

# Analisis Gangguan Hubung Singkat Pada Sistem Kelistrikan PT HARVEST Gorontalo Indonesia Menggunakan Software ETAP 19.0.1

Rifaldi Polapa<sup>1</sup>, Muammar Zainuddin<sup>2</sup>, Steven Humena<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Prodi Teknik Elektro

Universitas Ichsan Gorontalo

Gorontalo, Indonesia

Email : rifaldi.polapa1903@gmail.com<sup>1</sup>, Muammarz.unisan@gmail.com<sup>2</sup>,  
stevenumena@gmail.com<sup>3</sup>

## Abstrak

PT Harvest Gorontalo Indonesia merupakan perusahaan farmasi yang telah terstandarisasi internasional. Perusahaan ini memiliki kegiatan utama yaitu pengolahan jamu herbal yang terjaga mutu dan kualitasnya. Untuk memenuhi target produksi, suplay daya digunakan sebesar 866 kVA yang terhubung pada beberapa busbar penunjang. Dalam pendistribusian tenaga listrik tentu tidak terlepas dari berbagai macam gangguan, diantaranya adalah gangguan hubung singkat simetris dan asimetris. Tujuan dari Penelitian ini adalah menghitung nilai kontribusi arus hubung singkat pada bus beban dan memastikan kinerja proteksi sistem bekerja dengan baik. Penelitian ini dimulai dengan menghitung manual kemudian dibandingkan dengan software Etap 19.0 yang memiliki selisih perhitungan sebesar 0,969. Perhitungan arus hubung singkat dilakukan pada bus yang mewakili setiap jaringan yaitu bus 3 LVMDP terdekat dengan sumber, bus 4 HVAC berada antara sumber dan beban serta bus 4 AHU terdekat dengan beban. Dari hasil perhitungan arus hubung singkat L-L-L lebih tinggi dari seluruh jenis gangguan yang ada. Terutama gangguan pada bus 3 LVMDP yang terdekat dengan sumber yaitu sebesar 28,844 kA. Selain itu, besar arus hubung singkat yang dirasakan pada bus beban AHU berturut-turut adalah 4,220 kA untuk L-L-L, 3,861 kA untuk L-L-G, 3,666 kA untuk L-L, dan 2,341 kA untuk L-G. Berdasarkan hasil simulasi Etap secara umum sistem proteksi yang terpasang saat ini masih menunjukkan koordinasi yang baik. Hal ini ditunjukkan pada kenerja CB HVAC dan CB INDUK R PRODUKSI mampu memutus pada rage 60-120 ms sebelum CB LVMDP bekerja.

**Kata Kunci:** arus gangguan hubung singkat, simetris, asimetris, sistem proteksi

## Abstract

*PT Harvest Gorontalo Indonesia is an internationally standardized pharmaceutical company. The main activity of this company is the processing of herbal medicine with quality maintenance. To meet production targets, a power supply of 866 kVA is used which is connected to several supporting busbars. In the distribution of electric power, it is certainly inseparable from various kinds of faults, including symmetric and asymmetric short circuit faults. The purpose of this research is to calculate the contribution value of the short circuit current at the load bus and ensure that the system protection performance works properly. This research is begun by calculating manually and then compared with the ETAP 19.0 software with a calculation difference of 0.969. Short circuit current calculations are performed on the bus that represents each network, namely the 3 LVMDP buses closest to the source, the 4 HVAC buses between the source and the load, and the 4 AHU buses closest to the load. Based on the calculation results the short circuit current L-L-L is higher than all types of existing faults. Especially the fault on the 3 LVMDP bus which is closest to the source, namely 28.844 kA. In addition, the magnitude of the short circuit current on the AHU load bus is 4,220 kA for L-L-L, 3,861 kA for L-L-G, 3,666 kA for L-L, and 2,341 kA for L-G. Based on the ETAP simulation results, in general, the currently installed protection system still shows good coordination. It is shown in the performance of CB HVAC and CB Main Production capable of breaking at a Rage of 60-120ms before CB LVMDP works.*

**Keywords:** short circuit fault current, symmetrical, asymmetrical, protection system

## I. PENDAHULUAN

Gangguan yang dapat menghentikan penyaluran tenaga listrik ke konsumen sering terjadi selama pengoperasian sistem tenaga listrik. Yang dimaksud dengan "gangguan" adalah hambatan pada sistem yang sedang beroperasi atau situasi sistem distribusi tenaga listrik yang berbeda dari kondisi pada umumnya. Menurut standar ANSI/IEEE 100-1992, interferensi digambarkan sebagai keadaan fisik yang disebabkan oleh komponen, perangkat, atau elemen yang gagal berfungsi sebagaimana mestinya. Hampir biasanya, masalah melibatkan impedansi langsung atau tidak langsung. (Destiani, 2015).

Berdasarkan uraian diatas bahwa sistem kelistrikan pada PT HGI belum memiliki akurasi proteksi yang baik. Sehingga perlu dilakukan analisa kembali terutama pada proteksi gangguan hubung singkat. Dengan adanya analisis ini dapat mencegah terjadinya gangguan hubung singkat dan dapat menekan biaya pembelian peralatan-peralatan kelistrikan.

Tujuan penelitian ini adalah Menghitung nilai kontribusi arus hubung singkat pada sistem kelistrikan PT HGI akibat tingginya penggunaan beban motor listrik. mengevaluasi kemampuan sistem proteksi berdasarkan nilai kontribusi arus hubung singkat.

## II. METODE PENELITIAN

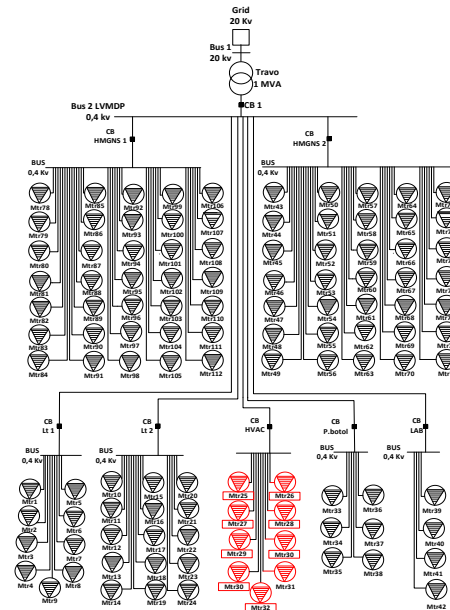
Konsep penelitian yang akan dilaksanakan ini bertujuan untuk bisa menghitung arus hubung singkat, agar dapat menentukan kapasitas pemutus sirkuit (*circuit Breaker*) yang akan digunakan. Dalam melaksanakan kegiatan penelitian, metode pengambilan data diambil sesuai kenyataan yang ada di lapangan.

### 1. Objek penelitian / alat dan bahan

- a. Laptop
- b. *Software* ETAP 19.0.1

### 2. Data Sistem Kelistrikan PT Harvest Gorontalo Indonesia

- a. Single Line Diagram



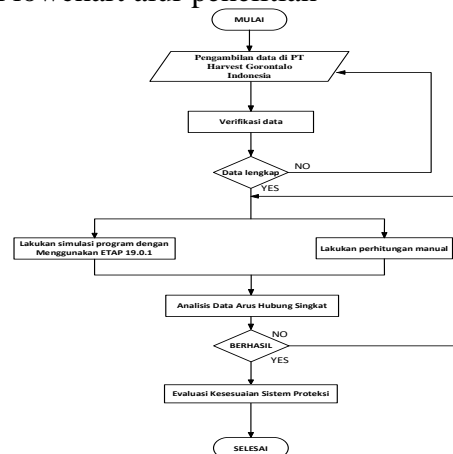
Gambar 1 Sistem kelistrikan PT HGI

- b. Transformator
- c. Generator
- d. Pengaturan *Circuit Breaker*
- e. Beban motor
- f. Tahapan alur penelitian
  - 1) Tinjauan pustaka/Study Literatur
  - 2) Mengumpulkan data berupa
    - a) Single Line Diagram
    - b) Data Rating Transformator
    - c) Data Spesifikasi Generator
    - d) Data Rating *Circuit Breaker*
    - e) Data beban-beban motor yang terpasang

### g. ETAP 19.0.1

Program ETAP 19.0.1 ini merupakan engineering tool untuk melakukan analisis jaringan tenaga listrik, transmisi, dan distribusi.

### h. Flowchart alur penelitian



Gambar 2 flowchart alur penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan manual gangguan hubung singkat

#### 1. Gangguan hubung singkat

##### a. Tiga Fasa (L-L-L)

$$I_a = \frac{E_a}{Z_1}$$

Dimana nilai :

$$E_a = \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{0,4}{\sqrt{3}} = 0,23 \angle 0^\circ \text{ kV}$$

Lokasi gangguan bus 3 LVMDP :

$$Z_1 = 0,00795 \angle 152,2^\circ = -0,0070 + j0,0037$$

Sehingga :

$$I_a = \frac{E_a}{Z_1} = \frac{0,23 \angle 0^\circ}{-0,0070 + j0,0037} = \frac{0,23 \angle 0^\circ}{0,00795 \angle 152,2^\circ} = 28,930 \angle -152,2^\circ \text{ kA}$$

Lokasi gangguan bus 4 HVAC :

$$Z_1 = 0,00818 \angle 172,1^\circ = -0,0081 + j0,0011$$

Sehingga :

$$I_a = \frac{E_a}{Z_1} = \frac{0,23 \angle 0^\circ}{-0,0081 + j0,0011} = \frac{0,23}{0,00818 \angle 172,1^\circ} = 28,117 \angle -172,1^\circ \text{ kA}$$

Lokasi gangguan bus 9 AHU :

$$Z_1 = 0,0459 \angle 160,3^\circ = -0,0432 + j0,0155$$

Sehingga :

$$I_a = \frac{E_a}{Z_1} = \frac{0,23 \angle 0^\circ}{-0,0432 + j0,0155} = \frac{0,23 \angle 0^\circ}{0,0459 \angle 160,3^\circ} = 5,011 \angle -160,3^\circ \text{ kA}$$

##### b. Line-Line Grond (L-L-G)

Pada perhitungan ini menggunakan persamaan :

$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + \frac{Z_0 Z_2}{Z_0 + Z_2}}$$

Dimana nilai :

$$I_a = 0$$

$$E_a = \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{0,4}{\sqrt{3}} = 0,23 \angle 0^\circ \text{ kV}$$

Lokasi gangguan bus 3 LVMDP :

$$Z_1 = 0,00795 \angle 152,2^\circ = -0,0070 + j0,0037$$

$$Z_2 = 0,0016 \angle -36,7202^\circ = -0,0013 + j0,0010$$

$$Z_0 = 0,0146 \angle 19,6756^\circ = 0,01374 + j0,00481$$

Dimana,

$$Z_1 + \frac{Z_0 Z_2}{Z_0 + Z_2} =$$

$$-0,0291 + j0,0754 + ((0,01374 + j0,00481) \times (0,01374 + j0,00481)) / ((0,01374 + j0,00481) + (0,01374 + j0,00481))$$

$$= -0,0084 + j0,0012$$

Sehingga ;

$$I_{a1} = \frac{0,23}{-0,0084 + j0,0012} = \frac{0,23 \angle 0^\circ}{0,0086 \angle 170,1^\circ} = 26,644 \angle -170,1^\circ \text{ kA}$$

Lokasi gangguan bus 4 HVAC :

$$Z_1 = 0,00818 \angle 172,1^\circ = -0,0081 + j0,0011$$

$$Z_2 = 0,0168 \angle 12,9052^\circ = -0,0164 + j0,0037$$

$$Z_0 = 0,0055 \angle -58,5935^\circ = -0,00288 + j0,00475$$

Dimana,

$$Z_1 + \frac{Z_0 Z_2}{Z_0 + Z_2} =$$

$$-0,0081 + j0,0011 + ((-0,00288 + j0,00475) \times (0,0164 + j0,0037)) / ((-0,00288 + j0,00475) + (0,0164 + j0,0037))$$

$$= -0,0084 + j 0,0012$$

Sehingga ;

$$I_{a1} = \frac{0,23}{-0,0084 + j 0,0012}$$

$$= \frac{0,23 \angle 0^\circ}{0,0086 \angle 170,1}$$

$$= 26,744 \angle -170,1^\circ \text{ kA}$$

Lokasi gangguan bus 9 AHU :

$$Z_1 = 0,0459 \angle 160,3$$

$$= 0,0432 + j0,0155$$

$$Z_2 = 0,0802 \angle -25,9958$$

$$= -0,0724 + j0,0344$$

$$Z_0 = 0,1105 \angle -12,7058$$

$$= 0,1075 - j0,0253$$

$$= 0,0432 + j0,0155 + ((0,1075 - j0,0253) \times (-0,0724 + j0,0344)) / ((0,1075 - j0,0253) \times (-0,0724 + j0,0344) + Z_1 + (Z_0 Z_2) / (Z_0 + Z_2)) = -0,0156 + j 0,0325$$

Sehingga ;

$$I_{a1} = \frac{0,23}{-0,0156 + j 0,0325}$$

$$= \frac{0,23 \angle 0^\circ}{0,03699 \angle 130,4}$$

$$= 6,218 \angle -130,4^\circ \text{ kA}$$

c. Line-line (L-L)

Pada perhitungan ini menggunakan persamaan :

$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2}$$

Dimana nilai :

$$I_a = 0 \quad I_b = I_c \quad I_a = 0$$

$$I_{a1} = -I_{a2}$$

$$E_a = \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{0,4}{\sqrt{3}} = 0,23 \angle 0^\circ \text{ kV}$$

Lokasi gangguan bus 3 LVMDP :

$$Z_1 = 0,00795 \angle 152,2 = -0,0070 + j0,0037$$

$$Z_2 = 0,0016 \angle -36,7202$$

$$= -0,0013 + j0,0010$$

$$Z_{tot} = -0,0083 + j0,0047$$

$$= 0,00957 \angle 150,6$$

Sehingga :

$$I_{a1} = \frac{0,23 \angle 0}{0,00957 \angle 150,6}$$

$$= 24,033 \angle -150,6^\circ \text{ kA}$$

Lokasi gangguan bus 4 HVAC :

$$Z_1 = 0,00818 \angle 172,1$$

$$= -0,0081 + j0,0011$$

$$Z_2 = 0,0168 \angle 12,9052$$

$$= -0,0164 + j0,0037$$

$$Z_{tot} = 0,0083 + j 0,0048$$

$$= 0,00962 \angle 150,0$$

Sehingga :

$$I_{a1} = \frac{0,23 \angle 0}{0,00962 \angle 150,0}$$

$$= 23,909 \angle -150,0^\circ \text{ kA}$$

Lokasi gangguan bus 9 AHU :

$$Z_1 = 0,0459 \angle 160,3$$

$$= 0,0432 + j0,0155$$

$$Z_2 = 0,0802 \angle -25,9958$$

$$= -0,0724 + j0,0344$$

$$Z_{tot} = -0,0292 + j0,0499$$

$$= 0,0578 \angle 120,3$$

Sehingga :

$$I_{a1} = \frac{0,23 \angle 0}{0,0578 \angle 120,3}$$

$$= 3,979 \angle -120,3^\circ \text{ kA}$$

d. Line to Grond (L-G)

Pada perhitungan ini menggunakan persamaan :

$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

Dimana nilai :

$$I_a = 3I_{a1} \quad I_b = 0 \quad I_c = 0$$

$$I_{a1} = I_{a2} = I_{a0}$$

$$E_a = \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{0,4}{\sqrt{3}} = 0,23 \angle 0^\circ \text{ kV}$$

Lokasi gangguan bus 3 LVMDP :

$$Z_1 = 0,00795 \angle 152,2 = -0,0070 + j0,0037$$

$$Z_2 = 0,0016 \angle -36,7202 = -0,0013 + j0,0010$$

$$Z_0 = 0,0146 \angle 19,6756 = 0,01374 + j0,00481$$

$$Z_{tot} = Z_1 + Z_2 + Z_0 = 0,00544 + j0,00951 = 0,01094 \angle 60,7$$

Sehingga :

$$I_{a1} = \frac{0,23 \angle 0}{0,01094 \angle 60,7} = 21,023 \angle -60,7^\circ \text{ kA}$$

Lokasi gangguan bus 4 HVAC :

$$Z_1 = 0,00818 \angle 172,1 = -0,0081 + j0,0011$$

$$Z_2 = 0,0168 \angle 12,9052 = -0,0164 + j0,0037$$

$$Z_0 = 0,0055 \angle -58,5935 = -0,00288 + j0,00475$$

$$Z_{tot} = Z_1 + Z_2 + Z_0 = 0,00542 + j0,00955 = 0,01094 \angle 60,4$$

Sehingga :

$$I_{a1} = (0,23 \angle 0) / (0,01094 \angle 60,4) = 21,023 \angle -60,4^\circ \text{ kA}$$

Lokasi gangguan bus 9 AHU :

$$Z_1 = 0,0459 \angle 160,3 = 0,0432 + j0,0155$$

$$Z_2 = 0,0802 \angle -25,9958 = -0,0724 + j0,0344$$

$$Z_0 = 0,1105 \angle -12,7058 = 0,1075 - j0,0253$$

$$Z_{tot} = Z_1 + Z_2 + Z_0 = 0,0783 + 0,0246 = 0,0821 \angle 17,4$$

Sehingga :

$$I_{a1} = \frac{0,23 \angle 0}{0,0821 \angle 17,4} = 2,802 \angle -17,4^\circ \text{ kA}$$

2. Pembahasan Gangguan Hubung Singkat Perhitungan Manual dan Perhitungan ETAP 19.0

Perhitungan manual arus hubung singkat tiga fasa, dua fasa ke tanah, dua fasa, dan satu fasa ke tanah yang dilakukan pada setiap jenis bus. Diantaranya bus LVMDP untuk terdekat dengan sumber, bus AHU 1A terdekat dengan beban, dan bus HVAC terdekat antara sumber dan beban. Setelah dilakukan perhitungan manual kemudian dibandingkan dengan simulasi ETAP Power Station 19.0. Maka terdapat perbedaan selisih hasil perhitungan pada setiap jenis hubung singkat sebesar 0,322 hingga 0,645 pada bus LVMDP. Kemudian pada bus HVAC terdapat selisih nilai perhitungan sebesar 0,046 hingga 0,443. Selanjutnya pada bus AHU terdapat selisih nilai perhitungan sebesar 0,058 hingga 0,969. Tabel 4.16, tabel 4.17 dan tabel 4.18 merupakan tabel yang menampilkan hasil dari dua metode yang dilakukan.

Tabel 4. 17 Perbandingan perhitungan manual dengan ETAP 19.0.1 bus LVMDP

No	Hubung Singkat	Manual (kA)	Simulasi (kA)	Selisih
1	L-L-L	28,930	28,844	0,086
2	L-L-G	26,644	26,966	0,322
3	L-L	24,033	24,610	0,577
4	L-G	21,023	21,668	0,645

Tabel 4. 18 Perbandingan perhitungan manual dengan ETAP 19.0.1 bus HVAC

No	Hubung Singkat	Manual (kA)	Simulasi (kA)	Selisih
1	L-L-L	28,117	28,560	0,443
2	L-L-G	26,744	26,697	0,046
3	L-L	23,909	24,386	0,477
4	L-G	21,023	21,162	0,139

Tabel 4. 19 Perbandingan perhitungan manual dengan ETAP 19.0.1 bus AHU

No	Hubung Singkat	Manual (kA)	Simulasi (kA)	Selisih
1	L-L-L	5,011	5,699	0,688
2	L-L-G	6,218	5,327	0,891
3	L-L	3,979	4,948	0,969
4	L-G	2,802	2,860	0,058

Tabel 1 perbandingan perhitungan manual dengan ETAP 19.0.1

Hasil memperlihatkan nilai arus yang tidak sama, ketidak samaan hasil nilai arus ini diakibatkan beberapa alasan, di antaranya:

1. Input Data yang berbeda yang menyebabkan kesalahan pada input data atau perbedaan dalam penggunaan parameter.
2. Pada program ETAP memiliki banyak model peralatan listrik yang berbeda dengan karakteristik yang berbeda-beda.
3. Perbedaan dalam kondisi operasi antara ETAP dan perhitungan manual dapat memengaruhi hasilnya.
4. Pemodelan matematis dalam ETAP mungkin memiliki ketidaktepatan yang dapat memengaruhi hasilnya. Pastikan bahwa model matematis yang digunakan dalam ETAP sudah valid dan teruji.
5. Kesalahan dalam Pemrograman: Kesalahan dalam pemrograman atau kesalahan dalam skrip ETAP dapat memengaruhi hasilnya.

Untuk meminimalkan perbedaan antara hasil running program ETAP dengan hasil perhitungan manual, pastikan untuk memperhatikan semua faktor yang telah disebutkan di atas dan melakukan verifikasi hasil ETAP dengan perhitungan manual yang valid.

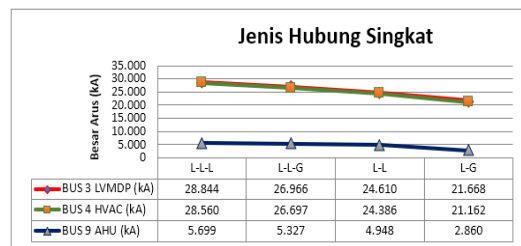
Setelah dilakukan perhitungan arus hubung singkat pada sistem kelistrikan PT HGI. Terdapat empat jenis hubung singkat yang terjadi, dimana hubung singkat tiga fasa (L-L-L) yang memiliki kontribusi arus yang sangat tinggi pada bus 3 LVMDP, yaitu sebesar 28,844 kA dengan besar arus kontribusi ke beban sebesar 1,592 kA. Sebaliknya arus kontribusi

arus yang terkecil terjadi pada saat gangguan hubung singkat antar fasa (L-L) pada bus 3 LVMDP, yaitu sebesar 21,668 kA dengan besar arus kontribusi ke beban sebesar 0,809 kA. Sementara itu, besarnya arus pada setiap bus tergantung pada dekatnya arus gangguan terhadap sumber terpasang. Dalam hal ini transformator yang terpasang pada PT HGI memiliki kapasitas 866 kVA.

Tabel 1 menunjukkan perbandingan jenis hubung singkat terhadap bus gangguan. Rangkaian ekivalen transformator terhubung delta pada sisi primer 20 kV dan terhubung bintang pada sisi sekunder menggunakan Grounding Solid. Pada Busbar 3 LVMDP dengan tegangan keluaran sebesar 0,4 KV yang disalurkan pada setiap busbar beban yang ada.

No	Hubung Singkat	BUS 3 LVMDP (kA)	BUS 4 HVAC (kA)	BUS 9 AHU (kA)
1	L-L-L	28,844	28,560	5,699
2	L-L-G	26,966	26,697	5,327
3	L-L	24,610	24,386	4,948
4	L-G	21,668	21,162	2,860

Tabel 2 Perbandingan jenis arus hubung singkat terhadap bus gangguan

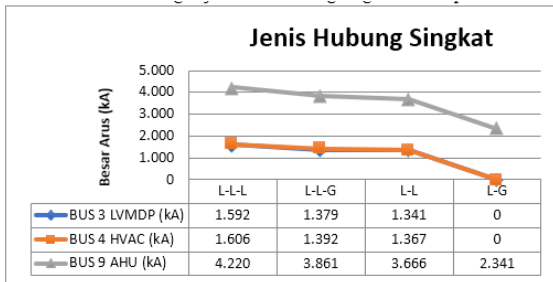


Gambar 3 Perbandingan jenis arus hubung singkat terhadap bus gangguan

Adapun respon besar arus yang berkontribusi pada bus beban atau bus 9 dapat dilihat pada perbandingan setiap jenis hubung singkat. Pada hubung singkat L-L-L arus kontribusi menunjukkan hasil yang terbesar yaitu 4,220 kA. Kemudian disusul berturut-turut hingga arus kontribusi terkecil sebesar L-L-G sebesar 3,861 kA, L-L sebesar 3,666 kA, dan L-G sebesar 2,341 kA. Tabel 4.20 dan grafik 4.2 menunjukkan perbandingan jenis hubung singkat terhadap bus gangguan tersebut.

No	Hubung Singkat	BUS 3 LVMDP (kA)	BUS 4 HVAC (kA)	BUS 9 AHU (kA)
1	L-L-L	1,592	1,606	4,220
2	L-L-G	1,379	1,392	3,861
3	L-L	1,341	1,367	3,666
4	L-G	0,809	0,804	2,341

Tabel 3 Perbandingan jenis arus hubung singkat terhadap bus beban.



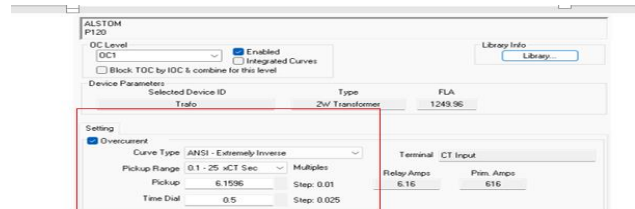
Gambar 4 grafik . Perbandingan jenis arus hubung singkat terhadap bus beban

Pada setiap pengujian hubung singkat menunjukkan semakin dekat titik gangguan dengan beban motor atau bus beban. Maka semakin besar pula kontribusi arus yang terjadi pada bus beban. Namun, sebaliknya semakin jauh titik gangguan terhadap bus beban. Maka semakin mengecil pula kontribusi arus gangguan pada beban.

### 3. Kinerja Sistem Proteksi PT HGI

Pada sistem proteksi kelistrikan PT HGI telah disajikan dalam program ETAP 19.0. dengan memasukkan nilai dan parameter lapangan yang sesuai. Maka, dapat dilihat hasil kinerja sistem proteksi terhadap beban-beban motor yang terpasang pada sistem. Pada kasus ini penulis hanya mengambil sampel pada beban motor terbesar yaitu pada bus 9 AHU. Untuk melihat kinerja sistem proteksi pada beban motor perlu kita mengetahui arus *full load* terlebih dahulu. Besar arus *full load* yang muncul sebesar 513,3 A. Dengan menggunakan dasar arus tersebut kita dapat menentukan overcurrent untuk setting relay pada CB dan OCR selanjutnya. Dengan ketentuan setting  $I_{pickup} = \frac{1,2 \times 513,3}{100} = 6,1596 \text{ A}$  dengan perbandingan 100 : 1 dan setting  $I_{pickup} =$

$\frac{1,2 \times 513,3}{50} = 1,3192 \text{ A}$ . Berikut gambar 4.13 menunjukkan besar arus pickup yang mengalir pada beban motor. Gambar 4 menunjukkan besar setting arus pickup yang terpasang pada relai dan CB.



Gambar 4.14 Setting arus pickup pada relai



Gambar 5 Pengujian sistem proteksi PT HGI pada bus beban motor

Pada gambar 5 diatas dilakukan pengujian gangguan untuk menguji sistem proteksi yang terpasang pada sistem kelistrikan PT HGI. Hasil pengujian menunjukkan koordinasi sistem terpasang sudah berjalan dengan baik. Hal ini dapat lihat pada urutan proteksi yang bekerja.

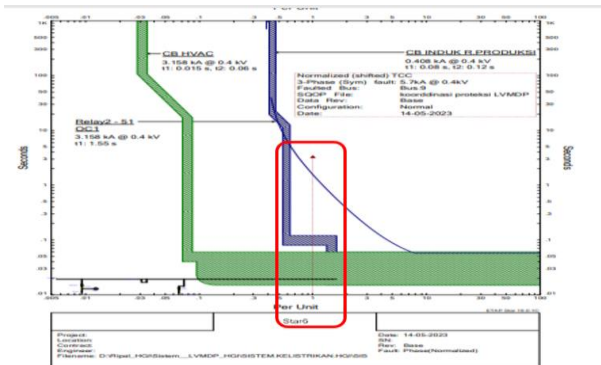
Gangguan dilakukan pada sisi beban yang pernah mengalami kerusakan. Kerusakan berupa terputusnya suplay daya pada AHU akibat kerusakan salah satu motor.

Time (ms)	ID	I (kA)	T1 (ms)	T2 (ms)	Condition
60.0	CB HVAC	3.158	15.0	60.0	Phase
120	CB INDUK R. PRODUKSI	0.408	80.0	120	Phase
913	Relay1	2.58	913		Phase - OCI - 51
996	CB LVMDP		83.0		Tripped by Relay1 Phase - OCI - 51
1555	Relay2	3.158	1555		Phase - OCI - 51
1565	CB HVAC		10.0		Tripped by Relay2 Phase - OCI - 51

Gambar 6 Hasil pengujian untuk koordinasi proteksi PT HGI

Pada saat terjadi gangguan pada bus beban atau bus motor terdapat urutan koordinasi proteksi yang terpasang. Hasil menunjukkan saat terjadi gangguan, secara berturut-turut CB yang bekerja yaitu CB HVAC pada 60 ms, CB Induk R Produksi pada 120 ms, relay 1 pada 913 ms dan terakhir CB LVMDP pada 996 ms. Masing masing CB melakukan respon pada

merespon pada waktu setting sesuai data lapangan yang telah diterapkan. Hasil pengujian koordinasi sistem proteksi PT HGI.



Gambar 7 Koordinasi proteksi PT HGI terpasang saat ini

Pada gambar diatas dapat dilihat koordinasi proteksi bekerja berdasarkan urutan. Saat terjadi gangguan yang ditunjukkan pada garis panah merah. Proteksi yang bekerja lebih dahulu adalah CB HVAC 0,015 secon pada T1 dan 0,06 secon T2. disusul CB Induk Produksi 0,08 secon T1 dan 0,12 secon T2. Selanjutnya CB pada relay utama 1,55 secon T1.

#### REFERENSI

[1] Arka, I. G. P., Mudiana, N., & Abasana, K. (2016). Analisis Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang 20 Kv Dengan Over Current Relay ( OCR ) Dan Ground Fault Relay ( GFR ) Analysis of Short Circuit Current in the 20 Kv Feeder By Using Over Current Relay ( OCR ) and Ground Fault Relay ( GFR ). *Jurnal Logic*, 16(1), 46–52.

[2] Destiani, puspa lita. (2015). *Analisis Gangguan Hubung Singkat Pada Sistem Tenaga Listrik DiB PT. Pertamina Refinery Unit (RU) VI Balongan Menggunakan Software ETAP 7.5.0.*

[3] Imran, A., Ruslan, & Syamsurijal. (2021). Analisis Gangguan Hubung Singkat pada Sistem Distribusi Tenaga Listrik UP3 Makassar Utara dengan Menggunakan Aplikasi Etap 12.6. *Seminar Nasional Hasil Penelitian 2021*, 1369–1377. <https://www.etap.com>

[4] Mambela, R. (2018). Studi Gangguan Hubung Singkat pada Transformator Distribusi 20 KVA Di PT. PLN (Persero) Area Kota Pontianak. *Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 1(1).

[5] Pramadita, I. K. P., Utama, N. P., & Wijaya, I. W. A. (2019). Analisis Gangguan Hubung Singkat Simetris dan Asimetris Untuk Menentukan Kapasitas Pengaman Yang Terpasang Pada Jaringan Distribusi 20 kV Penyulang Mambal. *Jurnal SPEKTRUM*, 6(3), 74–80.

[6] Putra, C. F. (2018). *SEBAGAI ALTERNATIF SUPLAI UNIT BUS BAR PADA.*

[7] Sihombing, C. (2020). *Institut teknologi - pln analisis gangguan hubung singkat pada sistem tenaga listrik di pt. pertamina refinery unit iv cilacap dengan menggunakan software.*

[8] suswanto, daman. (2012). *ANALISIS GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI.*

[9] Syah, F. R. (2021). Analisis Hubung Singkat Pada Sistem Distribusi 20 Kv Pt. Pertamina Ep Asset 4 Syah, F. R. (2021).

[10] Analisis Hubung Singkat Pada Sistem Distribusi 20 Kv Pt. Pertamina Ep Asset 4 Field Cepu Distrik Ledok Menggunakan Etap 12.6.0. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(3), 699–706.