

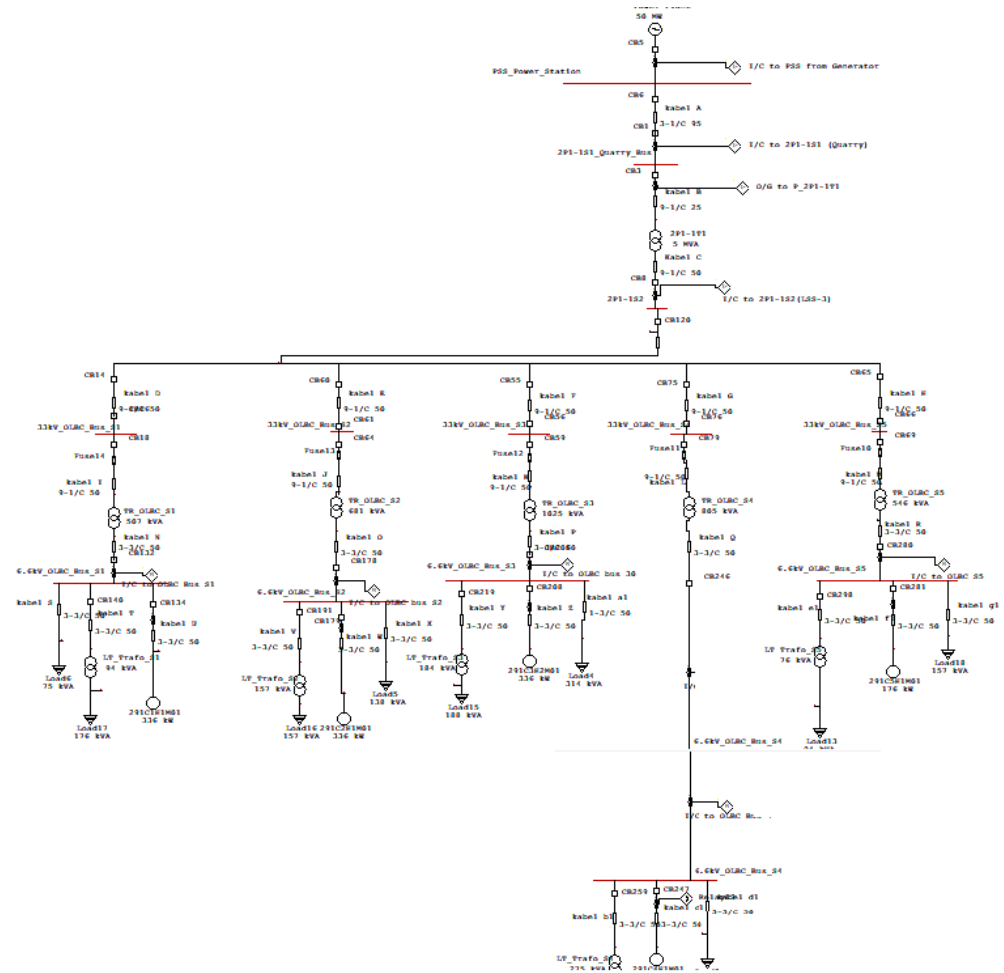
## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Unjuk Kerja Koordinasi Proteksi Relai Arus Lebih Pada Generator di PT. Indocement Tunggal Prakarsa plant 12**

Pada pembahasan kali ini unjuk kerja proteksi relai arus lebih di pembangkit generator, proteksi relai arus lebih di bagian cement mill dibagi menjadi tujuh zona proteksi yang dimana terdiri lagi dari dua puluh satu relai arus lebih yang terpasang. Setiap zona proteksi sendiri terdiri dari proteksi utama dan proteksi cadangan. Pada setiap zona proteksi idealnya proteksi utama dan proteksi cadangan akan bekerja secara terkoordinasi, dimana ketika terjadi gangguan maka proteksi utama akan terlebih dahulu beroperasi dan ketika proteksi utama mengalami kegagalan dalam kerjanya, maka proteksi cadangan yang terpasang sebagai back up terhadap proteksi utama akan bekerja. Pada pembahasan kali ini akan dilakukan analisis terhadap sistem kerja koordinasi proteksi relai arus lebih di cement mill berdasarkan data lapangan.

*Single line* diagram proteksi relai arus lebih pada generator di PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk Plant 12 dibuat menggunakan *software* ETAP 12.6 dengan berdasarkan data-data lapangan dan ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Single Line diagram Proteksi Relai Arus Lebih Di PT. Indocement Tunggal Prakarsa, Tbk Plant 12

#### 4.1.1 Data Setting Relai Arus Lebih

Data setting relai arus lebih yang didapatkan dan terpasang dilapangan sebagai berikut:

1. Feender Type or Location : I/C to PSS From STG Turbine
  - Relay Type* : SPAJ 140C
  - Relay Mode* : ABB
  - Rasio CT : 4000/5
  - Existing settings* : *Pick up* = 0,95 Ampere
    - Time settings* = 0.05 Ampere
    - Characteristic* = *RI*
  - Proposed settings* : *Pick up* = 0,95 Ampere
    - Time settings* = 0.20 Ampere
    - Characteristic* = *Normal Inverse*
  - Setting Instant : *Pick Up* = 4,00 Ampere
    - Time Settings* = 0,65 Detik
  
2. Feender Type or Location : I/C to 2P1-1S1 ( Quarry Fdr S/s)
  - Relay Type* : SPAJ 140C
  - Relay Mode* : ABB
  - Rasio CT : 1000/5
  - Existing settings* : *Pick up* = 1,00 Ampere
    - Time settings* = 0.14
    - Characteristic* = *Normal Inverse*
  - Proposed settings* : *Pick up* = 1,00 Ampere
    - Time settings* = 0.26
    - Characteristic* = *Normal Inverse*
  - Setting Instant : *Pick Up* = 12,60 Ampere
    - Time Settings* = 0,23 Detik



Rasio CT	: 100/5	
<i>Existing settings</i>	: <i>Pick up</i>	= -
	<i>Time settings</i>	= -
	<i>Characteristic</i>	= -
<i>Proposed settings</i>	: <i>Pick up</i>	= 1,45 Ampere
	<i>Time settings</i>	= 0.29 Ampere
	<i>Characteristic</i>	= <i>Standard Inverse</i>
<i>Time</i>		
Setting Instant	: -	
6. Feender Type or Location	: O/G To 291-C5H1-M#1	
<i>Relay Type</i>	: MRI-3E5	
<i>Relay Mode</i>	: P&B	
Rasio CT	: 100/5	
<i>Existing settings</i>	: <i>Pick up</i>	= 0,95 Ampere
	<i>Time settings</i>	= 0.05 Ampere
	<i>Characteristic</i>	= <i>RI</i>
<i>Proposed settings</i>	: <i>Pick up</i>	= 0,95 Ampere
	<i>Time settings</i>	= 0.20 Ampere
	<i>Characteristic</i>	= <i>Normal Inverse</i>
Setting Instant	: -	
7. Feender Type or Location	: I/C OLBC Bus S4	
<i>Relay Type</i>	: SEPAM	
<i>Relay Mode</i>	: <i>Schneider Electric</i>	
Rasio CT	: 100/5	
<i>Existing settings</i>	: <i>Pick up</i>	= -
	<i>Time settings</i>	= -
	<i>Characteristic</i>	= -

<i>Proposed settings</i>	: <i>Pick up</i>	= 2,40 Ampere
	<i>Time settings</i>	= 0.20 Ampere
	<i>Characteristic</i>	= <i>Standard Inverse</i>
<i>Time</i>		
Setting Instant	: -	
8. Feender Type or Location	: O/G To 291-C4H1-M#1	
<i>Relay Type</i>	: MPR-3E5	
<i>Relay Mode</i>	: P&B	
Rasio CT	: 100/5	
<i>Existing settings</i>	: <i>Pick up</i>	= 0,95 Ampere
	<i>Time settings</i>	= 0.05 Ampere
	<i>Characteristic</i>	= <i>RI</i>
<i>Proposed settings</i>	: <i>Pick up</i>	= 0,95 Ampere
	<i>Time settings</i>	= 0.20 Ampere
	<i>Characteristic</i>	= <i>Normal Inverse</i>
Setting Instant	: <i>Pick Up</i>	= 4,00 Ampere
	<i>Time Settings</i>	= 0,65 Detik
9. Feender Type or Location	: I/C To OLBC Bus S3	
<i>Relay Type</i>	: SEPAM	
<i>Relay Mode</i>	: <i>Schneider Electric</i>	
Rasio CT	: 100/5	
<i>Existing settings</i>	: <i>Pick up</i>	= -
	<i>Time settings</i>	= -
	<i>Characteristic</i>	= -
<i>Proposed settings</i>	: <i>Pick up</i>	= 2,40 Ampere
	<i>Time settings</i>	= 0.28 Ampere

	<i>Characteristic</i>	=	<i>Standard Inverse</i>
<i>Time</i>			
Setting Instant	:	-	
10. Feender Type or Location	:	O/G To 291-C3H1-M#1	
<i>Relay Type</i>	:	MPR-3E5	
<i>Relay Mode</i>	:	P&B	
Rasio CT	:	100/5	
<i>Existing settings</i>	:	<i>Pick up</i>	= 0,95 Ampere
		<i>Time settings</i>	= 0.05 Ampere
		<i>Characteristic</i>	= <i>RI</i>
<i>Proposed settings</i>	:	<i>Pick up</i>	= 0,95 Ampere
		<i>Time settings</i>	= 0.20 Ampere
		<i>Characteristic</i>	= <i>Normal Inverse</i>
Setting Instant	:	<i>Pick Up</i>	= 4,00 Ampere
		<i>Time Settings</i>	= 0,65 Detik
11. Feender Type or Location	:	I/C To OLBC Bus S2	
<i>Relay Type</i>	:	SEPAM	
<i>Relay Mode</i>	:	<i>Schneider Electric</i>	
Rasio CT	:	100/5	
<i>Existing settings</i>	:	<i>Pick up</i>	= -
		<i>Time settings</i>	= -
		<i>Characteristic</i>	= -
<i>Proposed settings</i>	:	<i>Pick up</i>	= 1,45 Ampere
		<i>Time settings</i>	= 0.27 Ampere
		<i>Characteristic</i>	= <i>Standard Inverse</i>
<i>Time</i>			
Setting Instant	:	-	

12. Feender Type or Location : O/G To 291-C2H1-M#1
- Relay Type* : MPR-3E5
- Relay Mode* : P&B
- Rasio CT : 100/5
- Existing settings* : *Pick up* = 0,95 Ampere
- Time settings* = 0.05 Ampere
- Characteristic* = *RI*
- Proposed settings* : *Pick up* = 0,95 Ampere
- Time settings* = 0.20 Ampere
- Characteristic* = *Normal Inverse*
- Setting Instant : *Pick Up* = 4,00 Ampere
- Time Settings* = 0,65 Detik
- 
13. Feender Type or Location : I/C To OLBS Bus S1
- Relay Type* : MPR-3E5
- Relay Mode* : P&B
- Rasio CT : 100/5
- Existing settings* : *Pick up* = -
- Time settings* = -
- Characteristic* = -
- Proposed settings* : *Pick up* = 1,45 Ampere
- Time settings* = 0.27 Ampere
- Characteristic* = *Standard Inverse*
- Time*
- Setting Instant : -
- 
14. Feender Type or Location : O/G To 291-C1H1-M#1
- Relay Type* : MPR-3E5
- Relay Mode* : P&B

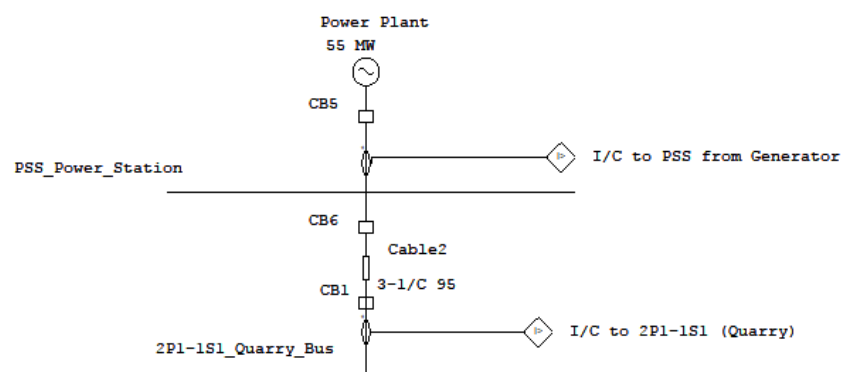


Rasio CT	: 100/5	
<i>Existing settings</i>	: <i>Pick up</i>	= 0,95 Ampere
	<i>Time settings</i>	= 0.05 Ampere
	<i>Characteristic</i>	= <i>RI</i>
<i>Proposed settings</i>	: <i>Pick up</i>	= 0,95 Ampere
	<i>Time settings</i>	= 0.20 Ampere
	<i>Characteristic</i>	= <i>Normal Inverse</i>
Setting Instant	: <i>Pick Up</i>	= 4,00 Ampere
	<i>Time Settings</i>	= 0,65 Detik

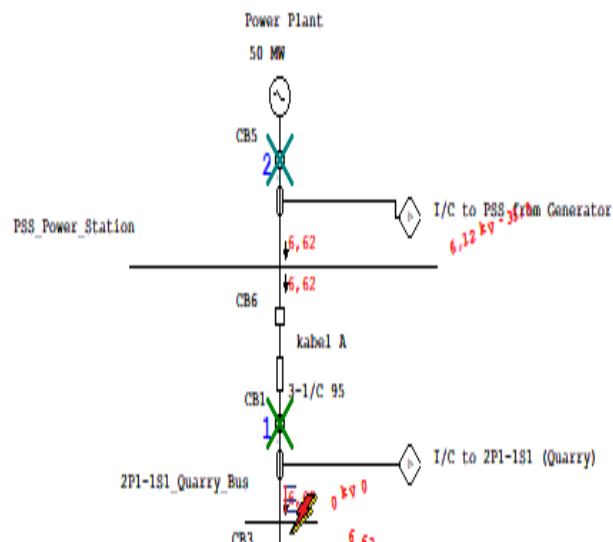
#### 4.1.2 Koordinasi Proteksi Relai Arus Lebih berdasarkan Data Yang Diperoleh Dilapangan

##### 1. Zona Proteksi 1

Pada sistem zona proteksi 1 akan digambarkan pada gambar 4.2. Pada gambar ini terdiri dari berbagai relai yang terpasang di area zona proteksi pertama, yaitu ada relai I/C to PSS from generator, relai I/C to 2P1-1S1 (Quarry), Pada zona proteksi 1 bila terjadi gangguan pada simulasi koordinasi yang pertama gambar 4.3 maka relai I/C to 2P1-1S1 (Quarry) sebagai relai utama yang mengisyaratkan CB1 untuk trip dan relai I/C to PSS From generator sebagai relai cadangan untuk memberi isyarat untuk CB 5 untuk trip.



**Gambar 4.2** Single Line Zona Proteksi 1

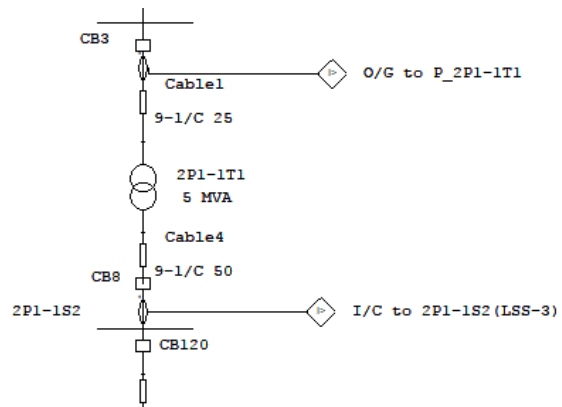


**Gambar 4.3** Simulasi koordinasi Zona proteksi 1

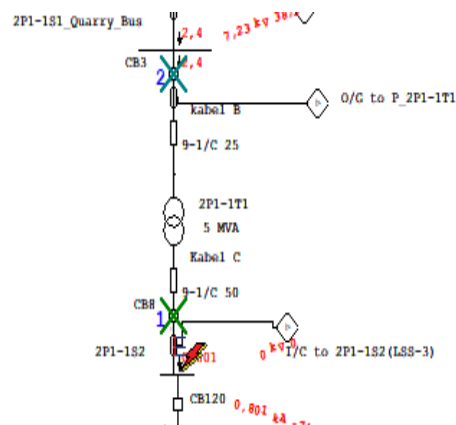
Gambar 4.3 merupakan unjuk kerja dari koordinasi proteksi relai arus lebih di zona proteksi 1. Berdasarkan pada gambar simulasi yang kita lakukan dan analisis pada gambar 4.3 simulasi yang dilakukan ketika terjadi gangguan, koordinasi proteksi relai arus lebih sudah berjalan dengan sangat baik, bisa dilihat ketika sedang terjadi gangguan relai I/C to 2P1-1S1 bekerja terlebih dahulu untuk memberikan isyarat kepada CB 1 untuk trip dan jika relai I/C to 2P1-1S1 mengalami gagal kerja, maka relai I/C to PSS from generator akan bekerja untuk mengisratkan CB 5 untuk melakukan trip.

## 2. Zona Proteksi 2

Pada sistem zona proteksi 1 akan digambarkan pada gambar 4.2. Pada gambar ini terdiri dari berbagai relai yang terpasang di area zona proteksi pertama, yaitu ada relai I/C to P\_2P1-1S2 (LSS 3), relai O/G to P\_2P1-1T1, Pada zona proteksi ini bila terjadi gangguan pada simulasi koordinasi yang pertama gambar 4.4 maka relai I/C to P\_2P1-1S2 (LSS 3), sebagai relai utama yang mengisyaratkan CB1 untuk trip dan relai O/G to P\_2P1-1T1 sebagai relai cadangan untuk memberi isyarat untuk CB 3 untuk trip.



**Gambar 4.4** *Single Line* Zona Proteksi 2

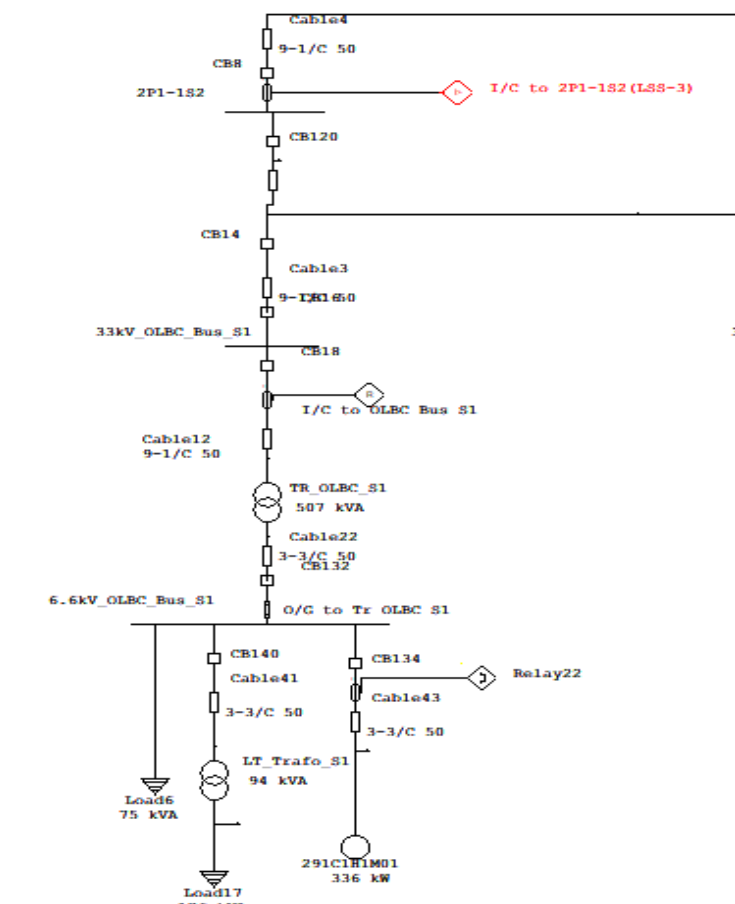


**Gambar 4.5** Simulasi Koordinasi Zona Proteksi 2

Gambar 4.5 merupakan unjuk kerja dari koordinasi proteksi relai arus lebih di zona proteksi 1. Berdasarkan pada gambar simulasi yang kita lakukan dan analisis pada gambar 4.3 simulasi yang dilakukan ketika terjadi gangguan, koordinasi proteksi relai arus lebih sudah berjalan dengan sangat baik, bisa dilihat ketika sedang terjadi gangguan relai I/C to 2P1-1S2( LSS 3) bekerja terlebih dahulu untuk memberikan isyarat kepada CB 8 untuk trip dan jika relai I/C to 2P1-1S2 (LSS3) mengalami gagal kerja, maka relai O/G to p\_2P1-1S1 akan bekerja untuk mengisratkan CB 3 untuk melakukan trip.

### 3. Zona Proteksi 3

Pada sistem zona proteksi 2 akan digambarkan pada gambar 4.5. Pada gambar ini terpasang berbagai macam relai yang ada, diantaranya ada relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3), relai I/C to OLBC Bus S1 dan fuse O/G to Tr OLBC S1. Pada zona proteksi 2 bila terjadi gangguan seperti gambar 4.6 relai I/C to OLBC Bus S1 sebagai relai utama untuk mengisyatkan CB18 untuk trip, sedangkan untuk relai I/C to 2P1-1S2 sebagai relai cadangan yang mengisyatkan CB 8 untuk melakukan trip. Sedangkan pada gambar 4.7 bila terjadi gangguan maka fuse O/G to Tr OLBC S1 sebagai pengaman utama dan relai I/C to OLBC Bus S1 sebagai relai cadangan untuk mengisyatkan CB 18 untuk melakukan trip.



**Gambar 4.5** Single Line Zona Proteksi 2



Gambar 4.6 dan 4.7 merupakan unjuk kerja dari koordinasi proteksi relai arus lebih di zona proteksi 2. Berdasarkan pada gambar simulasi yang dilakukan dan analisis pada gambar 4.6 simulasi yang dilakukan ketika terjadi gangguan, koordinasi proteksi relai arus lebih sudah berjalan dengan kurang baik, bisa dilihat ketika sedang terjadi gangguan pada percobaan 1 di mana ketika di beri gangguan relay yang memutus ialah relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3) dan setelah itu fuse padahal yang menjadi relai utama ialah fuse O/G to TR OLBC S1 dan selanjutnya pada percobaan kedua relai sudah berjalan baik ketika diberi gangguan relai I/C to OLBC Bus S1 langsung memutus ketika ada gangguan maka relai sudah berjalan dengan baik.

#### 4. Zona Proteksi 4

Pada sistem zona proteksi 3 akan digambarkan pada gambar 4.8. Pada gambar ini terdiri dari berbagai relai yang terpasang di area zona proteksi 3, yaitu relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3), relai I/C to OLBC Bus S2, fuse O/G to Tr OLBC S2. Pada zona proteksi 3 saat terjadi gangguan pada simulasi koordinasi yang pertama pada gambar 4.9 maka relai I/C to OLBC Bus S2 sebagai relai utama yang akan mengisyaratkan CB 64 untuk trip dan relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3) sebagai relai cadangan untuk mengisyaratkan CB 8 untuk trip dan pada simulasi 4.10 fuse O/G to Tr OLBC S2 sebagai fuse yang akan memutus/trip bila terjadi gangguan di area tersebut.



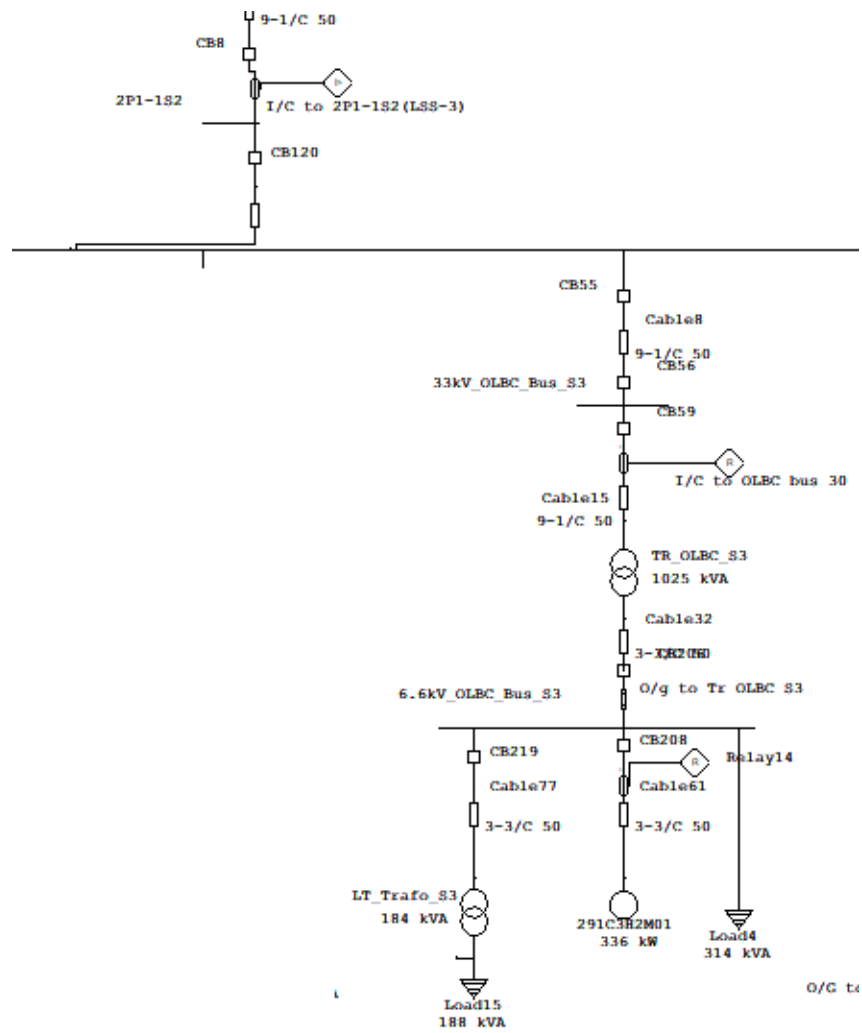


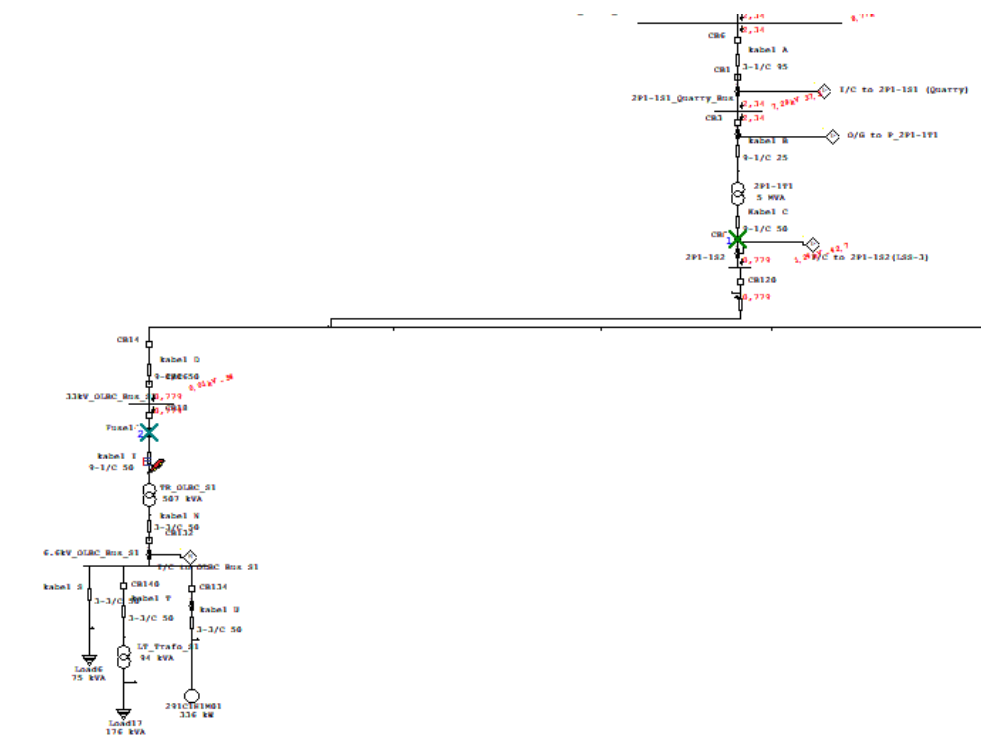


Gambar 4.6 dan 4.7 merupakan unjuk kerja dari koordinasi proteksi relai arus lebih di zona proteksi 2. Berdasarkan pada gambar simulasi yang dilakukan dan analisis pada gambar 4.6 simulasi yang dilakukan ketika terjadi gangguan, koordinasi proteksi relai arus lebih sudah berjalan dengan kurang baik, bisa dilihat ketika sedang terjadi gangguan pada percobaan 1 di mana ketika di beri gangguan relay yang memutuskan ialah relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3) dan setelah itu fuse padahal yang menjadi relai utama ialah fuse O/G to TR OLBC S2 dan selanjutnya pada percobaan kedua relai sudah berjalan baik ketika diberi gangguan relai I/C to OLBC Bus S2 langsung memutuskan ketika ada gangguan maka relai sudah berjalan dengan baik.

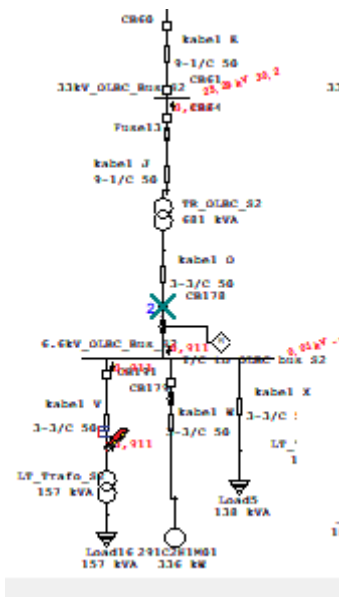
#### 5. Zona Proteksi 5

Pada sistem zona proteksi 4 akan digambarkan pada gambar 4.11. Pada gambar ini terdiri dari berbagai relai yang terpasang di area zona proteksi 4, yaitu ada relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3), relai I/C to OLBC Bus S3, fuse O/G to Tr OLBC S3. Pada zona proteksi 4 bila terjadi gangguan pada simulasi koordinasi yang pertama gambar 4.12 maka relai I/C to OLBC Bus S3 sebagai relai utama yang mengisyaratkan CB 59 untuk trip dan relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3) sebagai relai cadangan untuk mengisyaratkan Cb 8 untuk trip. Pada simulasi koordinasi kedua gambar 4.13 fuse O/G to Tr OLBC S3 sebagai pengaman utama.

Gambar 4.11 *Single Line* Zona Proteksi 4



Gambar 4.12 Simulasi Koordinasi Zona Proteksi 4 (Pertama)



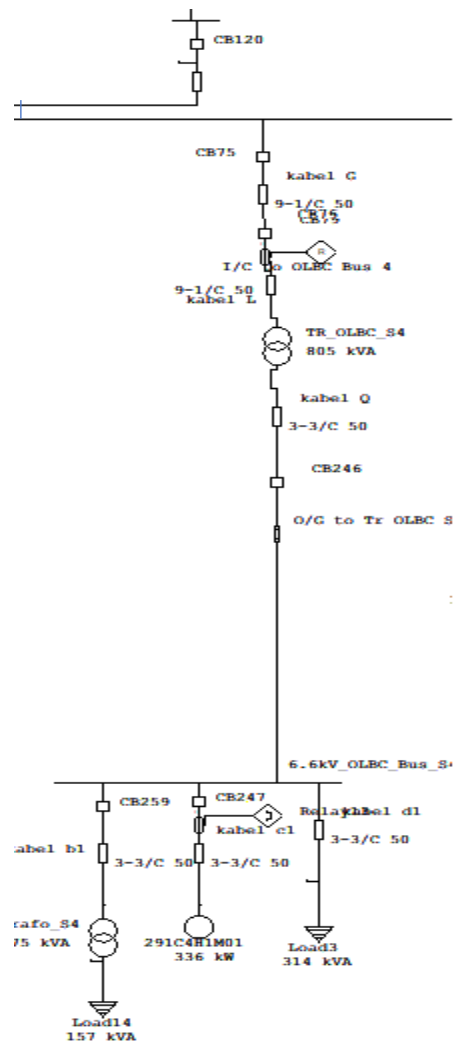
Gambar 4.13 Simulasi Koordinasi Zona Proteksi 4 (Kedua)

Gambar 4.6 dan 4.7 merupakan unjuk kerja dari koordinasi proteksi relai arus lebih di zona proteksi 2. Berdasarkan pada gambar simulasi yang dilakukan dan analisis pada gambar 4.6 simulasi yang dilakukan ketika

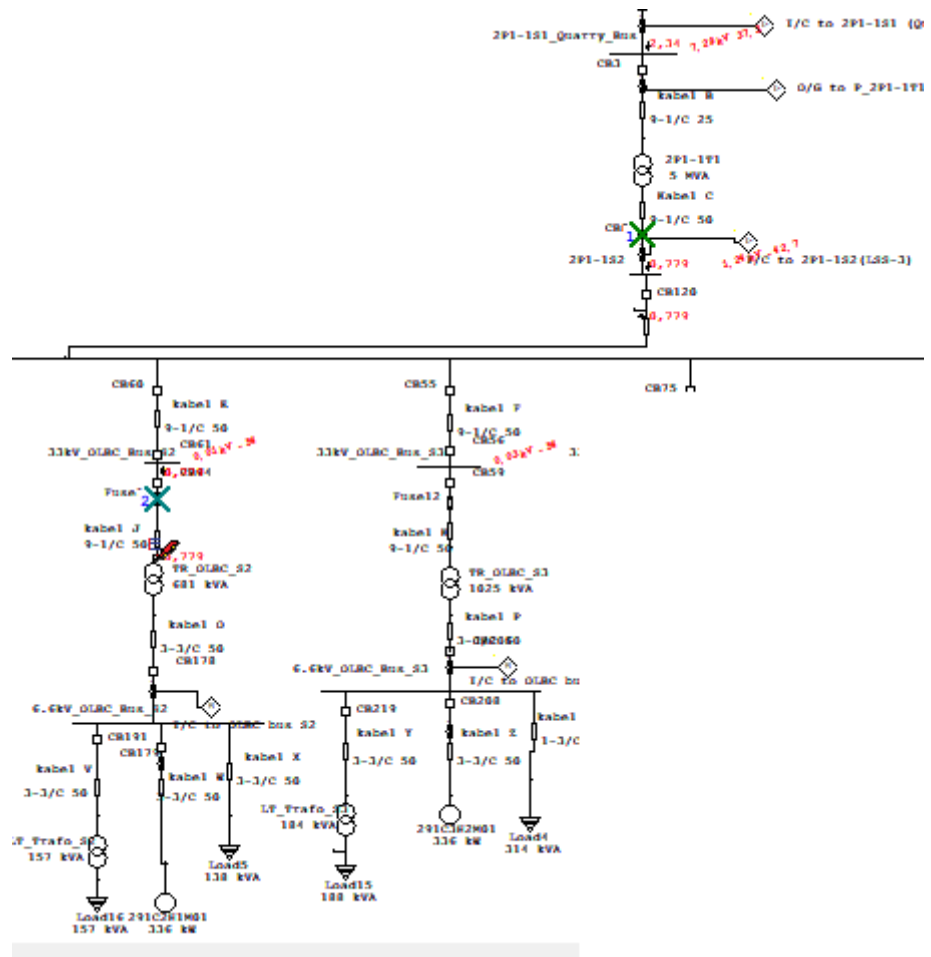
terjadi gangguan, koordinasi proteksi relai arus lebih sudah berjalan dengan kurang baik, bisa dilihat ketika sedang terjadi gangguan pada percobaan 1 di mana ketika di beri gangguan relai yang memutus ialah relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3) dan setelah itu fuse padahal yang menjadi relai utama ialah fuse O/G to TR OLBC S3 dan selanjutnya pada percobaan kedua relai sudah berjalan baik ketika diberi gangguan relai I/C to OLBC Bus S3 langsung memutus ketika ada gangguan maka relai sudah berjalan dengan baik.

#### 6. Zona Proteksi 6

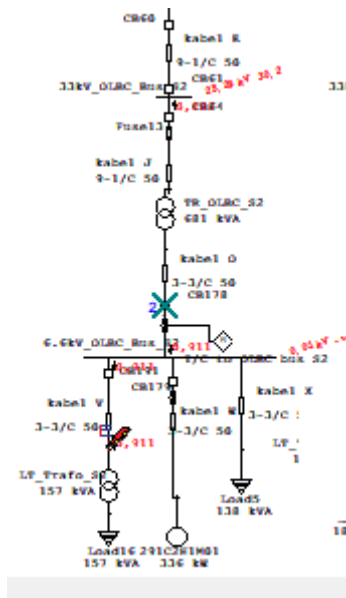
Pada sistem zona proteksi 5 akan digambarkan pada gambar 4.14. pada gambar ini terdiri dari berbagai relai yang terpasang di area zona proteksi 5, yaitu ada relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3), relai I/C to OLBC Bus S4, fuse O/G to Tr OLBC S4. Pada zona proteksi 5 bila terjadi gangguan pada simulasi koordinasi yang pertama gambar 4.15 maka relai I/C to OLBC Bus S4 sebagai relai utama yang mengisyartkan CB 79 untuk melakukan trip dan relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3) sebagai relai cadangan untuk memberikan isyarat ke CB 8 untuk trip. Pada simulasi koordinasi proteksi kedua pada gambar 4.16 ketika terjadi gangguan maka fuse O/G to Tr OLBC S4 akan sebagai pengaman utama untuk memutus/trip.



Gambar 4.14 Single Line Zona Proteksi 5



Gambar 4.15 Simulasi Koordinasi Zona Proteksi 5 (Pertama)

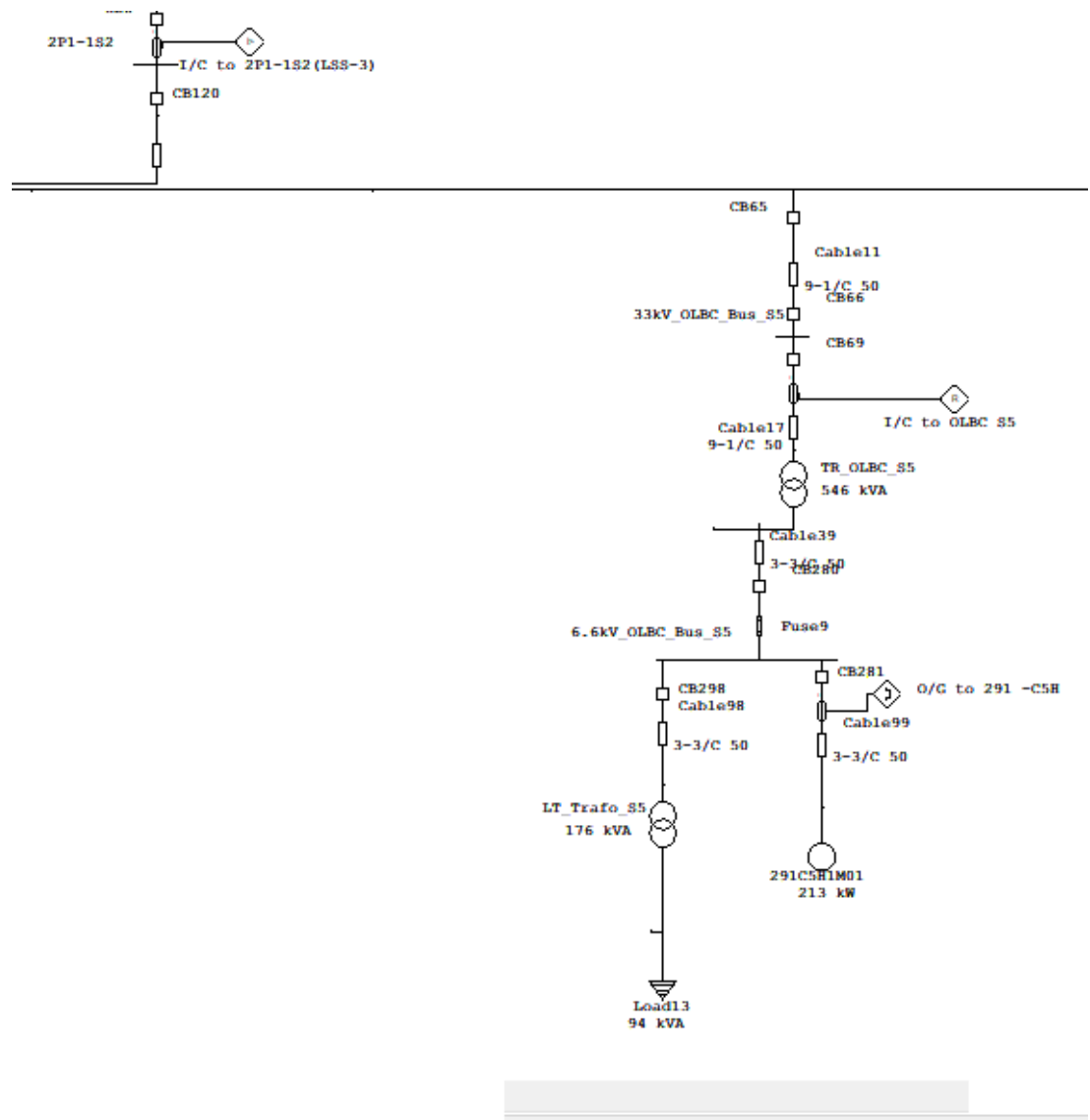


Gambar 4.16 Simulasi Koordinasi Zona Proteksi 5 (Kedua)

Gambar 4.6 dan 4.7 merupakan unjuk kerja dari koordinasi proteksi relai arus lebih di zona proteksi 2. Berdasarkan pada gambar simulasi yang dilakukan dan analisis pada gambar 4.6 simulasi yang dilakukan ketika terjadi gangguan, koordinasi proteksi relai arus lebih sudah berjalan dengan kurang baik, bisa dilihat ketika sedang terjadi gangguan pada percobaan 1 di mana ketika di beri gangguan relay yang memutuskan ialah relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3) dan setelah itu fuse padahal yang menjadi relai utama ialah fuse O/G to TR OLBC S4 dan selanjutnya pada percobaan kedua relai sudah berjalan baik ketika diberi gangguan relai I/C to OLBC Bus S4 langsung memutuskan ketika ada gangguan maka relai sudah berjalan dengan baik.

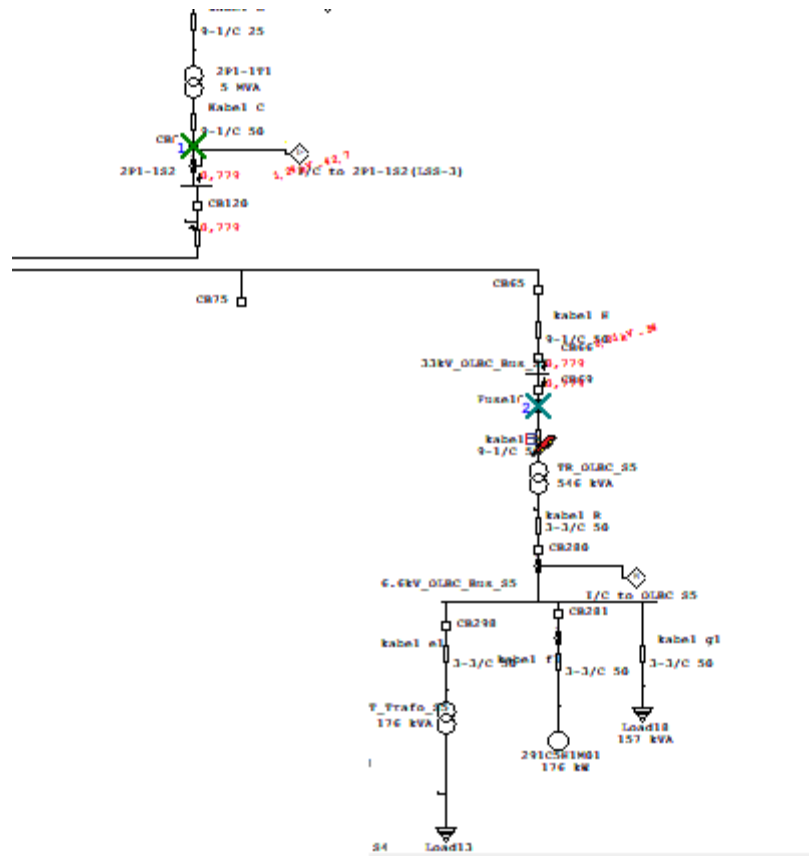
#### 7. Zona Proteksi 7

Pada sistem zona proteksi 6 akan digambarkan pada gambar 4.17. Pada gambar ini terdiri dari berbagai jenis relai yang terpasang di area zona proteksi 6, yaitu ada relai I/C 2P1-1S2 (LSS 3), relai to OLBC Bus S5, dan relai to Tr OLBC S5. Pada zona proteksi 6 bila terjadi gangguan pada simulasi koordinasi yang pertama pada gambar 4.18 maka relai I/C to OLBC Bus S5 akan sebagai relai utama yang mengisratkan CB 69 untuk melakukan trip dan relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3) sebagai relai cadangan untuk memberikan isyarat kepada CB 8 untuk trip. Pada simulasi zona proteksi kedua pada gambar 4.19 bila terjadi gangguan maka disini Fuse O/G to Tr OLBC S5 yang akan segera bekerja untuk memutuskan/trip.



Gambar 4.17 Single Line Zona Proteksi 6





Gambar 4.6 dan 4.7 merupakan unjuk kerja dari koordinasi proteksi relai arus lebih di zona proteksi 2. Berdasarkan pada gambar simulasi yang dilakukan dan analisis pada gambar 4.6 simulasi yang dilakukan ketika terjadi gangguan, koordinasi proteksi relai arus lebih sudah berjalan dengan kurang baik, bisa dilihat ketika sedang terjadi gangguan pada percobaan 1 di mana ketika di beri gangguan relay yang memutuskan ialah relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3) dan setelah itu fuse padahal yang menjadi relai utama ialah fuse O/G to TR OLBC S5 dan selanjutnya pada percobaan kedua relai sudah berjalan baik ketika diberi gangguan relai I/C to OLBC Bus S5 langsung memutuskan ketika ada gangguan maka relai sudah berjalan dengan baik.

## **1.2 Ressetting kordinasi relai arus lebih menggunakan perhitungan manual**

Pada penelitian kali ini akan dilakukan ressetting koordinasi relai arus lenih dengan cara menggunakan perhitungan manual, didalam itu maka kita perlu melakukan beberapa perhitungan yang meliputi perhitungan impedansi, perhitungan arus hubung singkat, perhitungan arus beban pebuh (FLA), dan perhitungan setting relai.

### 4.2.1 Perhitungan Impedansi

#### 1. Impedansi Genarator

Untuk melakukan perhitungan yang ada digenartor maka kita memerlukan spesifikasi generator yang terpasang dilapangan :

Spesifikasi Generator

Nama = Genarator

Kapasitas = 50 MW

Tegangan = 11 kV

$X''d$  = 19 %

a. Impedansi generator di tegangan 33 kV

1.) Reaktansi sub- transient

$$X_g \text{ (pada 100\%)} = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_g \text{ (pada 100\%)} = \frac{33^2 kV}{50MVA} = 21,78$$

$$X_g \text{ (pada 19\%)} = \frac{19}{100} \times 21,78 = 4,14 \text{ ohm}$$

2.) Resistasi Generator

$$R_g = \frac{X_g}{X}$$

$$R_g = \frac{4,14}{14,29} = 0,29 \text{ Ohm}$$

3.) Impedansi generator

$$Z_g \text{ (33kV)} = \sqrt{R_g^2 + X_g^2}$$

$$Z_g \text{ (33kV)} = \sqrt{0,29^2 + 4,14^2} = 4,14 \text{ ohm}$$

b. Impedansi generator di Tegangan 11 kV

$$Z_g \text{ (11 kV)} = \left( \frac{11^2 kV}{33^2 kV} \right) \times Z_g(11kV)$$

$$Z_g \text{ (11 kV)} = \left( \frac{11^2 kV}{33^2 kV} \right) \times 4,14 = 0,46 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi generator di tegangan 6,6 kV

$$Z_g \text{ (6,6 kV)} = \left( \frac{6,6^2 kV}{11^2 kV} \right) \times Z_g(11kV)$$

$$Z_g \text{ (6,6 kV)} = \left( \frac{6,6^2 kV}{11^2 kV} \right) \times 0,46 = 0,16 \text{ Ohm}$$

NO	Generator	Tegangan		
		1.	Generatot Power Plant	33kV Ohm
		4,14	0,46	0,16

**Tabel 3.1** Tabel Data Impedansi Generator

## 2. Impedansi Trafo

Setelah menghitung impedansi generator selanjutnya akan mencari dan menghitung impedansi trafo, diperlukan data spesifikasi trafo yang terpasang dilapangan. Berikut adalah spesifikasi trafo yang terpasang dilapangan beserta hasil perhitungan impedansi:

### 2.1 Trafo 2P1-1T1

Kapasitas = 5 MVA

Tegangan = 33/11 kV

Xt = 9,9 %

#### a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

##### 1) Reaktansi trafo

$$X_t \text{ (pada 100\%)} = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_t \text{ (pada 100\%)} = \frac{33^2 \text{ kV}}{5MVA} = 43,56$$

$$X_t \text{ (pada 9,9\%)} = \frac{9,9}{100} \times 43,56 = j4,13 \text{ Ohm}$$

##### 2) Impedansi Trafo

$$Z_t \text{ (33 kV)} = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{0^2 + 4,13^2} = 4,13 \text{ Ohm}$$

b. Impedansi trafo di tegangan 11kV

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(11 \text{ kV})$$

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times 4,13 = 0,46 \text{ ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times Z_g(11 \text{ kV})$$

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 0,46 = 0,16 \text{ Ohm}$$

## 2.2 Trafo TR OLBC S1

Kapasitas = 507 KVA

Tegangan = 33/6,6 kV

Xt = 3,3 %

a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

1) Reaktansi Trafo

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{33^2 \text{ kV}}{0,50 \text{ MVA}} = 2178$$

$$X_t (\text{pada } 3,3) = \frac{3,3}{100} \times 2178 = j71,87 \text{ Ohm}$$

2) Impendansi trafo

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{0^2 + 71,87^2} = 71,87 \text{ Ohm}$$

b. Impedansi Trafo di tegangan 11 kV

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(33 \text{ kV})$$

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times 71,87 = 7,98 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(11 \text{ kV})$$

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 7,98 = 2,87 \text{ Ohm}$$

### 2.3 Trafo TR OLBC S2

Kapasitas = 681 KVA

Tegangan = 33/6,6 kV

Xt = 4,8 %

a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

1) Reaktansi Trafo

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{33^2 \text{ kV}}{0,68 \text{ MVA}} = 1601,47$$

$$X_t (\text{pada } 4,8) = \frac{4,8}{100} \times 1601,47 = j76,87 \text{ Ohm}$$

2) Impendansi trafo

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{0^2 + 76,87^2} = 76,87 \text{ Ohm}$$

b. Impedansi trafo di tegangan 11 kV

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(33 \text{ kV})$$

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times 76,87 = 8,54 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(11 \text{ kV})$$

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 8,54 = 3,07 \text{ Ohm}$$

#### 2.4 Trafo TR OLBC S3

Kapasitas = 1025 KVA

Tegangan = 33/6,6 kV

Xt = 4,8 %

a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

1) Reaktansi Trafo

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{\text{kV}^2}{\text{MVA}}$$

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{33^2 \text{ kV}}{1,025 \text{ MVA}} = 1062,43$$

$$X_t (\text{pada } 4,8) = \frac{4,8}{100} \times 1062 = j50,99 \text{ Ohm}$$

2) Impendansi trafo

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{0^2 + 50,99^2} = 50,99$$

b. Impedansi Trafo di Tegangan 11 kV

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(33 \text{ kV})$$

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times 50,99 = 5,67 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(11 \text{ kV})$$

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 5,67 = 2,03 \text{ Ohm}$$

## 2.5 Trafo TR OLBC S4

Kapasitas = 805 KVA

Tegangan = 33/6,6 kV

Xt = 4,8 %

a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

1) Reaktansi Trafo

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{33^2 \text{ kV}}{0,805 \text{ MVA}} = 1352,79$$

$$X_t (\text{pada } 4,8) = \frac{4,8}{100} \times 1352,79 = j64,93 \text{ Ohm}$$

2) Impendansi trafo

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{0^2 + 64,93^2} = 64,93$$

b. Impedansi Trafo di Tegangan 11 kV

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(33 \text{ kV})$$



$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times 64,93 = 7,21 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(11 \text{ kV})$$

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 7,21 = 2,59 \text{ Ohm}$$

## 2.6 Trafo TR OLBC S5

Kapasitas = 546 KVA

Tegangan = 33/6,6 kV

Xt = 3,3 %

a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

1) Reaktansi Trafo

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{33^2 \text{ kV}}{0,546 \text{ MVA}} = 1994,50$$

$$X_t (\text{pada } 3,3) = \frac{3,3}{100} \times 1994,50 = j65,81 \text{ Ohm}$$

2) Impendansi trafo

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{0^2 + 65,81^2} = 65,81$$

b. Impedansi Trafo di Tegangan 11 kV

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(33 \text{ kV})$$

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times 65,81 = 7,31 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t(6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(11 \text{ kV})$$

$$Z_t(6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 7,31 = 2,63 \text{ Ohm}$$

## 2.7 Trafo LT Trafo S1

Kapasitas = 94 KVA

Tegangan = 33/6,6 kV

Xt = 3,3 %

a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

1) Reaktansi Trafo

$$X_t(\text{pada } 100\%) = \frac{\text{kV}^2}{\text{MVA}}$$

$$X_t(\text{pada } 100\%) = \frac{33^2 \text{ kV}}{0,094 \text{ MVA}} = 123.245,81$$

$$X_t(\text{pada } 3,3) = \frac{3,3}{100} \times 123.245,81 = j4067,11 \text{ Ohm}$$

2) Impendansi trafo

$$Z_t(33 \text{ kV}) = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t(33 \text{ kV}) = \sqrt{0^2 + 4607,11^2} = 4607,11$$

b. Impedansi Trafo di Tegangan 11 kV

$$Z_t(11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(33 \text{ kV})$$

$$Z_t(11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times 4607,11 = 451,9 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t(6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(11 \text{ kV})$$

$$Z_t(6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 451,90 = 24,64 \text{ Ohm}$$

## 2.8 Trafo LT Trafo S2

Kapasitas = 157 KVA

Tegangan = 33/6,6 kV

Xt = 3,3 %

a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

1) Reaktansi Trafo

$$X_t(\text{pada } 100\%) = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_t(\text{pada } 100\%) = \frac{33^2 \text{ kV}}{0,157 \text{ MVA}} = 6936,30$$

$$X_t(\text{pada } 6,125) = \frac{6,125}{100} \times 6936,30 = j424,84 \text{ Ohm}$$

2) Impendansi trafo

$$Z_t(33 \text{ kV}) = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t(33 \text{ kV}) = \sqrt{0^2 + 424,84^2} = 424,84 \text{ Ohm}$$

b. Impedansi Trafo di Tegangan 11 kV

$$Z_t(11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(33 \text{ kV})$$

$$Z_t(11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times 424,84 = 47,20 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t(6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(11 \text{ kV})$$

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 47,20 = 16,9 \text{ Ohm}$$

## 2.9 Trafo LT Trafo S3

Kapasitas = 188 KVA

Tegangan = 33/6,6 kV

Xt = 3,3 %

a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

1) Reaktansi Trafo

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_t (\text{pada } 100\%) = \frac{33^2 \text{ kV}}{0,188 \text{ MVA}} = 5792,55$$

$$X_t (\text{pada } 6,125) = \frac{6,125}{100} \times 5792,55 = j354,8 \text{ Ohm}$$

2) Impendansi trafo

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t (33 \text{ kV}) = \sqrt{0^2 + 354,8^2} = 354,8 \text{ Ohm}$$

b. Impedansi Trafo di Tegangan 11 kV

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(33 \text{ kV})$$

$$Z_t (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{33^2 \text{ kV}} \right) \times 354,8 = 39,4 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times Z_t(11 \text{ kV})$$

$$Z_t (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{6,6^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 39,4 = 14,2 \text{ Ohm}$$

## 2.10 Trafo LT Trafo S4

Kapasitas = 157 KVA

Tegangan = 33/6,6 kV

Xt = 3,3 %

### a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

#### 1) Reaktansi Trafo

$$X_t \text{ (pada 100\%)} = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_t \text{ (pada 100\%)} = \frac{33^2 kV}{0,157 MVA} = 6936,30$$

$$X_t \text{ (pada 6,125)} = \frac{6,125}{100} \times 6936,30 = j424,84 \text{ Ohm}$$

#### 2) Impendansi trafo

$$Z_t \text{ (33 kV)} = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t \text{ (33 kV)} = \sqrt{0^2 + 424,84^2} = 424,84 \text{ Ohm}$$

### b. Impedansi Trafo di Tegangan 11 kV

$$Z_t \text{ (11 kV)} = \left( \frac{11^2 kV}{33^2 kV} \right) \times Z_t(33kV)$$

$$Z_t \text{ (11 kV)} = \left( \frac{11^2 kV}{33^2 kV} \right) \times 424,84 = 47,20 \text{ Ohm}$$

### c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t \text{ (6,6 kV)} = \left( \frac{6,6^2 kV}{11^2 kV} \right) \times Z_t(11kV)$$

$$Z_t \text{ (6,6 kV)} = \left( \frac{6,6^2 kV}{11^2 kV} \right) \times 47,20 = 16,9 \text{ Ohm}$$

## 2.11 Trafo LT Trafo S5

Kapasitas = 176 KVA

Tegangan = 33/6,6 kV

Xt = 3,3 %

### a. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

#### 1) Reaktansi Trafo

$$X_t \text{ (pada 100\%)} = \frac{kV^2}{MVA}$$

$$X_t \text{ (pada 100\%)} = \frac{33^2 kV}{0,176 MVA} = 6187,5$$

$$X_t \text{ (pada 6,125)} = \frac{6,125}{100} \times 6187,5 = j378,98 \text{ Ohm}$$

#### 2) Impendansi trafo

$$Z_t \text{ (33 kV)} = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$Z_t \text{ (33 kV)} = \sqrt{0^2 + 378,98^2} = 378,98$$

### b. Impedansi Trafo di Tegangan 11 kV

$$Z_t \text{ (11 kV)} = \left( \frac{11^2 kV}{33^2 kV} \right) \times Z_t(33kV)$$

$$Z_t \text{ (11 kV)} = \left( \frac{11^2 kV}{33^2 kV} \right) \times 378,98 = 42,1 \text{ Ohm}$$

### c. Impedansi trafo di tegangan 6,6 kV

$$Z_t \text{ (6,6 kV)} = \left( \frac{6,6^2 kV}{11^2 kV} \right) \times Z_t(11kV)$$

$$Z_t \text{ (6,6 kV)} = \left( \frac{6,6^2 kV}{11^2 kV} \right) \times 42,1 = 15,2 \text{ Ohm}$$

No	Trafo	Impedansi		
		33kV	11kV	6,6kV
1.	Trafo 2P1-1T1	4,13	0,46	0,16
2.	Trafo TR OLBC S1	71,87	7,98	2,87
3.	Trafo TR OLBC S2	76,87	8,54	3,07
4.	Trafo TR OLBC S3	50,99	5,67	2,03
5.	Trafo TR OLBC S4	64,93	7,21	2,59
6.	Trafo TR OLBC S5	65,81	7,31	2,63
7.	Trafo LT Trafo S1	4.067,11	451,9	24,64
8.	Trafo LT Trafo S2	424,8	47,2	16,9
9.	Trafo LT Trafo S3	354,8	39,4	14,2
10.	Trafo LT Trafo S4	424,8	47,2	16,9
11.	Trafo LT Trafo S5	378,9	42,1	15,2

**Tabel 4.1** Tabel Data Impedansi Trafo

### 3. Impedansi Motor

Setelah dilakukan pencarian impedansi generator dan trafo maka selanjutnya dilakukan pencarian impedansi motor dan untuk menghitung impedansi motor, diperlukan data spesifikasi motor yang terpasang dilapangan. Dan berikut adalah spesifikasi motor yang dipakai dilapangan:

### 3.1 Motor 291-C5H1-M#1

Daya = 213 kW

Arus lock motor = 247 A

Arus beban penuh = 21,59 A

Tegangan = 6,6 kV

Faktor daya beban penuh = 0,85

#### a. Impedansi Motor di Tegangan 6,6 kV

$$Z_m (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{1}{\left( \frac{IRLC}{IFLC} \right)} \times \left( \frac{Vm^2 \cos \phi_m}{P_m} \right) \right)$$

$$Z_m (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{1}{\left( \frac{247}{21,59} \right)} \times \left( \frac{6600^2 \times 0,85}{213000} \right) \right) = 15,19 \text{ ohm}$$

#### b. Impedansi trafo di tegangan 11 kV

$$Z_m (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{6,6^2 \text{ kV}} \right) \times 15,19 = 42,19$$

#### c. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

$$Z_m (33 \text{ kV}) = \left( \frac{33^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 42,19 = 379,75$$

### 3.2 Motor 291-C4H1-M#1

Daya = 336 kW

Arus Lock Motor (IRLC) = 389 A



$$\text{Arus Beban Penuh (IFLC)} = 34,06 \quad \text{A}$$

$$\text{Tegangan (Vm)} = 6,6 \quad \text{kV}$$

$$\text{Faktor Daya Beban Penuh (Cos } \phi \text{ m)} = 0,85$$

a. Impedansi Motor di Tegangan 6,6 Kv

$$Z_m (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{1}{\left( \frac{IRLC}{IFLC} \right)} \times \left( \frac{Vm^2 \cos \phi m}{P_m} \right) \right)$$

$$Z_m (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{1}{\left( \frac{389}{34,06} \right)} \times \left( \frac{6600^2 \times 0,85}{336000} \right) \right) = 9,64 \text{ Ohm}$$

b. Impedansi trafo di tegangan 11 kV

$$Z_m (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{6,6^2 \text{ kV}} \right) \times 9,64 = 26,78 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

$$Z_m (33 \text{ kV}) = \left( \frac{33^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 26,78 = 241 \text{ Ohm}$$

### 3.3 Motor 291-C3H1-M#1

$$\text{Daya} = 336 \quad \text{kW}$$

$$\text{Arus Lock Motor (IRLC)} = 389 \quad \text{A}$$

$$\text{Arus Beban Penuh (IFLC)} = 34,06 \quad \text{A}$$

$$\text{Tegangan (Vm)} = 6,6 \quad \text{kV}$$

$$\text{Faktor Daya Beban Penuh (Cos } \phi \text{ m)} = 0,85$$

a. Impedansi Motor di Tegangan 6,6 kV

$$Z_m (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{1}{\left( \frac{IRLC}{IFLC} \right)} \times \left( \frac{V_m^2 \cos \phi_m}{P_m} \right) \right)$$

$$Z_m (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{1}{\left( \frac{389}{34,06} \right)} \times \left( \frac{6600^2 \times 0,85}{336000} \right) \right) = 9,64 \text{ Ohm}$$

b. Impedansi trafo di tegangan 11 kV

$$Z_m (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{6,6^2 \text{ kV}} \right) \times 9,64 = 26,78 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

$$Z_m (33 \text{ kV}) = \left( \frac{33^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 26,78 = 241 \text{ Ohm}$$

#### 3.4 Motor 291-C2H1-M#1

Daya = 336 kW

Arus Lock Motor (IRLC) = 389 A

Arus Beban Motor (IFLC) = 34,06 A

Tegangan (Vm) = 6,6 kV

Faktor Daya Beban Penuh (Cos  $\phi$  m) = 0,85

a. Impedansi Motor di Tegangan 6,6 kV

$$Z_m (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{1}{\left( \frac{IRLC}{IFLC} \right)} \times \left( \frac{V_m^2 \cos \phi_m}{P_m} \right) \right)$$

$$Z_m (6,6kV) = \left( \frac{1}{\left( \frac{389}{34,06} \right)} \times \left( \frac{6600^2 \times 0,85}{336000} \right) \right) = 9,64 \text{ Ohm}$$

b. Impedansi trafo di tegangan 11 kV

$$Z_m (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{6,6^2 \text{ kV}} \right) \times 9,64 = 26,78 \text{ Ohm}$$

c. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

$$Z_m (33 \text{ kV}) = \left( \frac{33^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 26,78 = 241 \text{ Ohm}$$

### 3.5 Motor 291-C1H1-M#1

Daya = 336 kW

Arus Lock Motor (ILRC) = 389 A

Arus Beban Penuh (IFLC) = 34,06 A

Tegangan (Vm) = 6,6 kV

Faktor Daya Beban Penuh ( $\cos \phi_m$ ) = 0,85

d. Impedansi Motor di Tegangan 6,6 kV

$$Z_m (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{1}{\left( \frac{ILRC}{IFLC} \right)} \times \left( \frac{V_m^2 \cos \phi_m}{P_m} \right) \right)$$

$$Z_m (6,6 \text{ kV}) = \left( \frac{1}{\left( \frac{389}{34,06} \right)} \times \left( \frac{6600^2 \times 0,85}{336000} \right) \right) = 9,64 \text{ Ohm}$$

e. Impedansi trafo di tegangan 11 kV

$$Z_m (11 \text{ kV}) = \left( \frac{11^2 \text{ kV}}{6,6^2 \text{ kV}} \right) \times 9,64 = 26,78 \text{ Ohm}$$

f. Impedansi trafo di tegangan 33 kV

$$Z_m (33 \text{ kV}) = \left( \frac{33^2 \text{ kV}}{11^2 \text{ kV}} \right) \times 26,78 = 241 \text{ Ohm}$$

No	Motor	Impedansi		
		33kV Ohm	11kV Ohm	6,6kV Ohm
1.	Motor 291-C5H1-M#1	397,8	42,2	15,2
2.	Motor 291-C4H1-M#1	241	26,8	9,6
3.	Motor 291-C3H1-M#1	241	26,8	9,6
4.	Motor 291-C2H1-M#1	241	26,8	9,6
5.	Motor 291-C1H1-M#1	241	26,8	9,6

**Tabel 4.2** Tabel Data Impedansi Motor

#### 4. Impedansi Kabel

Selanjutnya untuk menghitung impedansi kabel yang digunakan dilapangan, maka kita memerlukan spesifikasi kabel yang digunakan dilapangan. Berikut ini adalah data spesifikasi kabel yang digunakan dilapangan:

a. Kabel A

Panjang kabel = 2 m

Impedansi/km = 0,273/km

Impedansi sesuai Panjang kabel = 0,546 ohm

b. Kabel B

Panjang kabel = 200 ft

- Impedansi/km = 0,933/km  
 Impedansi sesuai Panjang kabel = 0,056 ohm
- c. Kabel C  
 Panjang kabel = 200 m  
 Impedansi/km = 0,519/km  
 Impedansi sesuai Panjang kabel = 0,10 ohm
- d. Kabel D  
 Panjang kabel = 100 m  
 Impedansi/km = 0,519/km  
 Impedansi sesuai Panjang kabel = 0,051 ohm
- e. Kabel E  
 Panjang kabel = 100 m  
 Impedansi/km = 0,0519/km  
 Impedansi sesuai Panjang kabel = 0,051 ohm
- f. Kabel F  
 Panjang kabel = 100 m  
 Impedansi/km = 0,519/km  
 Impedansi sesuai Panjang kabel = 0,051 ohm
- g. Kabel G  
 Panjang kabel = 100 m  
 Impedansi/km = 0,519/km  
 Impedansi sesuai Panjang kabel = 0,051 ohm
- h. Kabel H  
 Panjang kabel = 100 m  
 Impedansi/km = 0,519/km  
 Impedansi sesuai Panjang kabel = 0,051 ohm
- i. Kabel I  
 Panjang kabel = 50 m  
 Impedansi/km = 0,519/km  
 Impedansi sesuai Panjang kabel = 0,025 ohm
- j. Kabel J

	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 0,519/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
k.	Kabel K	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 0,519/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
l.	Kabel L	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 0,519/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
m.	Kabel M	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 0,519/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
n.	Kabel N	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 0,519/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
o.	Kabel O	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 0,519/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
p.	Kabel P	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 505,6/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
q.	Kabel Q	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 505,6/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm

- r. Kabel R
- |                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Panjang kabel                  | = 50 m      |
| Impedansi/km                   | = 505,6/km  |
| Impedansi sesuai Panjang kabel | = 0,025 ohm |
- s. Kabel S
- |                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Panjang kabel                  | = 50 m      |
| Impedansi/km                   | = 505,6/km  |
| Impedansi sesuai Panjang kabel | = 0,025 ohm |
- t. Kabel T
- |                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Panjang kabel                  | = 50 m      |
| Impedansi/km                   | = 505,6/km  |
| Impedansi sesuai Panjang kabel | = 0,025 ohm |
- u. Kabel U
- |                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Panjang kabel                  | = 50 m      |
| Impedansi/km                   | = 505,6/km  |
| Impedansi sesuai Panjang kabel | = 0,025 ohm |
- v. Kabel V
- |                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Panjang kabel                  | = 50 m      |
| Impedansi/km                   | = 505,6/km  |
| Impedansi sesuai Panjang kabel | = 0,025 ohm |
- w. Kabel W
- |                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Panjang kabel                  | = 50 m      |
| Impedansi/km                   | = 505,6/km  |
| Impedansi sesuai Panjang kabel | = 0,025 ohm |
- x. Kabel X
- |                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Panjang kabel                  | = 50 m      |
| Impedansi/km                   | = 505,6/km  |
| Impedansi sesuai Panjang kabel | = 0,025 ohm |
- y. Kabel Y
- |               |            |
|---------------|------------|
| Panjang kabel | = 50 m     |
| Impedansi/km  | = 505,6/km |

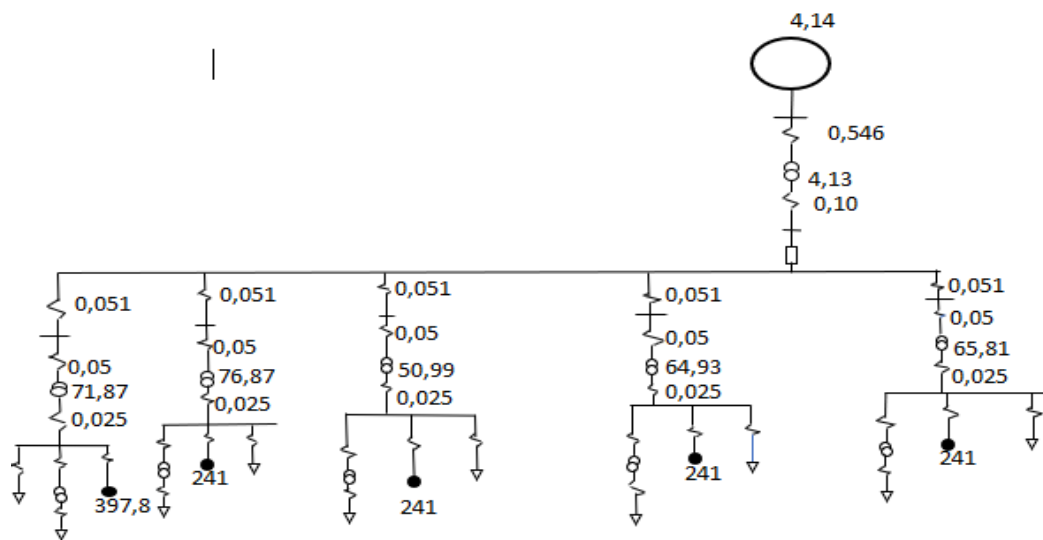
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
z.	Kabel Z	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 505,6/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
aa.	Kabel A1	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 505,6/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
bb.	Kabel B1	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 505,6/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
cc.	Kabel C1	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 505,6/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
dd.	Kabel D1	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 505,6/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
ee.	Kabel E1	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 505,6/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
ff.	Kabel F1	
	Panjang kabel	= 50 m
	Impedansi/km	= 505,6/km
	Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm
gg.	Kabel G1	



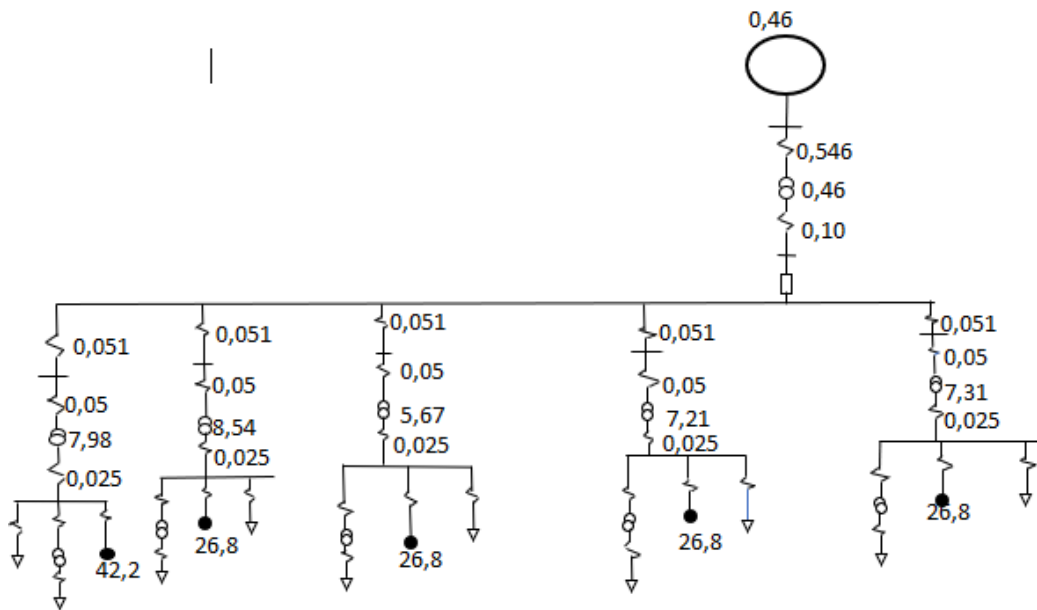
Panjang kabel	= 50 m
Impedansi/km	= 505,6/km
Impedansi sesuai Panjang kabel	= 0,025 ohm

#### 4.2.2 Perhitungan Arus Hubung Singkat

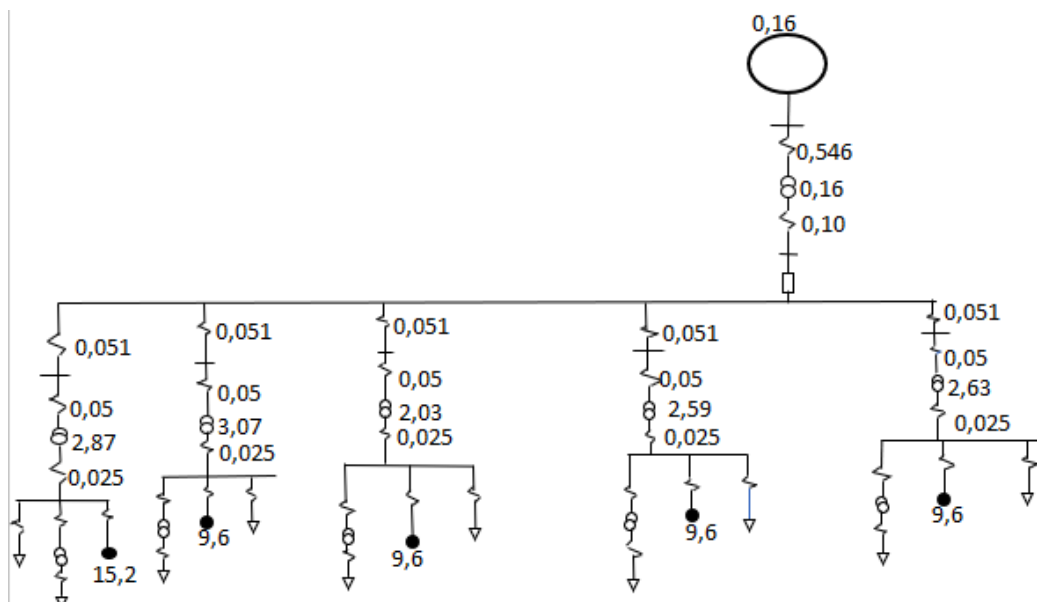
Didalam menghitung arus hubung singkat maka menggunakan 2 parameter, yaitu ada hubung singkat maximum dan minimum. Hubung singkat maximum ialah hubung singkat yang bekerja pada 3 fasa pada saat  $\frac{1}{2}$  cycle dan hubung singkat minimum bekerja pada 2 fasa 30 cycle. Untuk mempermudah perhitungan yang dilakukan nantinya maka digunakan gambar 4.20, 4.21, dan 4.22 yang dimana gambar single line ini dengan menggunakan impedansi perhitungan pada pembahasan bab 4.2.1.



**Gambar 4.20** Single Line Diagram Impedansi Gangguan Hubung Singkat di Level Tegangan 33 kV



**Gambar 4.20** Single Line Diagram Impedansi Gangguan Hubung Singkat di Level Tegangan 11 kV



**Gambar 4.20** Single Line Diagram Impedansi Gangguan Hubung Singkat di Level Tegangan 6,6 kV

1. Arus Gangguan Hubung Singkat 1

a. Arus hunumg singkat 3 fasa ½ cycle (Isc Maks 1)

Pada perhitungan arus hubung singkat 3 fasa pertama ini digunakan impedasi dengan level tegangan yang digunakan 33 kV, karena gangguan hubung singkat yang terjadi di level tegangan 33 kV, maka perhitungannya seperti dibawa ini:

$$Z_{eki 1} = 9,45$$

$$Z_{eki 2} = 313,02$$

$$Z_{eki 3} = 318,02$$

$$Z_{eki 4} = 292,04$$

$$Z_{eki 5} = 306,1$$

$$Z_{eki 6} = 65,81$$

$$Z_{eki total} = (Z1) // (Z2 // Z3 // Z4 // Z5 // Z6)$$

$$Z_{eki total} = 7,7 \text{ Ohm}$$

$$I_{sc 3 \text{ fasa}} = \frac{C.V_{In}}{Z_{eki}}$$

$$I_{sc 3 \text{ fasa}} = \frac{1,1 \times 33000}{1,73 \times 7,7} = 2725,02 \text{ A}$$

b. Arus hubung singkat 2 fasa 30 cycle (Isc min 1)

$$I_{sc 2 \text{ fasa}} = 0,866 \times I_{3 \text{ fasa}} \quad 30 \text{ cycle}$$

$$I_{sc 2 \text{ fasa}} = 0,866 \times ((1,1 \times 33000) / 1,73 \times (Z1)) = 1922,85 \text{ A}$$

2. Arus gangguan hubung singkat 2

a. Arus hunumg singkat 3 fasa ½ cycle (Isc Maks 1)

Pada perhitungan arus hubung singkat 3 fasa pertama ini digunakan impedasi dengan level tegangan yang digunakan 33

kV, karena gangguan hubung singkat yang terjadi di level tegangan 33 kV, maka perhitungannya seperti dibawa ini:

$$Z_{eki\ 1} = 9,45$$

$$Z_{eki\ 2} = 313,02$$

$$Z_{eki\ 3} = 318,02$$

$$Z_{eki\ 4} = 292,04$$

$$Z_{eki\ 5} = 65,03$$

$$Z_{eki\ 6} = 306,9$$

$$Z_{eki\ total} = (Z_1) // (Z_2 // Z_3 // Z_4 // Z_6 // Z_5)$$

$$Z_{eki\ total} = 7,51\ \text{Ohm}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{C \cdot V_{In}}{Z_{eki}}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{1,1 \times 33000}{1,73 \times 7,51} = 2790,25\ \text{A}$$

b. Arus hubung singkat 2 fasa 30 cycle (Isc min 1)

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times I_{3\ fasa} \quad 30\ cycle$$

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times ((1,1 \times 33000) / 1,73 \times (Z_1)) = 1922,85\ \text{A}$$

3. Arus gangguan hubung singkat 3

b. Arus hunung singkat 3 fasa ½ cycle (Isc Maks 1)

Pada perhitungan arus hubung singkat 3 fasa pertama ini digunakan impedansi dengan level tegangan yang digunakan 33 kV, karena gangguan hubung singkat yang terjadi di level tegangan 33 kV, maka perhitungannya seperti dibawa ini:

$$Z_{eki\ 1} = 9,45$$

$$Z_{eki\ 2} = 313,02$$

$$Z_{eki\ 3} = 318,02$$

$$Z_{eki\ 4} = 50,99$$

$$Z_{eki\ 5} = 306,1$$

$$Z_{eki\ 6} = 306,9$$

$$Z_{eki\ total} = (Z_1) // (Z_2 // Z_3 // Z_5 // Z_6) // Z_4$$

$$Z_{eki\ total} = 7,14\ \text{Ohm}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{C.V_{In}}{Z_{eki}}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{1,1 \times 33000}{1,73 \times 7,14} = 2938,74\ \text{A}$$

- c. Arus hubung singkat 2 fasa 30 cycle (Isc min 1)

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times I_{3\ fasa\ 30\ cycle}$$

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times ((1,1 \times 33000) / 1,73 \times (Z_2)) = 1902,32\ \text{A}$$

4. Arus gangguan hubung singkat 4

- c. Arus hunung singkat 3 fasa ½ cycle (Isc Maks 1)

Pada perhitungan arus hubung singkat 3 fasa pertama ini digunakan impedasi dengan level tegangan yang digunakan 33 kV, karena gangguan hubung singkat yang terjadi di level tegagan 33 kV, maka perhitungannya seperti dibawa ini:

$$Z_{eki\ 1} = 9,45$$

$$Z_{eki\ 2} = 313,02$$

$$Z_{eki\ 3} = 76,87$$

$$Z_{eki\ 4} = 292,04$$

$$Z_{eki\ 5} = 306,1$$

$$Z_{eki\ 6} = 306,9$$

$$Z_{eki\ total} = (Z_1) // (Z_2 // Z_4 // Z_5 // Z_6) // Z_3$$

$$Z_{eki\ total} = 8,47\ \text{Ohm}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{C.V_{In}}{Z_{eki}}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{1,1 \times 33000}{1,73 \times 8,47} = 2477,3\ \text{A}$$

d. Arus hubung singkat 2 fasa 30 cycle (Isc min 1)

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times I_{3\ fasa\ 30\ cycle}$$

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times ((1,1 \times 33000) / 1,73 \times (Z_2)) = 1912,53\ \text{A}$$

5. Arus gangguan hubung singkat 5

a. Arus hunumg singkat 3 fasa ½ cycle (Isc Maks 1)

Pada perhitungan arus hubung singkat 3 fasa pertama ini digunakan impedasi dengan level tegangan yang digunakan 33 kV, karena gangguan hubung singkat yang terjadi di level tegagan 33 kV, maka perhitungannya seperti dibawa ini:

$$Z_{eki\ 1} = 9,45$$

$$Z_{eki\ 2} = 71,97$$

$$Z_{eki\ 3} = 318,02$$

$$Z_{eki\ 4} = 292,04$$

$$Z_{eki\ 5} = 306,1$$

$$Z_{eki\ 6} = 306,9$$

$$Z_{eki\ total} = (Z1 // (Z10) // Z2 // Z3 + Z4 // Z5 + Z6 // Z7 + Z8 // Z9)$$

$$Z_{eki\ total} = 8,40\ \text{Ohm}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{C.V_{In}}{Z_{eki}}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{1,1 \times 33000}{1,73 \times 8,4} = 2497,94\ \text{A}$$

- b. Arus hubung singkat 2 fasa 30 cycle (Isc min 1)

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times I_{3\ fasa\ 30\ cycle}$$

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times ((1,1 \times 33000) / 1,73 \times (Z2)) = 1922,86\ \text{A}$$

6. Arus gangguan hubung singkat 6

- a. Arus hunumg singkat 3 fasa ½ cycle (Isc Maks 1)

Pada perhitungan arus hubung singkat 3 fasa pertama ini digunakan impedasi dengan level tegangan yang digunakan 11 kV, karena gangguan hubung singkat yang terjadi di level tegangan 11 kV, maka perhitungannya seperti dibawa ini:

$$Z_{eki\ 1} = 0,68$$

$$Z_{eki\ 2} = 0,62$$

$$Z_{eki\ 3} = 50,36$$

$$Z_{eki\ 4} = 35,43$$

$$Z_{eki\ 5} = 32,56$$

$$Z_{eki\ 6} = 34,1$$

$$Z_{eki\ 7} = 34,2$$

$$Z_{eki\ total} = (Z_3 // Z_4 // Z_5 // Z_6 // Z_7) // Z_1 + Z_2$$

$$Z_{eki\ total} = 1,2\ \text{Ohm}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{C.V_{In}}{Z_{eki}}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{1,1 \times 11000}{1,73 \times 1,2} = 5828,51\ \text{A}$$

b. Arus hubung singkat 2 fasa 30 cycle (Isc min 1)

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times I_{3\ fasa\ 30\ cycle}$$

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times ((1,1 \times 11000) / 1,73 \times (Z_1 + Z_2)) = 4659,22\ \text{A}$$

7. Arus gangguan hubung singkat 6

c. Arus hunumg singkat 3 fasa ½ cycle (Isc Maks 1)

Pada perhitungan arus hubung singkat 3 fasa pertama ini digunakan impedasi dengan level tegangan yang digunakan 11 kV, karena gangguan hubung singkat yang terjadi di level tegangan 11 kV, maka perhitungannya seperti dibawa ini:

$$Z_{eki\ 1} = 0,68$$

$$Z_{eki\ 2} = 1,07$$

$$Z_{eki\ 3} = 50,36$$

$$Z_{eki\ 4} = 35,43$$

$$Z_{eki\ 5} = 32,56$$

$$Z_{eki\ 6} = 34,1$$



$$Z_{eki\ 7} = 34,2$$

$$Z_{eki\ 8} = 0,45$$

$$Z_{eki\ total} = (Z_3 // Z_A // Z_5 // Z_6 // Z_7) // Z_2 // Z_1$$

$$Z_{eki\ total} = 0,33\ \text{Ohm}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{C.V_{In}}{Z_{eki}}$$

$$I_{sc\ 3\ fasa} = \frac{1,1 \times 11000}{1,73 \times 0,33} = 21194,6\ \text{A}$$

d. Arus hubung singkat 2 fasa 30 cycle ( I<sub>sc</sub> min 1)

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times I_{3\ fasa}\ 30\ cycle$$

$$I_{sc\ 2\ fasa} = 0,866 \times ((1,1 \times 11000) / 1,73 \times (Z_1)) = 8829,43\ \text{A}$$

#### 4.2.3 Perhitungan arus beban penuh

FLA ialah arus yang mengalir pada beban maksimum. Perhitungan FLA dilakukan berdasarkan zona-zona beban yang terpasang di jaringan distribusi, sebagai berikut :

$$FLA\ 1 = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{157000}{1,73 \times 6600} = 13,75\ \text{A}$$

$$FLA\ 2 = \frac{W}{1,73 \times V \times \cos\phi} = \frac{213000}{1,73 \times 6600 \times 0,85} = 21,94\ \text{A}$$

$$FLA\ 3 = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{176000}{1,73 \times 6600} = 15,41\ \text{A}$$

$$FLA\ 4 = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{546000}{1,73 \times 6600} = 47,81\ \text{A}$$

$$FLA\ 5 = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{546000}{1,73 \times 33000} = 9,56\ \text{A}$$

$$\text{FLA 6} = \text{FLA 4} + \text{FLA 5} = 57,37 \text{ A}$$

$$\text{FLA 7} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{314000}{1,73 \times 6600} = 27,50 \text{ A}$$

$$\text{FLA 8} = \frac{W}{1,73 \times V \times \cos\phi} = \frac{336000}{1,73 \times 6600 \times 0,85} = 34,62 \text{ A}$$

$$\text{FLA 9} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{275000}{1,73 \times 6600} = 24,08 \text{ A}$$

$$\text{FLA 10} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{805000}{1,73 \times 6600} = 70,50 \text{ A}$$

$$\text{FLA 11} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{805000}{1,73 \times 33000} = 14,01 \text{ A}$$

$$\text{FLA 12} = \text{FLA 10} + \text{FLA 11} = 84,60 \text{ A}$$

$$\text{FLA 13} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{314000}{1,73 \times 6600} = 27,50 \text{ A}$$

$$\text{FLA 14} = \frac{W}{1,73 \times V \times \cos\phi} = \frac{336000}{1,73 \times 6600 \times 0,85} = 34,62 \text{ A}$$

$$\text{FLA 15} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{184000}{1,73 \times 6600} = 16,11 \text{ A}$$

$$\text{FLA 16} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{1025000}{1,73 \times 6600} = 89,77 \text{ A}$$

$$\text{FLA 17} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{1025000}{1,73 \times 33000} = 17,95 \text{ A}$$

$$\text{FLA 18} = \text{FLA 16} + \text{FLA 17} = 107,72 \text{ A}$$

$$\text{FLA 19} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{138000}{1,73 \times 6600} = 12,08 \text{ A}$$

$$\text{FLA 20} = \frac{W}{1,73 \times V \times \cos\phi} = \frac{336000}{1,73 \times 6600 \times 0,85} = 34,62 \text{ A}$$

$$\text{FLA 21} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{157000}{1,73 \times 6600} = 13,75 \text{ A}$$

$$\text{FLA 22} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{681000}{1,73 \times 6600} = 59,64 \text{ A}$$

$$\text{FLA 23} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{681000}{1,73 \times 33000} = 11,92 \text{ A}$$

$$\text{FLA 24} = \text{FLA 22} + \text{FLA 23} = 71,56 \text{ A}$$

$$\text{FLA 25} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{176000}{1,73 \times 6600} = 15,41 \text{ A}$$

$$\text{FLA 26} = \frac{W}{1,73 \times V \times 0,85} = \frac{336000}{1,73 \times 6600 \times 0,85} = 34,62 \text{ A}$$

$$\text{FLA 27} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{75000}{1,73 \times 6600} = 6,56 \text{ A}$$

$$\text{FLA 28} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{507000}{1,73 \times 6600} = 44,40 \text{ A}$$

$$\text{FLA 29} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{507000}{1,73 \times 33000} = 8,88 \text{ A}$$

$$\text{FLA 30} = \text{FLA 28} + \text{FLA 29} = 53,28 \text{ A}$$

$$\text{FLA 31} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{5000000}{1,73 \times 33000} = 87,58 \text{ A}$$

$$\text{FLA 32} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{5000000}{1,73 \times 11000} = 262,74 \text{ A}$$

$$\text{FLA 33} = \text{FLA 31} + \text{FLA 32} = 350,32 \text{ A}$$

$$\text{FLA 34} = \frac{MVA}{1,73 \times V} = \frac{50000000}{1,73 \times 11000} = 2627,43 \text{ A}$$

#### 4.2.4 Perhitungan ressetting koordinasi proteksi relai arus lebih berdasarkan perhitungan manual

Perhitungan ressetting koordinasi proteksi relai arus lebih dengan cara perhitungan manual dilakukan dengan cara perhitungan setting lowset primer, setting lowset sekunder, dan setting time dial untuk relai karakteristik inverse dan juga setting hightset primer, setting highset sekunder, dan setting tunda waktu untuk relai karakteristik instantaneuous.

Berikut adalah hasil perhitungan ressetting koordinasi proteksi relai arus lebih:

##### 1. Relai I/C to PSS From Generator Turbine

Rasio CT = 4000/5

Karakteristik IEC *Normaly Inverse*

##### a. Setting Inverse

- Setting premier = 1,05 X FLA 34  
= 1,05 X 2627,43  
= 2758,80 A
- Setting sekunder = Iset primer/ Rasio CT  
= 2758,80/(4000/5)  
= 3,45 A

Jadi, set sekunder = 3,5A

$$\text{Set primer} = 3,5 \times \frac{4000}{5} = 2800 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left(\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1\right)}{b}$$

$$K = \frac{1,49 \times \left( \left( \frac{21194,6}{2800} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = 0,44$$

Konstanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan konstanta b bernilai 0,14 karena karakteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normal Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkan PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,44 \times 0,13}{\left( \frac{21194,6}{2800} \right)^{0,02} - 1} = 1,38 \text{ detik}$$

b. Setting Instantaneous

- Setting Primer = 0,8 X I<sub>sc</sub> Min 1  
= 0,8 X 8829,43 = 7063,54
- Setting Sekunder = I<sub>set</sub> primer / rasio CT  
= 7063,5 / 4000 / 5 = 8,83

Jadi, set sekunder = 8,85 A

Set primer = 8,85 X  $\frac{1000}{5}$  = 7100

- Time Delay = 0,05 detik

2. Relai to 2P1-1S1 (Quarry Fdr S/s)

Rasio CT = 1000/5

Karakteristik IEC *Normal inverse*

a. Setting Inverse

- Setting Primer = 1,05 X FLA 33  
= 1,05 X 350,32 = 367,83 A
- Setting Sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
= 367,83 / (1000/50) = 1,84 A

Jadi, Set sekunder = 2 A

$$\text{Set Primer} = 2 \times \frac{1000}{5} = 400 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left( \left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1 \right)}{b}$$

$$K = \frac{1,19 \times \left( \left( \frac{21194,6}{400} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = 0,7$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{1,39 \times 0,14}{\left( \frac{21194,6}{400} \right)^{0,02} - 1} = 1,19 \text{ detik}$$

b. Setting *Instantaneous*=

- Setting Primer =  $0,8 \times I_{sc \text{ Min } 1}$   
=  $0,8 \times 8829,43 = 7063,54$
- Setting Sekunder = Iset primer / rasio CT  
=  $7063,5 / 1000 / 5 = 35,3$

Jadi, set sekunder = 35,5 A

Set primer =  $35,5 \times \frac{1000}{5} = 7100$

- Time Delay = 0,05 detik

3. Relai O/G to P\_2P1-1T1

Rasio CT = 1250/5

Karakteristik *Normal Inverse*

a. Setting Inverse

- Setting Primer =  $1,05 \times \text{FLA}$   
=  $1,05 \times 262,74 = 275,88 \text{ A}$
- Setting Sekunder = Isetprimer / rasio CT  
=  $275,88 / (1250/5) = 1,1 \text{ A}$

Jadi, Set Sekunder = 1,1 A

Set Primer =  $1,1 \times \frac{1250}{5} = 275 \text{ A}$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left( \left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1 \right)}{b}$$

$$K = \frac{0,89 \times \left( \left( \frac{5828,51}{275} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = 0,4$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip

$$t_b = \frac{k + b}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,4 \times 0,14}{\left( \frac{5828,51}{275} \right)^{0,02} - 1} = 0,89 \text{ detik}$$

b. Setting *Instantaneous* =

- Setting Primer = 0,8 X I<sub>sc</sub> Min 1  
= 0,8 X 4659,22 = 5828,51
- Seting Sekunder = Iset primer / rasio CT  
= 5828,51 / 1250/5 = 23,3

Jadi, set sekunder = 23,5 A

Set primer = 23,5 X  $\frac{1250}{5}$  = 5875

- Time Delay = 0,05 detik

4. Relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3)

Rasio CT = 400/5

Karakteristik IEC *Normal Inverse*



a. Setting Inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 31  
= 1,05 X 87,58 = 91,96 A
- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
= 91,96 / (400/5) = 1,15 A

Jadi, Set sekunder = 1,15 A

$$\text{Set primer} = 1,15 \times \frac{400}{5} = 120 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left(\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1\right)}{b}$$

$$K = \frac{0,6 \times \left(\left(\frac{5828,51}{120}\right)^{0,02} - 1\right)}{0,14} = 0,34$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip

$$t_b = \frac{k + b}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,34 \times 0,14}{\left(\frac{5828,51}{120}\right)^{0,02} - 1} = 0,59 \text{ detik}$$

- b. Setting *Instantaneous* =
- Setting Primer =  $0,8 \times I_{sc} \text{ Min } 1$   
=  $0,8 \times 4659,22 = 3727,38$
  - Setting Sekunder =  $I_{set} \text{ primer} / \text{rasio CT}$   
=  $3727,38 / 400/5 = 46,59$
- Jadi, set sekunder = 47 A
- Set primer =  $47 \times \frac{400}{5} = 3760$
- Time Delay = 0,05 detik

#### 5. Relai I/C to OLBC Bus S5

Rasio CT = 100/5

Karakteristik IEC *Standard Inverse*

##### a. Setting inverse

- Setting primer =  $1,05 \times \text{FLA } 29$   
=  $1,05 \times 44,4 = 46,62 \text{ A}$
- Setting sekunder =  $I_{set} \text{ primer} / \text{Rasio CT}$   
=  $46,62 / (100/5) = 2,33 \text{ A}$

Jadi, set sekunder = 2,4 A

Set primer =  $2,4 \times \frac{100}{5} = 48 \text{ A}$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left(\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1\right)}{b}$$

$$K = \frac{0,3 \times \left(\left(\frac{2497,94}{48}\right)^{0,02} - 1\right)}{0,14} = 0,18$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,18 \times 0,14}{\left(\frac{2497,94}{48}\right)^{0,02} - 1} = 0,3 \text{ detik}$$

## 6. Relai I/C to OLBC Bus S4

Rasio CT = 100/5

Karateristik IEC *Standard Inverse*

### a. Setting Inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 23  
= 1,05 X 59,64 = 62,62 A
- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
= 62,62 / (100/5) = 3,13 A

Jadi, set sekunder = 3,2 A

$$\text{Set primer} = 3,2 \times \frac{100}{5} = 64 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left( \left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1 \right)}{b}$$

$$K = \frac{0,3 \times \left( \left( \frac{2477,3}{64} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = 0,16$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,16 \times 0,14}{\left( \frac{2477,3}{64} \right)^{0,02} - 1} = 0,3 \text{ detik}$$

## 7. Relai I/C to OLBC Bus S3

Rasio CT = 100/5

Karateristik IEC *standard inverse*

### a. Setting inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 17

- $$= 1,05 \times 89,77 = 94,2 \text{ A}$$
- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT  

$$= 94,2 / (100/5) = 4,71 \text{ A}$$

Jadi, set sekunder = 4,7 A

$$\text{Set primer} = 4,7 \times \frac{100}{5} = 94 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left( \left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1 \right)}{b}$$

$$K = \frac{0,3 \times \left( \left( \frac{2938,74}{94} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = 0,15$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,15 \times 0,14}{\left( \frac{2938,74}{94} \right)^{0,02} - 1} = 0,29 \text{ detik}$$

b. Setting Instantaneous = -

8. Relai I/C to OLBC Bus S2

Rasio CT = 100/5

Karakteristik IEC *standard inverse*

a. Setting inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 10  
= 1,05 X 70,50 = 71,91 A
- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
= 71,91 / (100/5) = 3,59 A

Jadi, set sekunder = 3,6 A

$$\text{Set primer} = 3,6 \times \frac{100}{5} = 72 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left( \left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1 \right)}{b}$$

$$K = \frac{0,3 \times \left( \left( \frac{2790,25}{72} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = 0,16$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,6 \times 0,14}{\left(\frac{2790,25}{72}\right)^{0,02} - 1} = 0,3 \text{ detik}$$

b. Setting Instantaneous = -

## 9. Relai to OLBC Bus S1

Rasio CT = 100/5

Karakteristik IEC *standard inverse*

### a. Setting inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 5  
= 1,05 X 47,81 = 50,20 A
- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
= 50,20 / (100/5) = 2,5 A

Jadi, set sekunder = 2,5 A

$$\text{Set primer} = 2,5 \times \frac{100}{5} = 50 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left(\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1\right)}{b}$$

$$K = \frac{0,3 \times \left(\left(\frac{2725,02}{50}\right)^{0,02} - 1\right)}{0,14} = 0,18$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya

menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,18 \times 0,14}{\left(\frac{2752,02}{50}\right)^{0,02} - 1} = 0,3 \text{ detik}$$

b. Setting Instantaneous = -

10. Fuse O/G to TR OLBC S5

$$\text{Setting fuse} = 1,75 \times \text{FLA } 5$$

$$= 1,75 \times 9,50$$

$$\text{Set} = 16,3 \text{ A}$$

11. Fuse O/G to TR OLBC S4

$$\text{Setting fuse} = 1,75 \times \text{FLA } 11$$

$$= 1,75 \times 14,1$$

$$\text{Set} = 24,7 \text{ A}$$

12. Fuse O/G to TR OLBC S3

$$\text{Setting fuse} = 1,75 \times \text{FLA } 17$$

$$= 1,75 \times 17,95$$

$$\text{Set} = 31,4 \text{ A}$$

13. Fuse O/G to TR OLBC S2

$$\text{Setting fuse} = 1,75 \times \text{FLA } 23$$

$$= 1,75 \times 11,92$$

$$\text{Set} = 20,9 \text{ A}$$

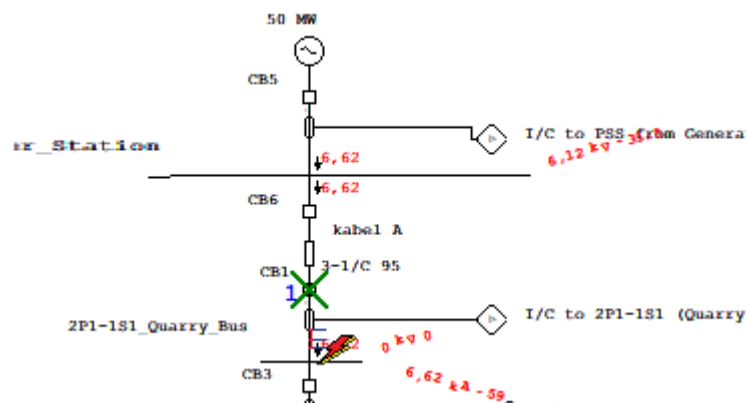


#### 14. Fuse O/G to TR OLBC S1

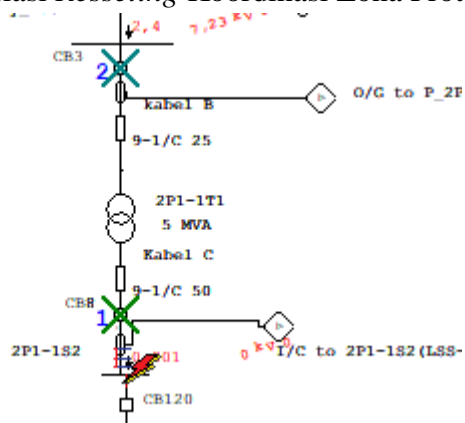
$$\begin{aligned} \text{Setting fuse} &= 1,75 \times \text{FLA } 29 \\ &= 1,75 \times 8,88 \\ \text{Set} &= 15,6 \text{ A} \end{aligned}$$

#### 4.2.5 Unjuk kerja Koordinasi Proteksi Relai Arus Lebih Hasil *Ressetting* Menggunakan Perhitungan Manual

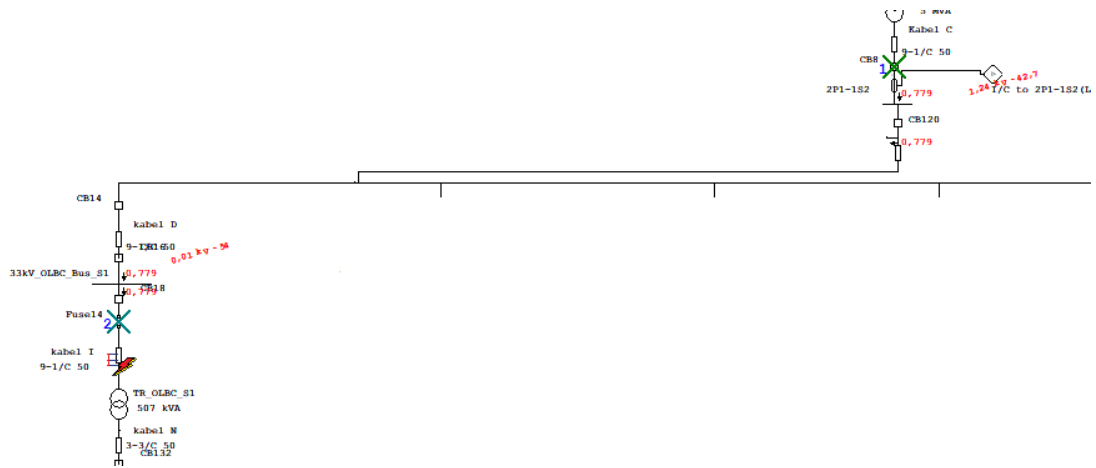
Setelah melakukan perhitungan manual pada sub bab 4.2.4 maka selanjutnya akan dimasukkan ke dalam software ETAP 12.6 untuk dilakukan koordinasi proteksi relai arus lebih. Zona proteksi yang sudah dibagi dalam berbagai zona proteksi yang akan disimulasikan pada gambar berikut.



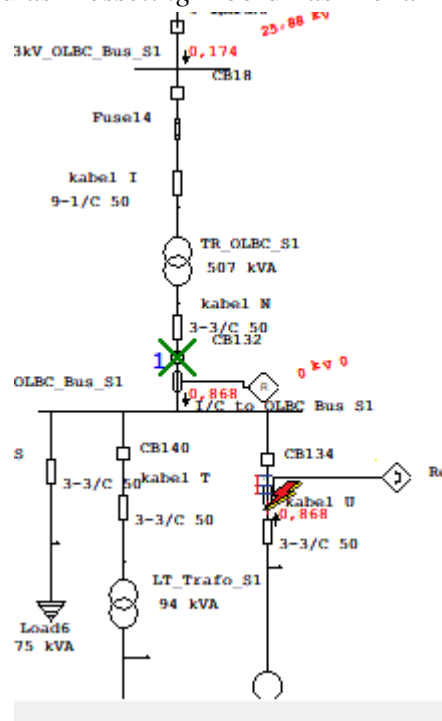
**Gambar 4.20** Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 1



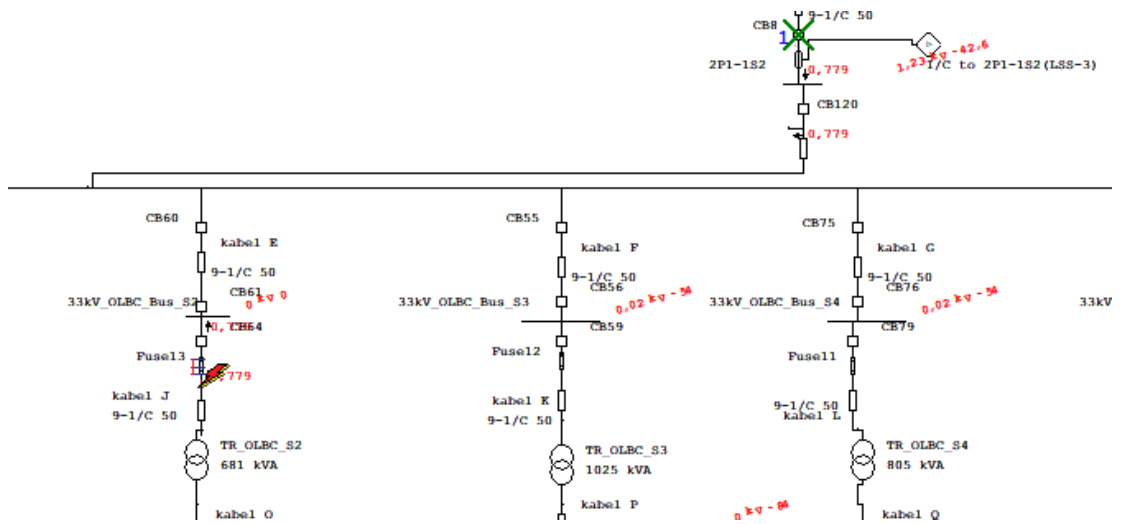
**Gambar 4.21** Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 2



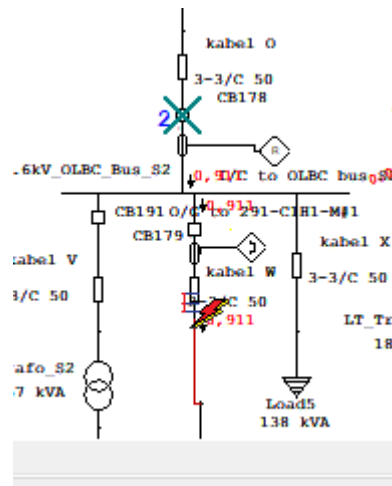
**Gambar 4.22** Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 3 ( Pertama )



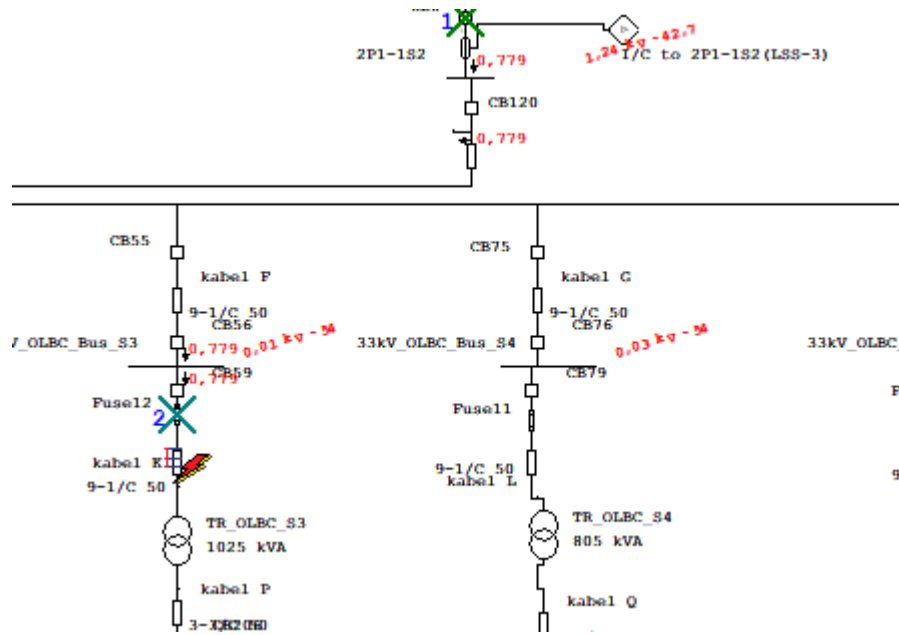
**Gambar 4.23** Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 3 ( Kedua )



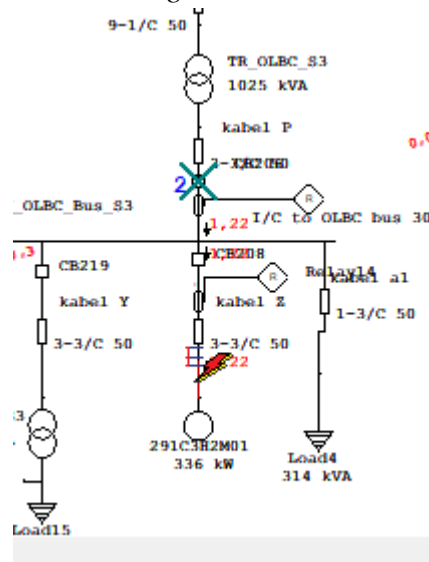
**Gambar 4.24** Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 4 ( Pertama )



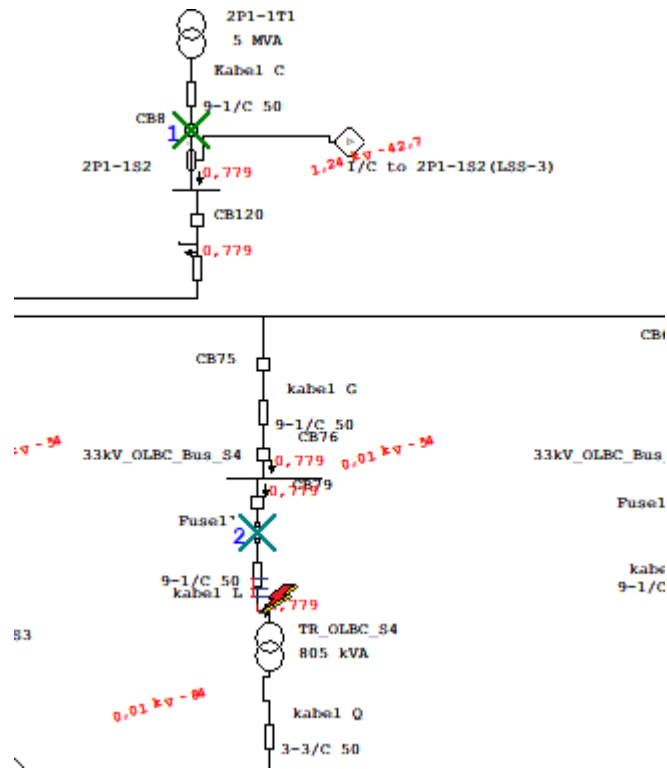
**Gambar 4.25** Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 4 ( Kedua )



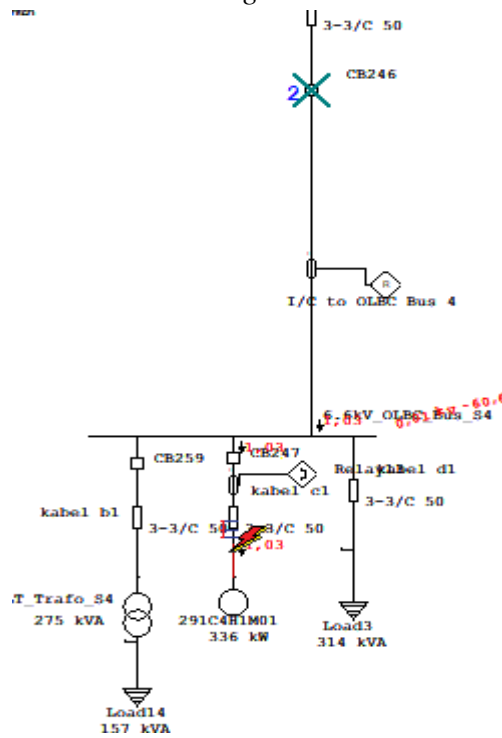
Gambar 4.26 Simulasi *Resseting* Koordinasi Zona Proteksi 5 ( Pertama )



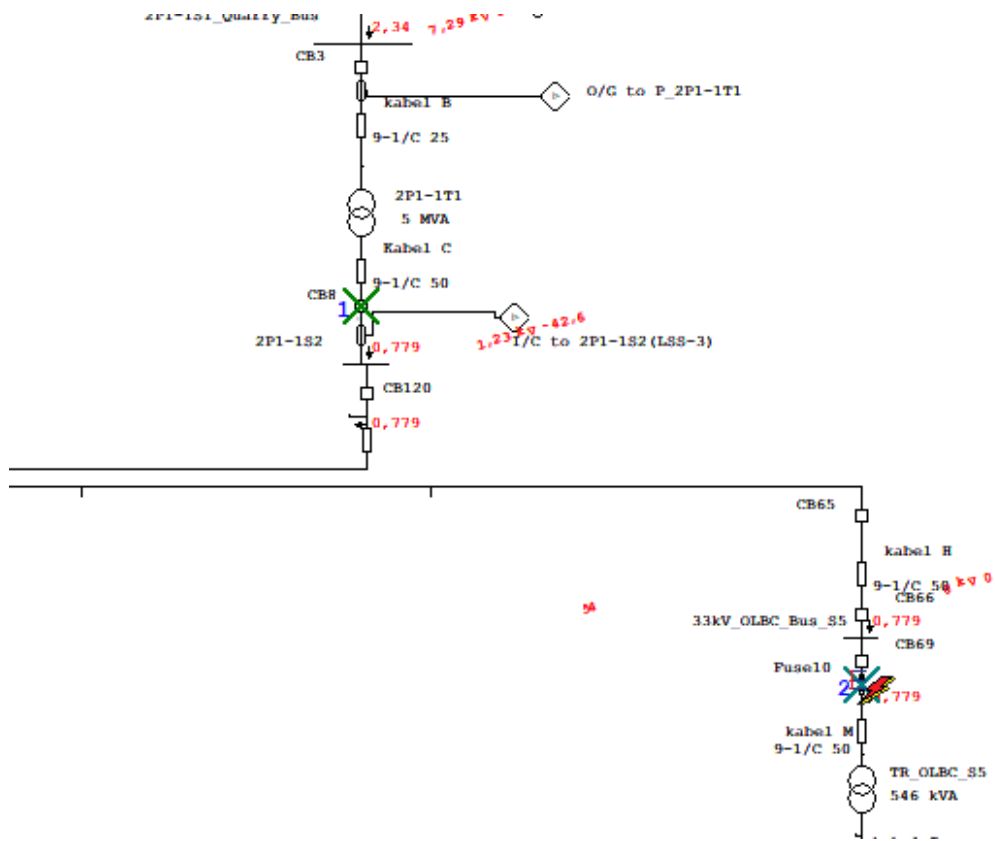
Gambar 4.27 Simulasi *Resseting* Koordinasi Zona Proteksi 5 ( Kedua )



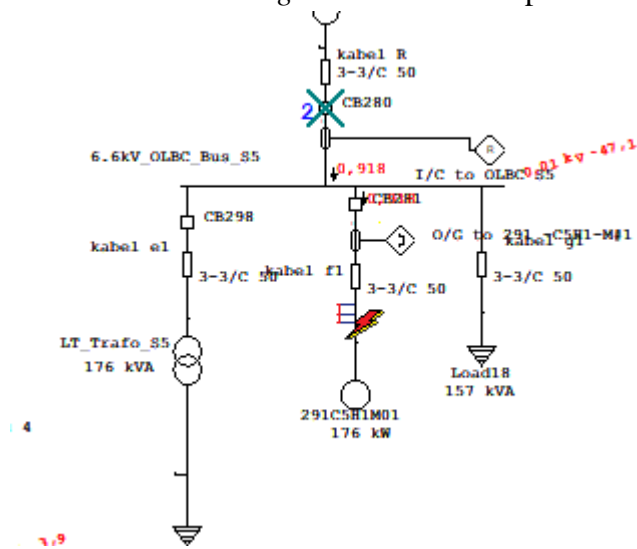
Gambar 4.28 Simulasi *Ressetting* koordinasi Zona Proteksi 6 ( Pertama )



Gambar 4.29 Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 6 ( Kedua )



Gambar 4.30 Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona proteksi 7 ( Pertama )



Gambar 4.31 Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 7 ( Kedua )

### 4.3 *Ressetting* Koordinasi Relai Arus Lebih Data Arus Hubung Singkat Hasil dari Simulasi Software ETAP 12.6

Ressetting koordinasi relai arus lebih menggunakan simulasi software ETAP ini akan menggunakan data dari arus hubung singkat yang menggunakan fasilitas short circuit analysis pada software ETAP. Dalam mempermudah suatu pengamatan yang dilakukan, besaran suatu arus hubung singkat telah disimulasikan menggunakan fasilitas short circuit analysis akan dirangkum pada table dibawah ini yaitu table 4.1 dimana pada table tersebut dibagi atas berbagai zona proteksi pada pembangkit generator di Quarry.

#### 4.3.1 Data Arus Hubung Singkat Hasil Dari Simulasi ETAP 12.6

Tabel 4.3 Data Aruas Gangguan Hubung Singkat Dari Hasil Simulasi ETAP 12.6

NO	Zona Proteksi	Arus Hubung Singkat	Arus Hubung Singkat
		3 Fasa $\frac{1}{2}$ Cycle Ampere	2 Fasa 30 Cycle Ampere
1.	Zona Proteksi 1	24.830	17.640
2.	Zona Proteksi 2	9.220	7.421
3.	Zona Proteksi 3	3.028	2.499
4.	Zona Proteksi 4	3.058	2.610
5.	Zona Proteksi 5	3.008	2.810
6.	Zona Proteksi 6	3.108	2.492
7.	Zona Proteksi 7	2881	2.448

#### 4.3.2 Selisih Hubung Singkat Dari Hasil Perhitungan Manual Dengan Simulasi Software ETAP 12.6 pada 3 fasa ½ cycle dan 2 Fasa 30 cycle.

Tabel 4.4 perbandingan manual dan software etap 3 fasa ½ cycle.

No	Zona Proteksi	Arus Hubung Singkat 3 fasa ½ Cycle ( Manual)	Arus Hubung Singkat 3 Fasa ½ cycle (Software ETAP)	Selisih (%)
1.	Zona Proteksi 1	21.194,6	24.830	14,64
2.	Zona Proteksi 2	5.828,51	9.220	36,78
3.	Zona Proteksi 3	2.496,94	3.028	17,53
4.	Zona Proteksi 4	2.477,3	3.058	18,98
5.	Zona Proteksi 5	2.938,74	3.008	2,30
6.	Zona Proteksi 6	2.790,25	3.108	10,22
7.	Zona Proteksi 7	2.725,02	2881	4,48
Rata-Rata				14,99



Tabel 4.5 perbandingan manual dan software etap pada 2 fasa 30 cycle

No	Zona Proteksi	Arus Hubung Singkat 2 fasa 30 Cycle ( Manual)	Arus Hubung Singkat 2 Fasa 30 cycle (Software ETAP)	Selisih (%)
1.	Zona Proteksi 1	8.829,43	17.640	49,94
2.	Zona Proteksi 2	4.659,22	7.421	37,21
3.	Zona Proteksi 3	1.922,86	2.499	23,05
4.	Zona Proteksi 4	1.912,53	2.610	18,98
5.	Zona Proteksi 5	1.902,32	2.810	32,30
6.	Zona Proteksi 6	1.910,10	2.492	23,35
7.	Zona Proteksi 7	1.922,85	2.448	21,45
Rata-Rata				29,47

#### 4.3.3 Perhitungan *Ressetting* Koordinasi Relai Arus Lebih Berdasarkan Data Arus Hubung Singkat Hasil Simulasi Software ETAP 12.6

##### 1. Relai I/C to PSS From Generator Turbine

Rasio CT = 4000/5

Karakteristik IEC *Normaly Inverse*

##### a. Setting Inverse

- Setting premier =  $1,05 \times \text{FLA } 34$   
=  $1,05 \times 2627,43$   
= 2758,80 A

- Setting sekunder = Iset primer/ Rasio CT  
= 2758,80/(4000/5)  
=3,45 A

Jadi, set sekunder = 3,5A

$$\text{Set primer} = 3,5 \times \frac{4000}{5} = 2800 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left(\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1\right)}{b}$$

$$K = \frac{1,69 \times \left(\left(\frac{24380}{2800}\right)^{0,02} - 1\right)}{0,14} = 0,53$$

Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,53 \times 0,14}{\left(\frac{24830}{2800}\right)^{0,02} - 1} = 1,67$$

#### b. Setting Instantaneous

- Setting Primer =  $0,8 \times I_{sc} \text{ Min } 1$   
=  $0,8 \times 17,640 = 14112$
- Setting Sekunder = Iset primer / rasio CT  
=  $14112 / 4000/5 = 17,64$

Jadi, set sekunder = 17,65 A

Set primer =  $17,65 \times \frac{4000}{5} = 14120$

- Time Delay = 0,05 detik

## 2. Relai to 2P1-1S1 (Quarry Fdr S/s)

Rasio CT = 1000/5

Karakteristik IEC *Normal inverse*

### a. Setting Inverse

- Setting Primer =  $1,05 \times \text{FLA } 33$   
=  $1,05 \times 350,32 = 367,83 \text{ A}$
- Setting Sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
=  $367,83 / (1000/50) = 1,84 \text{ A}$

Jadi, Set sekunder = 2 A

Set Primer =  $2 \times \frac{1000}{5} = 400 \text{ A}$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left(\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1\right)}{b}$$

$$K = \frac{1,39 \times \left(\left(\frac{24380}{400}\right)^{0,02} - 1\right)}{0,14} = 0,85$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,85 \times 0,14}{\left(\frac{24380}{400}\right)^{0,02} - 1} = 1,39 \text{ detik}$$

b. Setting *Instantaneous*=

- Setting Primer = 0,8 X Isc Min 1  
= 0,8 X 17640 = 14112
- Seting Sekunder = Iset primer / rasio CT  
= 14112 / 1000/5 = 70,56

Jadi, set sekunder = 75,6 A

Set primer =  $75,6 \times \frac{1000}{5} = 14120$

- Time Delay = 0,05 detik

3. Relai O/G to P\_2P1-1T1

Rasio CT = 1250/5

Kareteristik *Normal Inverse*

a. Setting Inverse

- Setting Primer = 1,05 X FLA  
= 1,05 X 262,74 = 275,88 A

- Setting Sekunder = Isetprimer / rasio CT  
= 275,88 / (1250/5) = 1,1 A

Jadi, Set Sekunder = 1,1 A

$$\text{Set Primer} = 1,1 \times \frac{1250}{5} = 275 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left( \left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1 \right)}{b}$$

$$K = \frac{0,88 \times \left( \left( \frac{9220}{275} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = 0,57$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip

$$t_b = \frac{k + b}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,57 \times 0,14}{\left( \frac{9220}{275} \right)^{0,02} - 1} = 1,09 \text{ detik}$$

b. Setting *Instantaneous* =

- Setting Primer = 0,8 X Isc Min 1

$$= 0,8 \times 7421 = 5936,8$$

- Setting Sekunder = Iset primer / rasio CT
- =  $5936,8 / 1250/5 = 23,7$

Jadi, set sekunder = 23,7 A

Set primer =  $23,7 \times \frac{1250}{5} = 5925$

- Time Delay = 0,05 detik

#### 4. Relai I/C to 2P1-1S2 (LSS 3)

Rasio CT = 400/5

Karakteristik IEC *Normal Inverse*

##### a. Setting Inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 31
- =  $1,05 \times 87,58 = 91,96 \text{ A}$
- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT
- =  $91,96 / (400/5) = 1,15 \text{ A}$

Jadi, Set sekunder = 1,15 A

Set primer =  $1,15 \times \frac{400}{5} = 120 \text{ A}$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left(\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1\right)}{b}$$

$$K = \frac{0,6 \times \left(\left(\frac{9220}{120}\right)^{0,02} - 1\right)}{0,14} = 0,38$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip

$$t_b = \frac{k + b}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,38 \times 0,14}{\left(\frac{9220}{120}\right)^{0,02} - 1} = 0,58 \text{ detik}$$

b. Setting *Instantaneous* =

- Setting Primer = 0,8 X Isc Min 1  
= 0,8 X 7421 = 5938,8
- Seting Sekunder = Iset primer / rasio CT  
= 5938,8 / 400/5 = 74,21

Jadi, set sekunder = 74,2 A

Set primer =  $74,2 \times \frac{400}{5} = 5936$

- Time Delay = 0,05 detik

## 5. Relai I/C to OLBC Bus S5

Rasio CT = 100/5

Karateristik IEC *Standard Inverse*

a. Setting inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 29

$$\approx = 1,05 \times 44,4 = 46,62 \text{ A}$$

- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
= 46,62 / (100/5) = 2,33 A

$$\text{Jadi, set sekunder} = 2,4 \text{ A}$$

$$\text{Set primer} = 2,4 \times \frac{100}{5} = 48 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left( \left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1 \right)}{b}$$

$$K = \frac{0,3 \times \left( \left( \frac{3028}{48} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = 0,19$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,19 \times 0,14}{\left( \frac{3028}{48} \right)^{0,02} - 1} = 0,3 \text{ detik}$$

b. Setting Instantaneous = -



## 6. Relai I/C to OLBC Bus S4

Rasio CT = 100/5

Karateristik IEC *Standard Inverse*

## a. Setting Inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 23  
= 1,05 X 59,64 = 62,62 A
- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
= 62,62 / (100/5) = 3,13 A

Jadi, set sekunder = 3,2 A

$$\text{Set primer} = 3,2 \times \frac{100}{5} = 64 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left(\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1\right)}{b}$$

$$K = \frac{0,3 \times \left(\left(\frac{3058}{64}\right)^{0,02} - 1\right)}{0,14} = 0,17$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,17 \times 0,14}{\left(\frac{3058}{64}\right)^{0,02} - 1} = 0,3 \text{ detik}$$

b. Setting Instantaneous = -

## 7. Relai I/C to OLBC Bus S3

Rasio CT = 100/5

Karakteristik IEC *standard inverse*

a. Setting inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 17  
= 1,05 X 89,77 = 94,2 A
- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
= 94,2 / (100/5) = 4,71 A

Jadi, set sekunder = 4,7 A

$$\text{Set primer} = 4,7 \times \frac{100}{5} = 94 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left(\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1\right)}{b}$$

$$K = \frac{0,3 \times \left(\left(\frac{3008}{94}\right)^{0,02} - 1\right)}{0,14} = 0,15$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,15 \times 0,14}{\left(\frac{3008}{94}\right)^{0,02} - 1} = 0,31 \text{ detik}$$

b. Setting Instantaneous = -

#### 8. Relai I/C to OLBC Bus S2

Rasio CT = 100/5

Karateristik IEC *standard inverse*

##### a. Setting inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 10  
= 1,05 X 70,50 = 71,91 A
- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
= 71,91 / (100/5) = 3,59 A

Jadi, set sekunder = 3,6 A

$$\text{Set primer} = 3,6 \times \frac{100}{5} = 72 \text{ A}$$

- TMS  
Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left(\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1\right)}{b}$$

$$K = \frac{0,3 \times \left(\left(\frac{3108}{72}\right)^{0,02} - 1\right)}{0,14} = 0,18$$

- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyaratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^a - 1} + L$$

$$t_b = \frac{0,18 \times 0,14}{\left(\frac{3108}{72}\right)^{0,02} - 1} = 0,32 \text{ detik}$$

b. Setting Instantaneous = -

## 9. Relai to OLBC Bus S1

Rasio CT = 100/5

Karakteristik IEC *standard inverse*

c. Setting inverse

- Setting primer = 1,05 X FLA 5  
= 1,05 X 47,81 = 50,20 A
- Setting sekunder = Isetprimer / Rasio CT  
= 50,20 / (100/5) = 2,5 A

Jadi, set sekunder = 2,5 A

$$\text{Set primer} = 2,5 \times \frac{100}{5} = 50 \text{ A}$$

- TMS

Setelah waktu awal relai ditentukan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan TMS seperti berikut:

$$k = \frac{(t_a - L) \times \left( \left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1 \right)}{b}$$

$$K = \frac{0,3 \times \left( \left( \frac{2881}{50} \right)^{0,02} - 1 \right)}{0,14} = 0,18$$

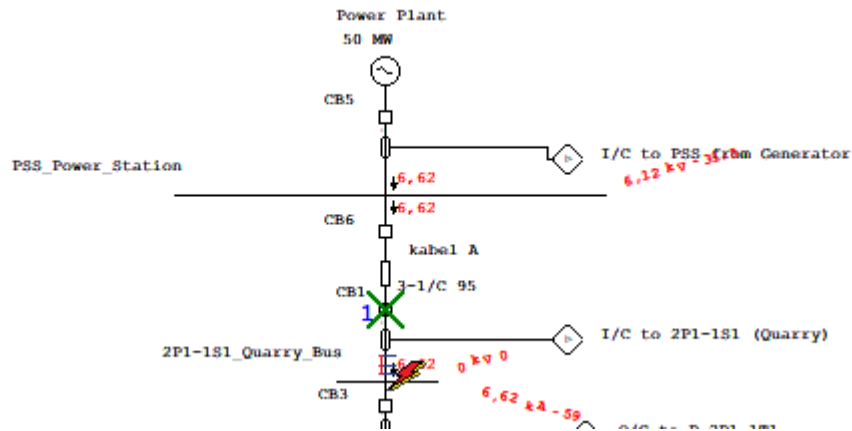
- Kosntanta a bernilai 0,02, konstanta L bernilai 0, dan kosntanta b bernilai 0,14 karena kareteristik yang dipakai adalah IEC Standard Inverse / Normali Inverse. Setelah selesai mendapatkan nilai TMS maka selanjutnya menghitung waktu kerja yang digunakan untuk mengisyratkans PMT untuk trip.

$$t_b = \frac{k + b}{\left( \frac{I}{I_s} \right)^a - 1} + L$$

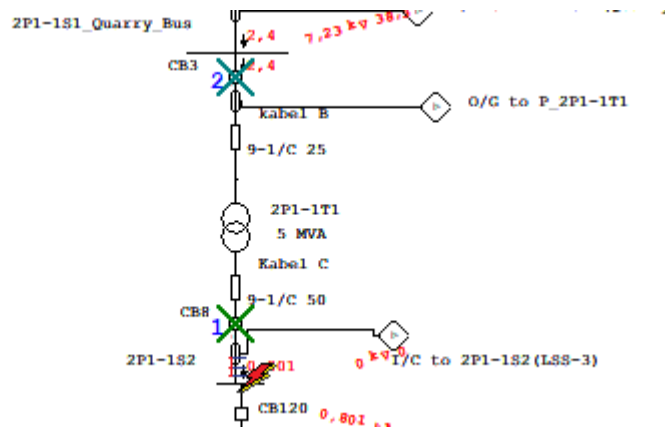
$$t_b = \frac{0,18 \times 0,14}{\left( \frac{2752,02}{50} \right)^{0,02} - 1} = 0,3 \text{ detik}$$

d. Setting Instantaneous = -

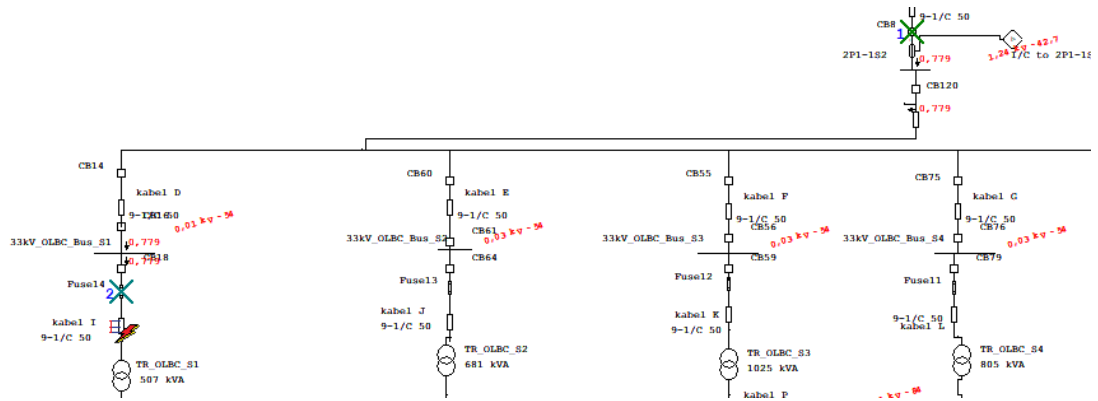
#### 4.3.4 Unjuk Kerja Koordinasi Proteksi relai Arus Lebih Hasil Reseting Menggunakan Perhitungan Manual.



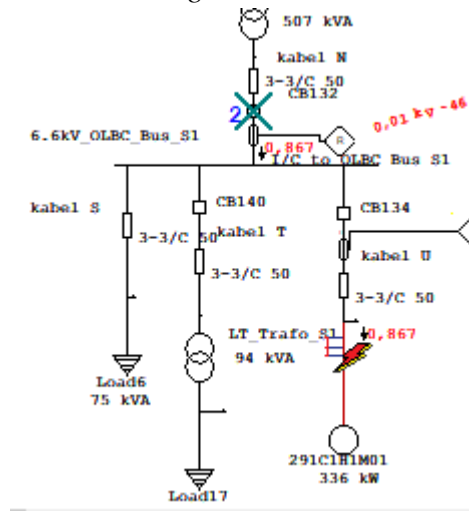
**Gambar 4.32** Simulasi *Reseting* Koordinasi Zona Proteksi 1



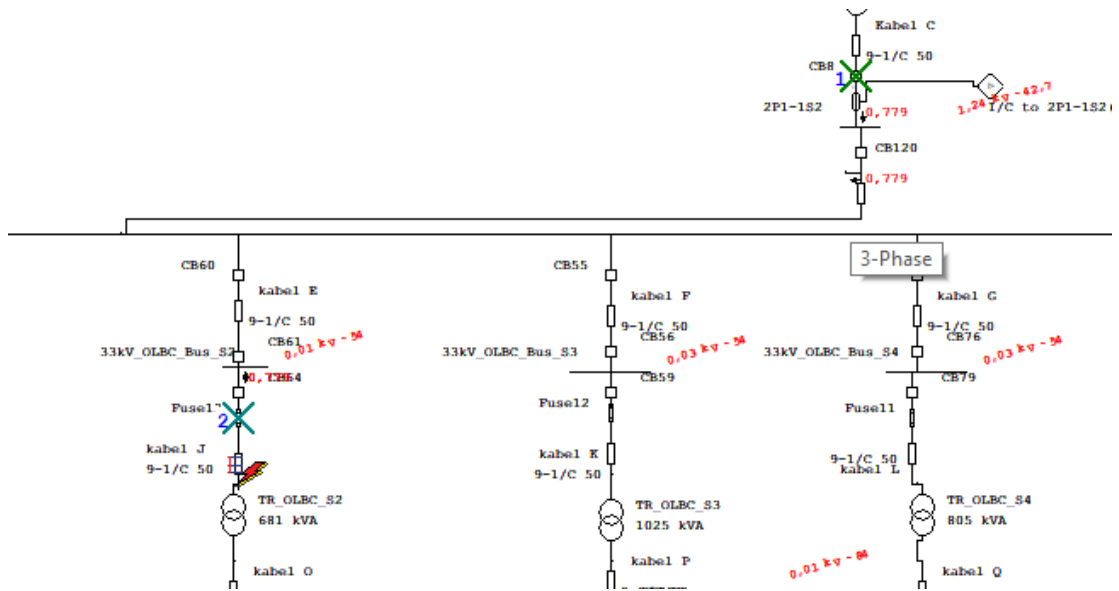
**Gambar 4.33** Simulasi *Reseting* Koordinasi Zona Proteksi 2



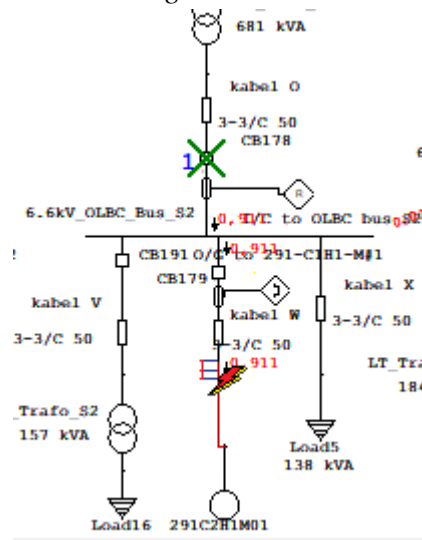
Gambar 4.34 Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 3 ( Pertama )



Gambar 4.35 Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 3 ( Kedua )

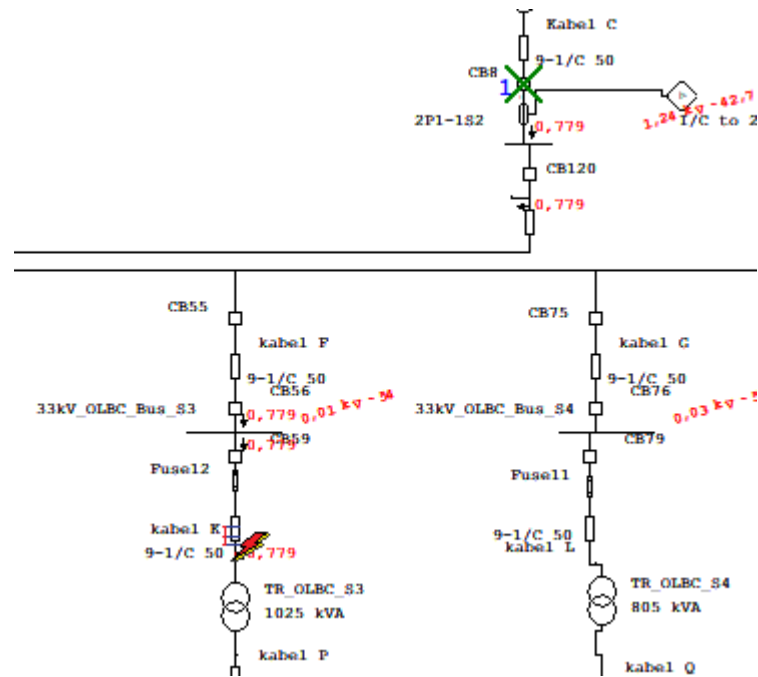


Gambar 4.36 Simulasi *Reseting* Koordinasi Zona Proteksi 4 ( Pertama )

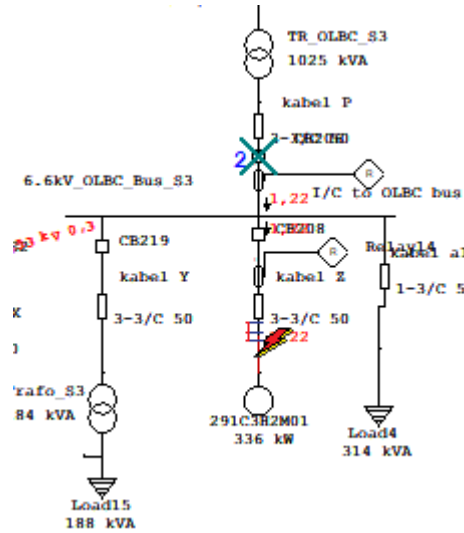


Gambar 4.37 Simulasi *Reseting* Koordinasi Zona Proteksi 4 ( Kedua )

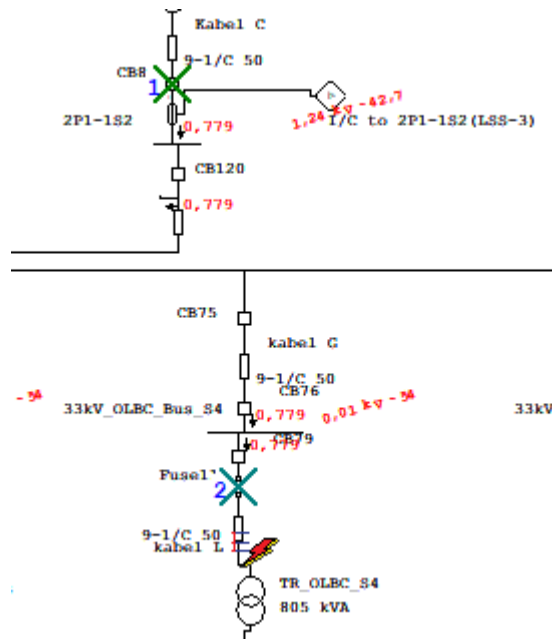




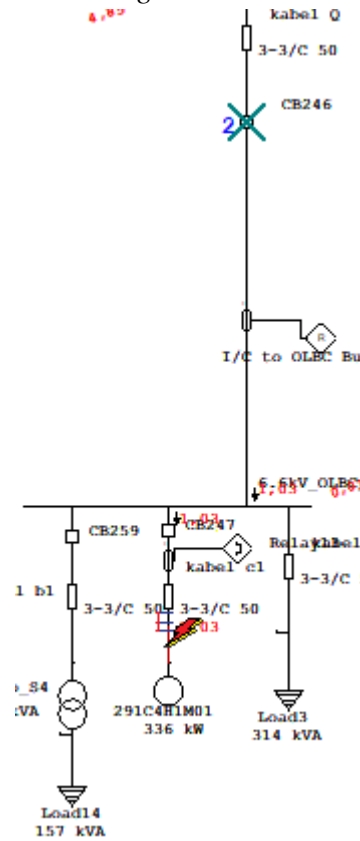
Gambar 4.38 Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 5 ( Pertama )



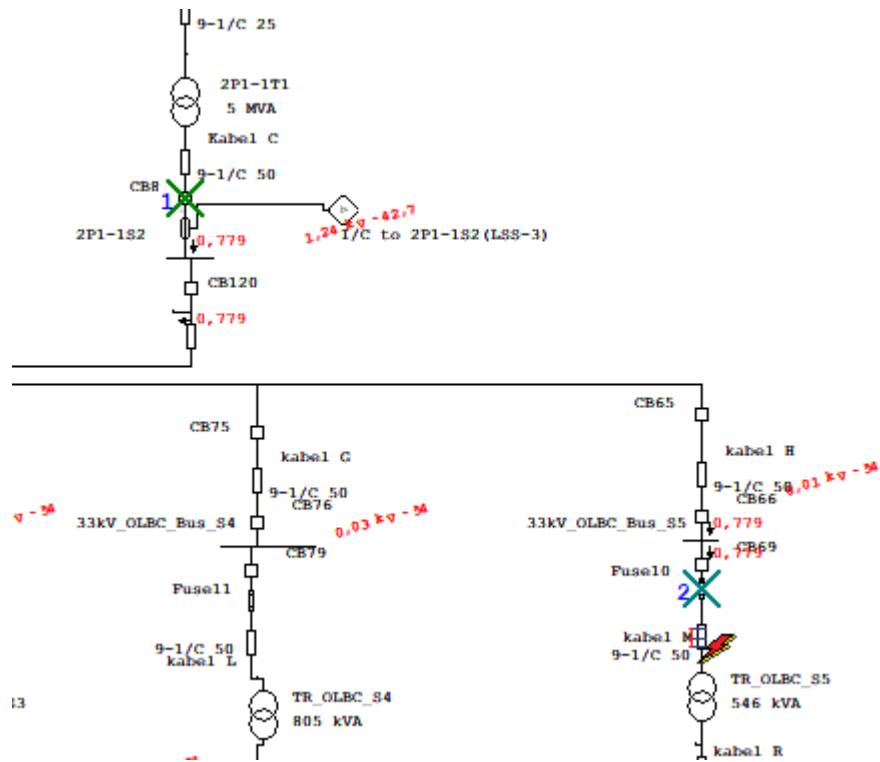
Gambar 4.39 Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 5 ( Kedua )



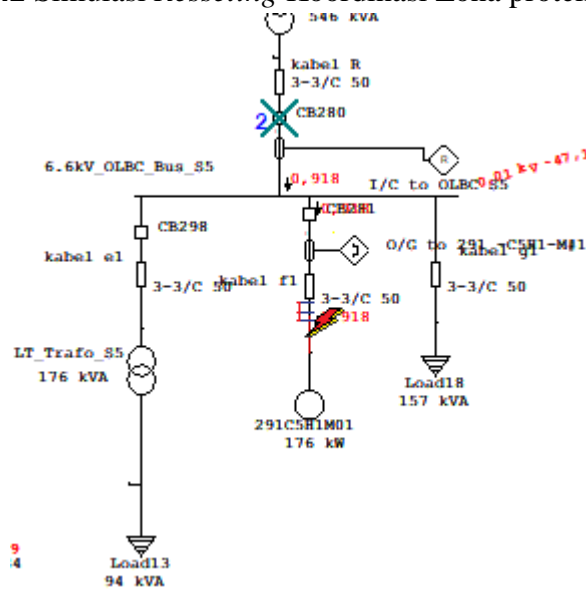
Gambar 4.40 Simulasi *Ressetting* koordinasi Zona Proteksi 6 ( Pertama )



Gambar 4.41 Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 6 ( Kedua )



Gambar 4.42 Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona proteksi 7 ( Pertama )



Gambar 4.43 Simulasi *Ressetting* Koordinasi Zona Proteksi 7 ( Kedua )

Tabel 4.6 Analisis perbandingan dari masing-masing setingan koordinasi proteksi relai arus lebih

No.	Nama Relai	Setting Lapangan	Ressetting Manual	Ressetting ETAP 12.6
1.	I/C to PSS fro STG_Turbine Generator	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 0,95 Ampere Time Dial : 0,20 Instant : 4,00 Ampere Delay : 0,65 Second Rasio C/T : 4000/5	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 3,45 Ampere Time Dial : 0,44 Instant : 8,85 ampere Delay : 0,05 second Rasio C/T : 4000/5	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 3,45 Ampere Time Dial : 0,53 Instant : 17,64 Ampere Delay : 0,05 Second Rasio C/T : 4000/5
2.	I/C to 2P1-1S1 (Quarry fdr S/s)	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 1,00 Ampere Time Dial : 0,26 Instant : 12,60 Ampere Delay : 0,23 Second Rasio C/T : 1000/5	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 1,84 Ampere Time Dial : 0,7 Instant : 35,5 Ampere Delay : 0,05 Secomd Rasio C/T : 1000/5	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 1,84 Ampere Time Dial : 0,85 Instant : 70,6 Ampere Delay : 0,05 Second Rasio C/T : 1000/5
3.	O/G to P_2P1-1T1	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 0,70 Ampere Time Dial : 0,21 Instant : 9,00 Ampere Delay : 0,03 Second Rasio C/T : 1250/5	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 1,1 Ampere Time Dial : 0,4 Instant : 23,3 Ampere Delay : 0,05 Second Rasio C/T : 1250/5	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 1,1 Ampere Time Dial : 0,57 Instant : 23,7 Ampere Delay : 0,05 Second Rasio C/T : 1250/5

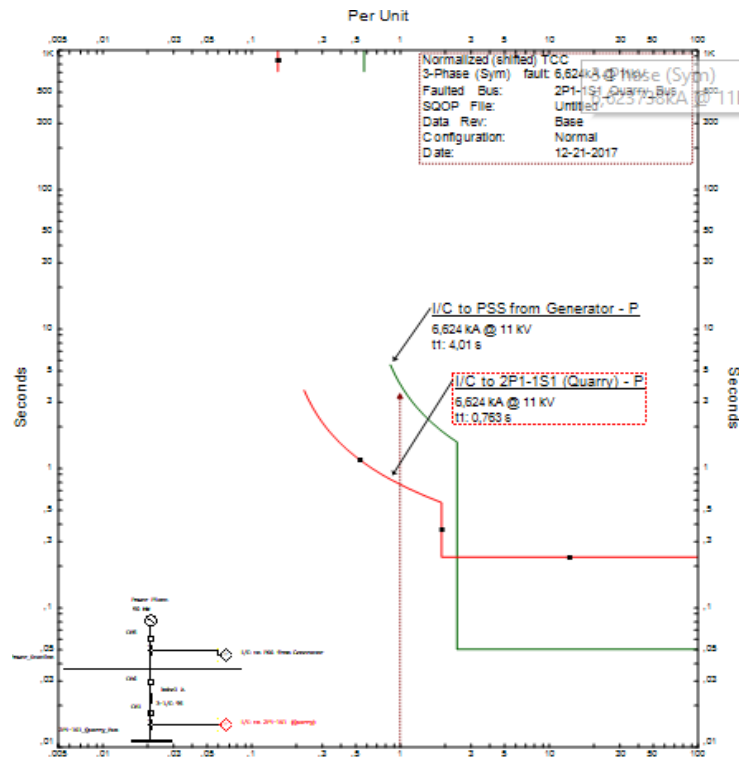
4.	I/C to 2P1-1S2 (LSS 3)	Curve Type IEC- Normal Inverse  Pick Up : 0,75 Ampere  Time Dial : 0,12  Instant : 2,70 Ampere  Delay : 0,45 Second  Rasio C/T : 400/5	Curve Type IEC- Normal Inverse  Pick Up : 1,15 Ampere  Time Dial : 0,34  Instant : 47 Ampere  Delay : 0,05 Second  Rasio C/T : 400/5	Curve Type IEC- Normal Inverse  Pick Up : 1,15 Ampere  Time Dial : 0,38  Instant : 74,2 Ampere  Delay : 0,05 Second  Rasio C/T : 400/5
5.	I/C to OLBC Bus S5	Curve Type IEC- Standard Inverse  Pick Up : 1,45 Ampere  Time Dial : 0.29  Instant : -  Delay : -  Rasio C/T : 100/5	Curve Type IEC- Normal Inverse  Pick Up : 2,4 Ampere  Time Dial : 0,18  Instant : -  Delay : -  Rasio C/T : 100/5	Curve Type IEC- Normal Inverse  Pick Up : 2,4 Ampere  Time Dial : 0,19  Instant : -  Delay : -  Rasio C/T : 100/5
6.	I/C to OLBC Bus S4	Curve Type IEC- Standard Inverse  Pick Up : 2,40 Ampere  Time Dial : 0,28  Instant : -  Delay : -  Rasio C/T : 100/5	Curve Type IEC- Normal Inverse  Pick Up : 3,13 Ampere  Time Dial : 0,16  Instant : -  Delay : -  Rasio C/T : 100/5	Curve Type IEC- Normal Inverse  Pick Up : 3,13 Ampere  Time Dial : 0,17  Instant : -  Delay : -  Rasio C/T : 100/5
7.	I/C to OLBC Bus S3	Curve Type IEC- Standard Inverse  Pick Up : 2,40 Ampere  Time Dial : 0,28  Instant : -  Delay : -  Rasio C/T : 100/5	Curve Type IEC- Normal Inverse  Pick Up : 4,7 Ampere  Time Dial : 0,15  Instant : -  Delay : -  Rasio C/T : 100/5	Curve Type IEC- Normal Inverse  Pick Up : 4,7 Ampere  Time Dial : 0.15  Instant : -  Delay : -  Rasio C/T : 100/5

8.	I/C to OLBC Bus S2	Curve Type IEC- Standard Inverse Pick Up : 1,45 Ampere Time Dial : 0,27 Instant : - Delay : - Rasio C/T : 100/5	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 3,6 Ampere Time Dial : 0,16 Instant : - Delay : - Rasio C/T : 100/5	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 3,6 Ampere Time Dial : 0,18 Instant : - Delay : - Rasio C/T : 100/5
9.	I/C to OLBC Bus S1	Curve Type IEC- Standard Inverse Pick Up : 1,45 Ampere Time Dial : 0,27 Instant : - Delay : - Rasio C/T : 100/5	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 2,5 Ampere Time Dial : 0,18 Instant : - Delay : - Rasio C/T : 100/5	Curve Type IEC- Normal Inverse Pick Up : 2,5 Ampere Time Dial : 0,18 Instant : - Delay : - Rasio C/T : 100/5
10.	Fuse OG to TR OLBC S5	Pick Up : 200 A	Pick Up : 16,3 A	Pick Up : 16,3 A
11.	Fuse OG to TR OLBC S4	Pick Up : 200 A	Pick Up : 24,7 A	Pick Up : 24,7 A
12.	Fuse OG to TR OLBC S3	Pick Up : 200 A	Pick Up : 31,4 A	Pick Up : 31,4 A
13.	Fuse OG to TR OLBC S2	Pick Up : 200 A	Pick Up : 20,9 A	Pick Up : 20,9 A
14.	Fuse OG to TR OLBC S1	Pick Up : 200 A	Pick Up : 15,6 A	Pick Up : 15,6 A

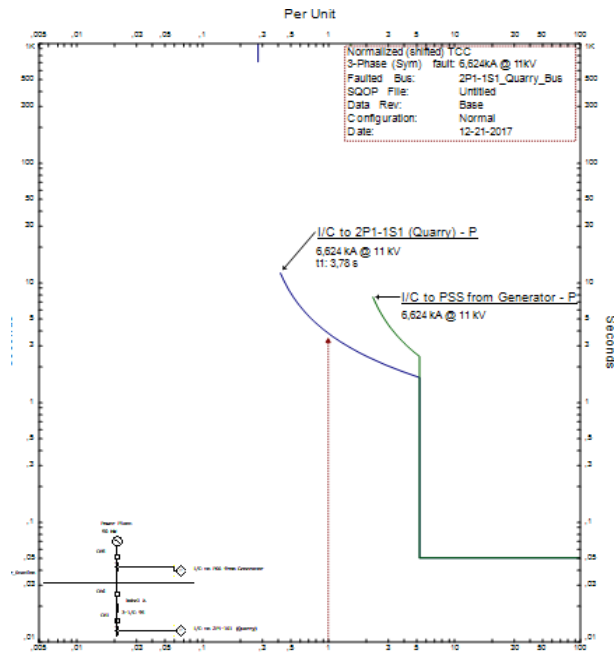
#### 4.4.1 Perbandingan settingan koordinasi proteksi relai arus lebih zona proteksi 1

Berikut grafik TCC dari ketiga setinggan yang terpasang dan disimulasikan pada zona proteksi 1. Dimana ada settingan koordinasi proteksi relai arus lebih yang

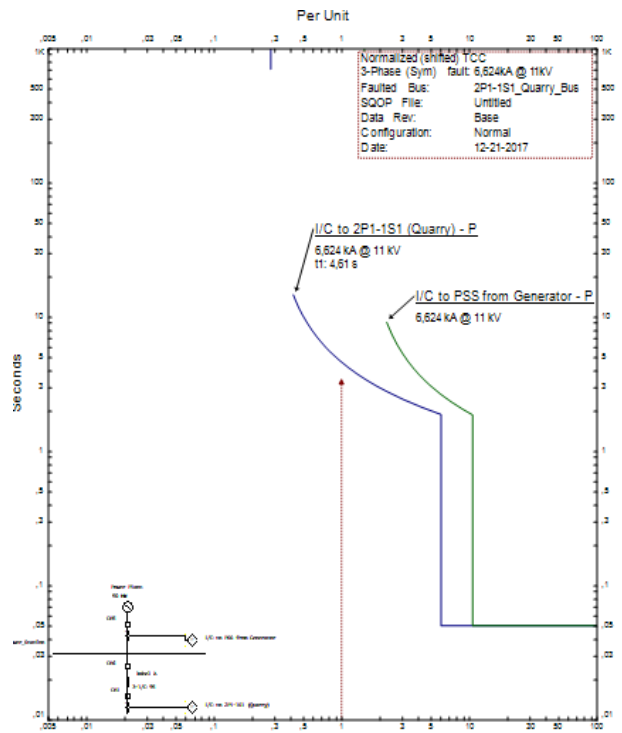
terpasang dilapangan, resetting koordinasi proteksi relai arus lebih menggunakan perhitungan manual, resetting koordinasi proteksi relai arus lebih menggunakan software ETAP akan ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.44** Grafik TCC setting di lapangan



Gambar 4.45 Grafik TCC Ressetting manual



Gambar 4.46 Grafik TCC Ressetting simulasi ETAP



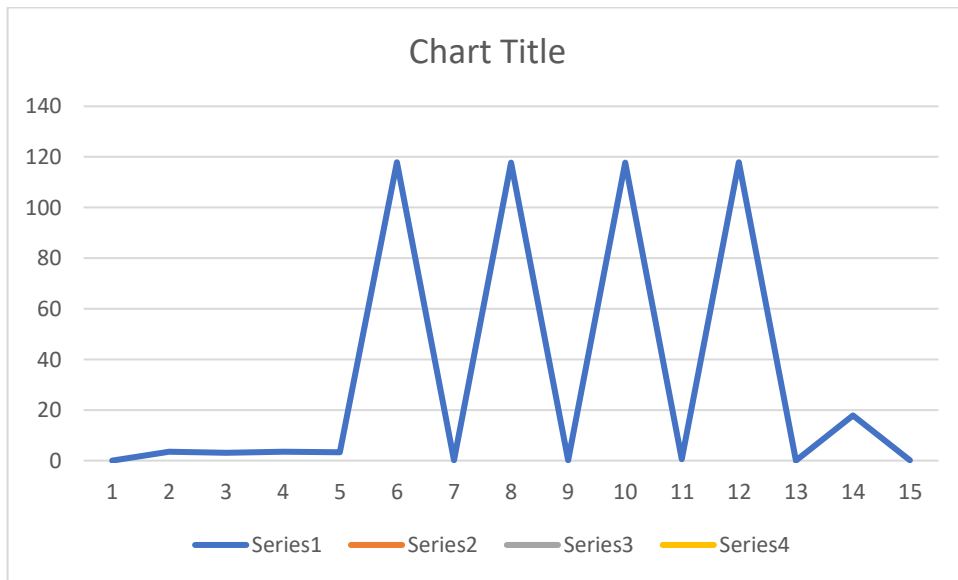
Dari grafik TCC yang telah disimulasikan baik dari lapangan, manual dan software ETAP sudah berjalan dengan baik. Hal ini ditunjukkan pada gambar pada setingan dilapangan, manual, dan software ETAP relai bekerja secara berurutan, yang membedakan hanya pada margine time antar relai pada setinggalan lapangan menunjukkan margine time sebesar 3,25 detik, pada setingan manual margine time 3,01 dan menggunakan software ETAP 2,16 dengan standar margine time ialah 0,2 – 0,3 berdasarkan standar IEEE 242.

#### 4.4.2 Perbandingan selisih waktu kerja relai pada setia zona proteksi saat adanya hubung singkat

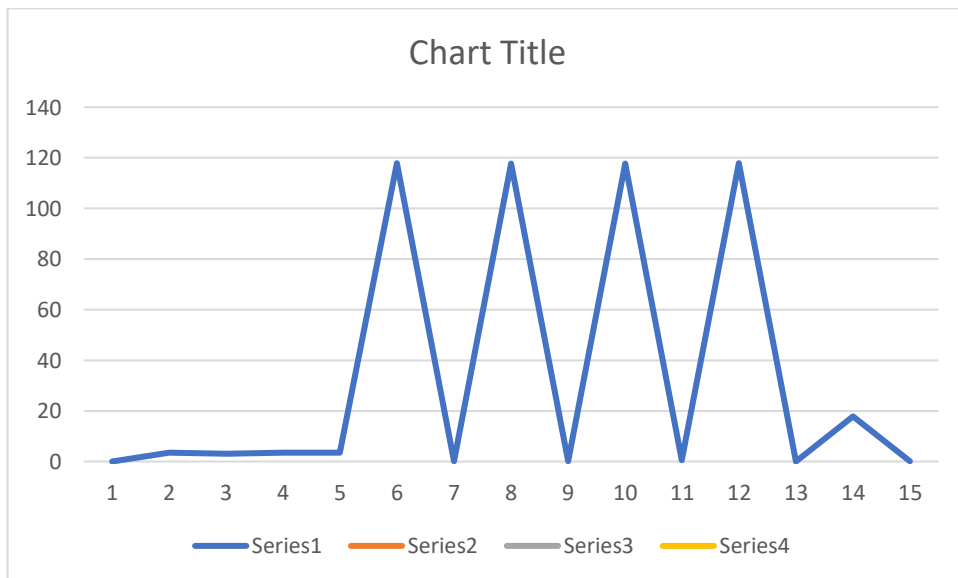
Tabel 4.7 Tabel perbandingan selisih waktu kerja relai setiap zon proteksi saat terjadinya hubung singkat.

Besar Arus Gangguan	Nama Relai	Waktu kerja Relay ( Detik )			Selisih waktu hasil Manual-lapangan (detik)	Selisih waktu hasil Manual-ETAP (detik)
		$t_{manual}$	$t_{lapangan}$	$t_{etap}$		
Zona Proteksi 1	I/C to PSS from STG_Turbine	7,57	4,01	9,11	3,56	1,54
	I/C to 2P1-1S1 (Quarry)	3,78	0,76	4,61	3,06	0,83
Zona Proteksi 2	O/G to P_2P1-1T1	4,99	1,44	7,11	5,55	2,12
	I/C to 2P1-1S2	4,27	0,87	4,77	3,4	0,5

Zona Proteksi 3	O/G to Tr OLBC S5	<0,01	117,9	<0,01	117,9	0
	I/C to OLBC Bus S5	0,96	1,04	1,02	0,08	0,06
Zona Proteksi 4	O/G to Tr OLBC S4	<0,01	117,8	<0,01	117,8	0
	I/C to OLBC Bus S4	0,83	1,01	0,88	0,18	0,05
Zona Proteksi 5	O/G to Tr OLBC S3	<0,01	117,8	<0,01	117,8	0
	I/C to OLBC Bus S3	0,63	1,18	0,63	0,55	0
Zona Proteksi 6	O/G to Tr OLBC S2	<0,01	117,9	<0,01	117,9	0
	I/C to OLBC Bus S2	1,32	1,32	0,85	0	0,47
Zona Proteksi 7	O/G to Tr OLBC S1	<0,01	117,8	<0,01	117,8	0
	I/C to OLBC Bus S1	0,93	1,08	0,93	0,16	0
Rata-Rata					35,98	0,39



**Gambar 4.47** Grafik waktu relai antara manual dengan ETAP



**Gambar 4.48** Grafik waktu relai antara manual dengan Lapangan

Dari table diatas dapat diamati bahwa selisih waktu kerja settingan koordinasi proteksi relai arus lebih yang dipasang dilapangan secara rata-rata sangat tinggi yaitu 35,98 detik dan dimana memiliki selisih yang sangat besar adalah 117,9 detik. Sedangkan pada resseting kordinasi proteksi relai arus lebih menggunakan perhitungan manual memiliki rata-rata selisih 0,39 detik dengan memiliki selisih tertinggi senilai 1,54 detik. Dapat ditarik kesimpulan hasil setiingan koordinasi lapangan yang di amati sangat memiliki selisih yang sangat besar karena pada setiingan fuse yang dipasang dilapangan memiliki waktu kerja relai yang sangat besar yaitu pada fuse O/G to OLBC S5, fuse O/G to OLBC S4, fuse O/G to OLBC S3, fuse O/G to OLBC S2, fuse O/G to OLBC S1 dimana memiliki selisih waktu yang sangat besar yaitu mencapai rata-rata sam 117,9. berbanding dengan resseting menggunakan perhitungan manual dimana perbedaan selisih tidak terlalu jauh dn masih dibatas wajar, dapat kita simpulkan bahwa resseting koordinasi relai arus lebih menggunakan perhitungan manual menghasilkan koordinasi relai arus lebih yang sangat baik dan sma dengan resseting kordinasi proteksi relai arus lebih menggunakan software ETAP.