo}) \quad (2.18)$$

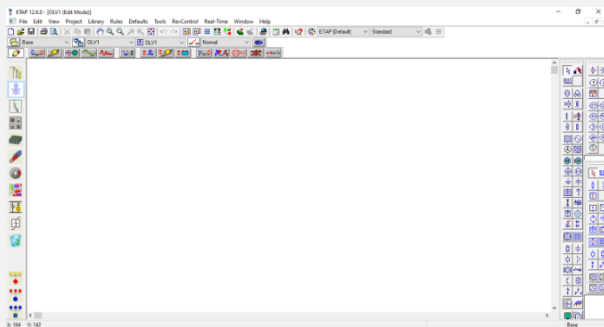
- Menghitung *rating Fuse Cut Out* sebagai pengaman jaringan distribusi dihitung dengan mengantisipasi arus beban dari seluruh trafo yang terpasang sesudah pelebur terpasang:

$$I_{fuse} = (K \times I_{nTrafo}) \quad (2.19)$$

2.6 ETAP 19.0.1

ETAP *Electrical Transient Analysis Program* adalah sebuah *software* perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi untuk menganalisis sistem tenaga listrik, dalam hal ini. ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) digunakan untuk mengelolah data secara *real time* dan melakukan analisa gangguan arus hubung singkat terhadap sistem kelistrikan untuk menentukan besarnya arus yang dapat mengalir saat terjadi gangguan listrik, dan membandingkan nilai perhitungan tersebut dengan hasil simulasi sehingga dapat

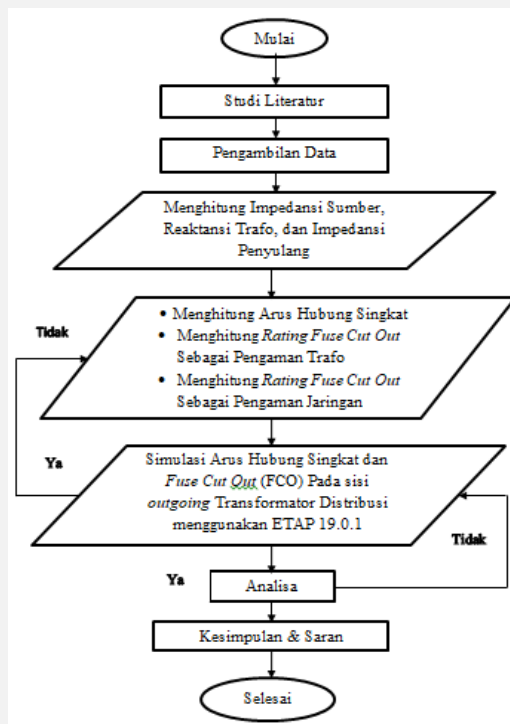
menentukan kapasitas rating peralatan proteksi *fuse cut out* yang terpasang .



Gambar 2. Tampilan Software ETAP 19.0.1

3. METODE PENELITIAN

Adapun proses berlangsungnya pelaksanaan penelitian ini yang akan dijelaskan dalam bentuk diagram alir (flowchart penelitian) pada gambar berikut: Flowchart penelitian analisis fuse cut out sebagai proteksi penyulang jeruk dari arus hubung singkat pada jaringan distribusi di PT. PLN (Persero) ULP Sentani dengan menggunakan metode perhitungan excel dan simulasi software ETAP 19.0.1 sebagai berikut:



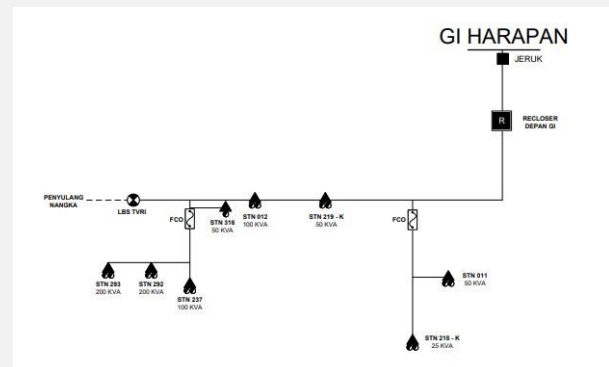
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Lapangan

Jaringan distribusi terdiri dari beberapa penyulang yang saling terhubung. Salah satunya penyulang di PT. PLN (Persero) ULP Sentani

adalah penyulang Jeruk yang terhubung langsung dengan GI Harapan Sentani yaitu dengan daya sebesar 500 MVA dan nilai impedansi transformator sebesar 12,54% dengan panjang total saluran penyulang jeruk yaitu 12,17 kms dengan mensuplai 8 unit gardu dan 8 buah transformator distribusi sebagai beban yang berfungsi untuk mensuplai dan mendistribusikan energi listrik dari sumber ke lokasi industri maupun ke rumah, dengan tegangan kerja 70/20 kV dan menggunakan jenis penghantar AAACS 150 mm² sehingga penyulang jeruk membutuhkan sebuah peralatan proteksi yang efisien dan handal.



Gambar 4. Single Line Penyulang Jeruk

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

Perhitungan Impedansi Sumber

Data hubung singkat di bus sisi primer 70/20 kV di Gardu Induk Sentani adalah sebesar 500 MVA, dari persamaan (2.1) maka impedansi sumber (X_s) adalah:

$$X_{s1} = kV^2 / MVA_{sc}$$

$$X_{s1} = [(70)]^2 / (500)$$

$$X_{s1} = 9.8 \Omega \text{ (Sisi Primer 70 kV)}$$

Untuk perhitungan nilai impedansi pada sumber disisi 20 kV, kita konversikan dari 70 kV menjadi 20 kV dengan menggunakan persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$X_{s2} = (kV^2 \text{ (Sisi Sekunder)}) / (kV^2 \text{ (Sisi Primer)}) \times X_{s1} \text{ (Sisi Primer)}$$

$$X_{s2} = 20^2 / (70^2) \times 9,8 \Omega = 0,8 \Omega \text{ (Sisi Sekunder 20 kV)}$$

Perhitungan Reaktansi Trafo

Besarnya reaktansi trafo tenaga di Gardu Induk Sentani adalah 12,54% agar dapat mengetahui besarnya nilai reaktansi urutan positif, negatif, dan reaktansi urutan nol dalam satuan ohm, maka terlebih dahulu menghitung besar nilai

ohm dalam 100% nya dalam persamaan (2.3) sebagai berikut;

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

$$X_t 100 \% = \frac{(20)^2}{30}$$

$$X_t 100\% = 13.333 \text{ (Ohm)}$$

a. Menghitung Reaktansi Trafo urutan positif dan negatif dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

($X_{t1} = X_{t2}$), dengan Z 12,54% maka;

$$X_{t1} = X_{t2} = 12.54\% \times X_t$$

$$X_{t1} = X_{t2} = 12.54\% \times 13.333 \text{ Ohm} = 1.672 \text{ Ohm}$$

b. Menghitung Reaktansi Trafo urutan nol (X_{t0})

Data transformator tenaga mempunyai hubungan YNyn0 yang tidak memiliki belitan delta didalamnya, sehingga besarnya nilai X_{t0} bernilai 10 maka:

$$X_{t0} = 10 \times (X_{t1}=X_{t2})$$

$$X_{t0} = 10 \times 1.672 = j16,72 \text{ Ohm}$$

Perhitungan Impedansi Saluran Urutan Positif dan Negatif

Penyulang jeruk menggunakan tipe penghantar AAACS 150 mm² dengan panjang jarak saluran pada FCO 1 (1,56 kms) dan FCO 2 (3,969 kms) dan untuk menghitung impedansi saluran sesuai dengan jarak tersebut menggunakan persamaan sebagai berikut:

FCO 1 jarak saluran (1,56 kms) :

$$Z_1 = Z_2 = (0,2162 + j 0,3305) \Omega/\text{km} \times 1,56$$

$$= 0,3373 + j0,5156 \Omega.$$

FCO 2 jarak saluran (3,969 kms):

$$Z_1 = Z_2 = (0,2162 + j 0,3305) \Omega/\text{km} \times 3,969$$

$$= 0,8581 + j1,3118 \Omega.$$

Tabel 1. Hasil Perhitungan Impedansi Urutan positif & Negatif

Jarak (kms)	Impedansi Saluran Urutan Positif ($Z_1 = Z_2$) Hasil
1,56	0,3373 + j0,5156 Ω
3,969	0,8581 + j1,3118 Ω .

Tabel 2. Hasil Perhitungan Impedansi Urutan Nol

Jarak (kms)	Impedansi Saluran Urutan Positif (Z_0) Hasil
1,56	0,5664 + j2,5241 Ω
3,969	1,4411 + j 6,4218 Ω .

Tabel 3 Hasil Perhitungan Impedansi Ekuivalen Urutan Positif & Nol

Jarak (kms)	Nilai Impedansi Ekuivalen (Z_{eq})	
	Impedansi Positif (Z_{1eq})	Impedansi Nol (Z_{0eq})

1,56	3,007 Ω	122,093 Ω
3,969	3,880 Ω	123,626 Ω

Perhitungan Arus Hubung Singkat Pada FCO 1 dan FCO 2

Berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan khususnya untuk menghitung nilai arus gangguan hubung singkat maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Arus Hubung Singkat Arus Hubung Singkat (A)

FCO	Jarak (kms)	3 Phasa	Phasa ke phasa	1 phasa
FCO 1	1,56	3840,61	3326,06	90,14
FCO 2	3,969	2976,16	2257,43	87,89

Perhitungan Rating Fuse Cut Out

Berdasarkan persamaan yang telah dijelaskan khususnya untuk menghitung nilai rating fuse link pada fuse cut out maka hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Rating Fuse Cut out Sebagai Pengaman Jaringan

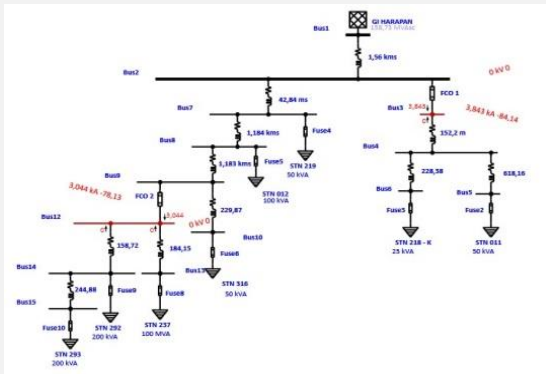
FCO	Rating FCO (A)	Arus Beban Max (A)
FCO 1	10 A	6,50 A
FCO 2	25 A	15,88 A

Tabel 6. Hasil Perhitungan Rating Fuse Cut out Sebagai Pengaman Trafo

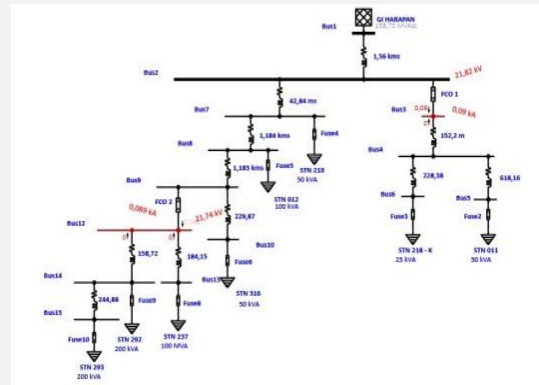
Nama Gardu	Daya Tarfo (kVA)	Arus Sisi 20 kV (A)	Rating FCO (A)
STN 011	50	1,44	2
STN 012	100	2,89	4
STN 218	25	0,72	2
STN 219	50	1,44	2
STN 237	100	2,89	4
STN 292	200	5,77	6
STN 293	200	5,77	6
STN 316	50	1,44	2

Hasil Simulasi Arus Hubung Singkat Menggunakan ETAP 19.0.1

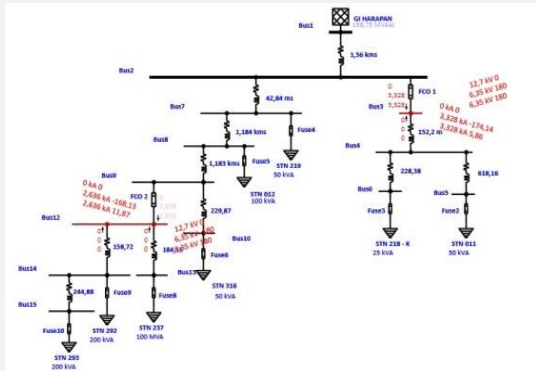
Setelah dilakukan penginputan data sistem dari penyulang jeruk baik luas penampang, panjang jaringan dan gardu beserta titik pembebanannya dengan hasil *single line* dan arus hubung Singkat pada 3 phasa, phasa - phasa, dan 1 phasa dapat dilihat pada gambar di bawah sebagai berikut:



Gambar 5. Arus Hubung Singkat 3 Fasa



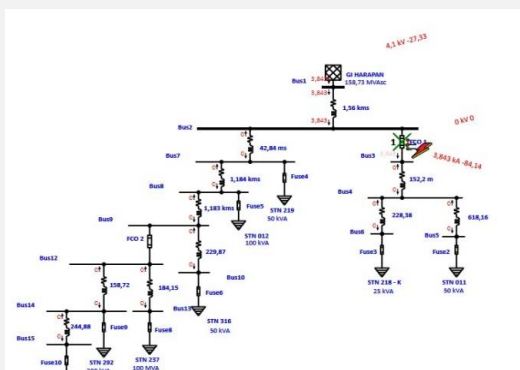
Gambar 7. Arus Hubung Singkat 1 Fasa



Gambar 6. Arus Hubung Singkat 2 Fasa

Tabel 7 Perbandingan Hasil Simulasi & Perhitungan Arus Hubung Singkat
Arus Hubung Singkat (A)

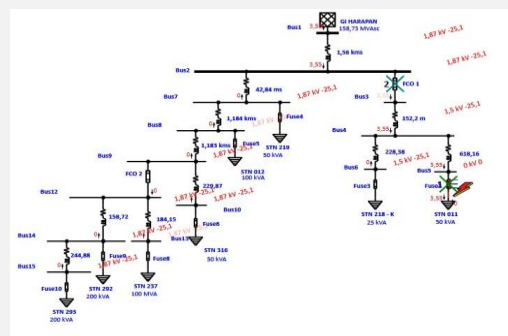
Metode	Bus FCO 1			Bus FCO 2		
	3 Fasa	2 Fasa	1 Fasa	3 Fasa	2 Fasa	1 Fasa
Perhitungan	3,840.61	3,326.06	90,14	2,976.16	2,577.43	87,89
Simulasi	3,843.00	3,328.00	90,00	3,044.00	2,636.00	89,00
Selisih	-2,39	-1,94	0,14	-67,84	-58,57	-1,11
% selisih	0,062%	0,058 %	0,15%	2,23%	2,22%	1,24%



Gambar 8. Proteksi Gangguan Pada wilayah Kerja FCO 1

Berdasarkan Hasil Simulasi *protective device coordination* pada gambar 4 diatas gangguan terletak pada bus 3. sehingga dapat di analisis bahwa ketika terjadi gangguan arus hubung singkat sebesar 3,843 kA untuk 3 fasa, 3,328 kA untuk Phasa ke phasa dan, 90,00 kA untuk 1 Phasa, maka yang berada di wilayah kerja FCO 1 dengan *rating fuse* sebesar 10 Ampere akan

melebur dan bekerja sebagai pengaman jaringan dalam waktu tertentu jika *rating* yang di gunakan sudah sesuai dengan kebutuhan pada sistem tersebut.



Gambar 9. Proteksi Gangguan Pada wilayah Kerja FCO STN 011

Berdasarkan hasil simulasi *protective device coordination* yang dilihat pada gambar 4.9 gangguan terletak pada bus 5 sebesar 3,55 kA untuk arus hubung singkat 3 fasa

sehingga *fuse* yang melebur adalah *fuse* 2 A pada Gardu STN 011. Karena titik gangguan berada pada wilayah kerja *fuse* 2 STN 011 kemudian akan di *back up* dengan FCO 1 yang berfungsi sebagai pengaman cadangan jika terjadi gagal lebur pada *fuse* gardu STN 011.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil perhitungan *excel* dan simulasi ETAP, maka didapat arus hubung singkat yang terjadi pada penyulang Jeruk dititik FCO 1 dengan jarak 1,56 kms antara lain 3840, 61 A untuk tiga fasa, 3326,06 A untuk fasa ke fasa dan 90,14 A untuk satu fasa. Sedangkan berdasarkan simulasi antara lain 3,843 kA untuk tiga fasa, 3,328 kA untuk fasa ke fasa dan 90,00 kA untuk satu fasa. Dan pada sisi FCO 2 dengan jarak 3,969 kms dengan nilai arus hubung singkat sebesar 2976,16 A untuk tiga fasa, 2577,43 A untuk fasa ke fasa, dan 87,89 A untuk satu fasa. Sedangkan berdasarkan simulasi antara lain 3,044 kA untuk tiga fasa, 3,636 kA untuk fasa ke fasa dan 89,00 kA untuk satu fasa, dapat dilihat bahwa hasil arus hubung singkat dari ETAP dan *Excel* memiliki selisih yang tidak jauh beda. Hal ini menunjukkan bahwa kedua metode menghasilkan perkiraan arus hubung singkat yang cukup akurat.

Untuk mengoptimalkan kinerja FCO pada jaringan distribusi khususnya pada penyulang Jeruk, maka diperlukan pemasangan FCO dengan nilai *rating fuse cut out* yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan pada penyulang jeruk Agar FCO tersebut mampu bekerja dengan baik dan dapat mengamankan transformator serta dapat meminimalisir daerah pemadaman jika terjadi gangguan. Antara lain untuk FCO 1 *rating fuse* sebesar 10 A dengan arus beban maximum 6,50 A dan untuk FCO 2 *rating fuse* sebesar 25 A dengan arus beban maximum 15,88 A.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Angelina. (2018). *Analisis Setting Recloser dan Penentuan Rating Fuse Cut Out Berdasarkan Zona Gangguan Pada Jaringan 20 kV GI Sidera Feeder Palopo PT PLN (Persero). Berbasis ETAP 16.0.0*
- [2] Arya, K., Manuhuttu, R. L., Jamlay, M., Elektro, J. T., & Ambon, P. N. (2020). *Analisa perbandingan pemakaian Fuse Cut Out (FCO) dan tidak memakai Fuse Cut Out (FCO) pada penyulang percabangan Rijali terhadap Energy Not Served (ENS)*. 1(1).
- [3] Bahri (2018), *Analisis Penempatan Recloser dan Fuse Cut out Terhadap Keandalan Sistem Tenaga Listrik Jaringan Distribusi Di PT. PLN (Persero)Rayon Rimo Medan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*
- [4] Daris (2021) *Analisis Gangguan Hubung Singkat Pada Saluran Udara 20 kV Penyulang Naioni PT. PLN (Persero) ULP Kupang Untuk Menentukan Kapasitas Pemutusan Fuse Cut Out Menggunakan ETAP 12.6"* *Jurnal Media Elektro/Vol.IX/No.2 p - ISSN 2252 - 6692/ E - ISSN 2715 - 4963*.
- [5] Hams Imanuel, D., Ambabunga, Y., & Lumembang, M. M. (2022). *Journal Dynamic sainT.* 7(2). <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v5x.x.xxxx>
- [6] Januar Paembonan, E., Rizal Sultan, A., Elektro, T., & Negeri Ujung Pandang, P. (2021). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2021 Makassar*.
- [7] Liliana (2017). *Studi Kelayakan Pengaman Input - Output trafo Distribusi Fuse Cut Out (FCO) dan NH Fuse di Area Payakumbuh Vol 2 No. 4, 2021 ISSN: 2716 - 4713 (p) ISSN: 2721 - 4893 (e)*.
- [8] Rizki Pratama, P. (2019), Nasution, R., Program Studi Teknik Elektro, A., Teknik UISU, F., & Program Studi Teknik Elektro, *ANALISIS PENGAMAN TRANSFORMATOR DISTRIBUSI 400 KVA DENGAN FUSE CUT OUT*. *jurnal Teknik elektro* (Vol. 15, Issue 1)
- [9] Yusmartato, R., & Nasution, A. (2019). *Pemilihan Fuse Cut Out Untuk Pengaman Transformator Distribusi 400 KVA*. In *Journal of Electrical Technology* (Vol. 4, Issue 2).
- [10] Spln. (1985). *Spln 64 : 1985 Petunjuk Pemilihan Dan Penggunaan Pelebur Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah*. Departemen Pertambangan Dan Energi Perusahaan Umum Listrik Negara, No.172/Dir, 64. [Http://Www.PLN-Litbang.Co.Id/Perpustakaan](http://Www.PLN-Litbang.Co.Id/Perpustakaan)