

Pengaruh Sistem Pentanahan Netral pada Perhitungan *Arc Flash* di PT. Antam (Persero) Tbk. Pomalaa

Oleh:
Firilia Filiana

Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Margo Pujiantara, MT
Dedet Candra Riawan, ST., M.Eng., Ph.D.

Latar Belakang

- Gangguan yang sering terjadi di sistem tenaga ialah gangguan hubung singkat
- Gangguan ini lebih lanjut dapat menimbulkan busur api yang berbahaya dan bersifat merusak
- Energi busur api dipengaruhi oleh beberapa parameter.
- Salah satu parameter yang berpengaruh ialah arus gangguan
- Penggunaan pentanahan dapat mengurangi nilai arus gangguan ke tanah

Permasalahan

- Energi busur api yang dihasilkan saat terjadi gangguan ke tanah
- Pengaruh pentanahan terhadap setting rele pengaman
- Energi busur api setelah menggunakan pentanahan

Batasan Masalah

- Perhitungan energi busur api menggunakan IEEE Std. 1584-2002
- Pentanahan yang diganti ialah pentanahan sekunder Trafo 4
- Gangguan yang terjadi ialah gangguan satu fasa ke tanah

Tujuan

- Menentukan energi busur api akibat gangguan satu fasa ke tanah
- Menentukan energi busur api setelah penambahan pentanahan di Trafo TR4

Gangguan

- Didefinisikan sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen, atau suatu elemen untuk bekerja sesuai dengan fungsinya.
- Gangguan hubung singkat menyebabkan arus gangguan yang sangat tinggi
- Akhirnya pada titik hubung singkat sendiri terjadi pelepasan energi dalam bentuk busur.

Busur Api

- Terjadi ketika tegangan antara dua titik melebihi kekuatan dielektrik udara. Udara dan kontak menjadi panas dan melepaskan energi.
- Kejadian busur api menghasilkan arus busur api yang dapat dirumuskan sebagai:
 - $\lg I_a = 0,00404 + 0,983 \lg I_{bf}$
 - $I_a = 10^{\lg I_a}$

Energi busur api

- $\lg E_n = K1 + K2 + 1,081 \lg I_a + 0,0011 G$
- $E_n = 10^{\lg E_n}$
- $$E = 4,184 C_f E_n \left(\frac{t}{0,2} \right) \left(\frac{610^x}{D^x} \right)$$
- Keterangan:
- K1 = Konstanta (-0,792 untuk konfigurasi terbuka; -0,555 untuk konfigurasi tertutup)
- K2 = Konstanta (0 untuk ungrounded dan HRG; -0,113 untuk grounded system)
- D = jarak dari titik busur api ke manusia (mm)
- $C_f = 1$ untuk tegangan < 1 kV; 1,5 untuk tegangan ≥ 1 kV
- t = waktu terjadinya busur (detik)

Energi busur api (lanjutan)

G = jarak antar konduktor (mm)

x = eksponen jarak

Nilai G dan x dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tegangan sistem (kV)	Jenis Peralatan	Jarak antar Konduktor (mm)	Faktor x
0,208 – 1	Open air	10 – 40	2,000
	Switchgear	32	1,473
	MCC dan Panel	25	1,641
	Cable	13	2,000
> 1 – 5	Open air	102	2,000
	Switchgear	13 – 102	0,973
	Cable	13	2,000
>5 – 15	Open air	13 – 153	2,000
	Switchgear	153	0,973
	Cable	13	2,000

Rele Pengaman

Gangguan → rele pengaman → pemutus

- Setting rele pengaman:
 - Arus
 - Waktu

Sistem Pentanahan

- Sistem dari suatu konduktor di mana setidaknya satu konduktor yang dengan sengaja di tanahkan, baik menggunakan pentanahan solid atau melewati peralatan pembatas arus

Pentanahan

Peralatan

Sistem

- Solid
- high resistance
- low resistance
- high impedance
- low impedance

Metode

Resetting OCR

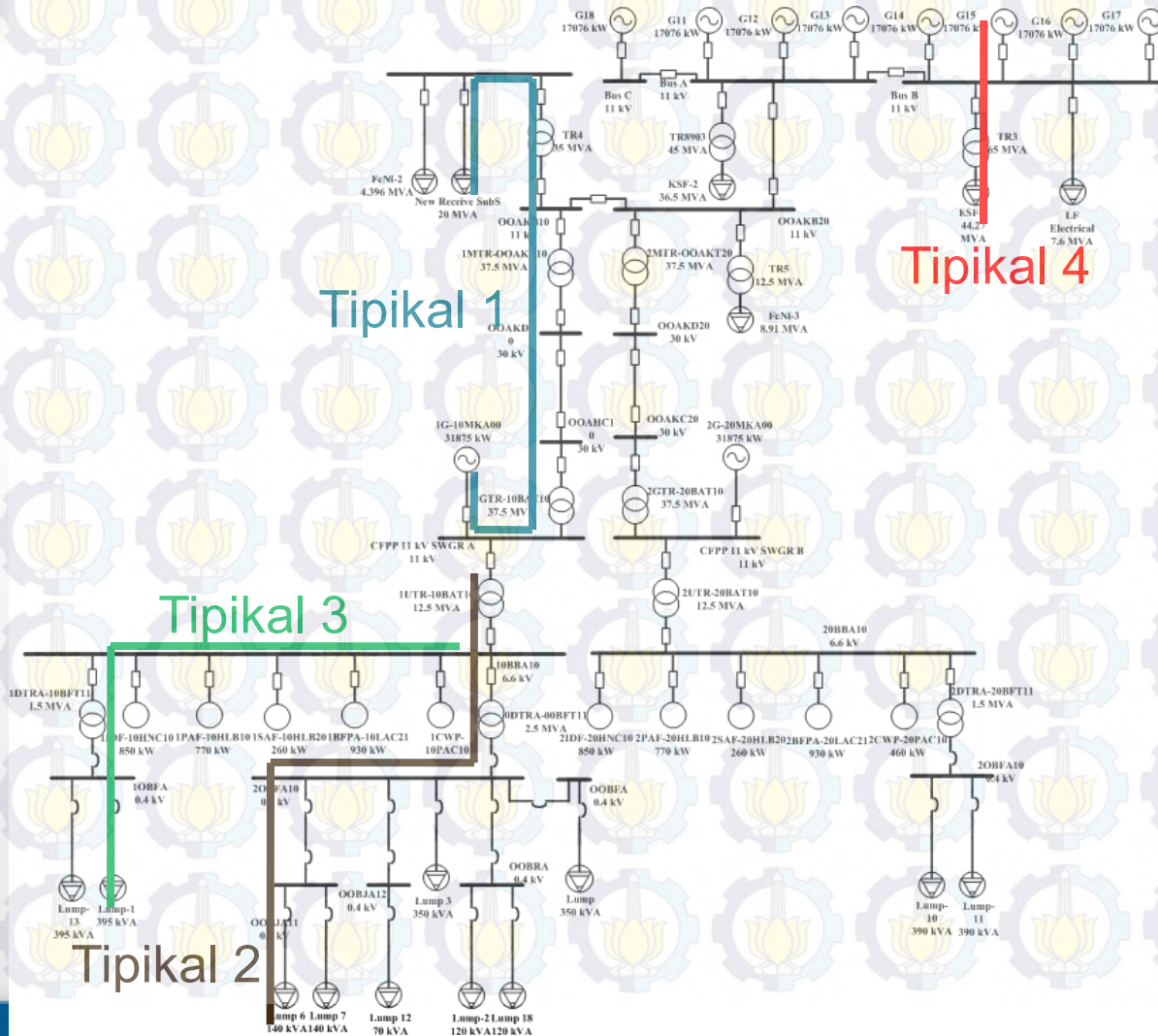
```
graph TD; A[Resetting OCR] --> B[Mengganti Pentanahan]; B --> C[Setting GFR]; C --> D[Menghitung Insiden Energi];
```

Mengganti Pentanahan

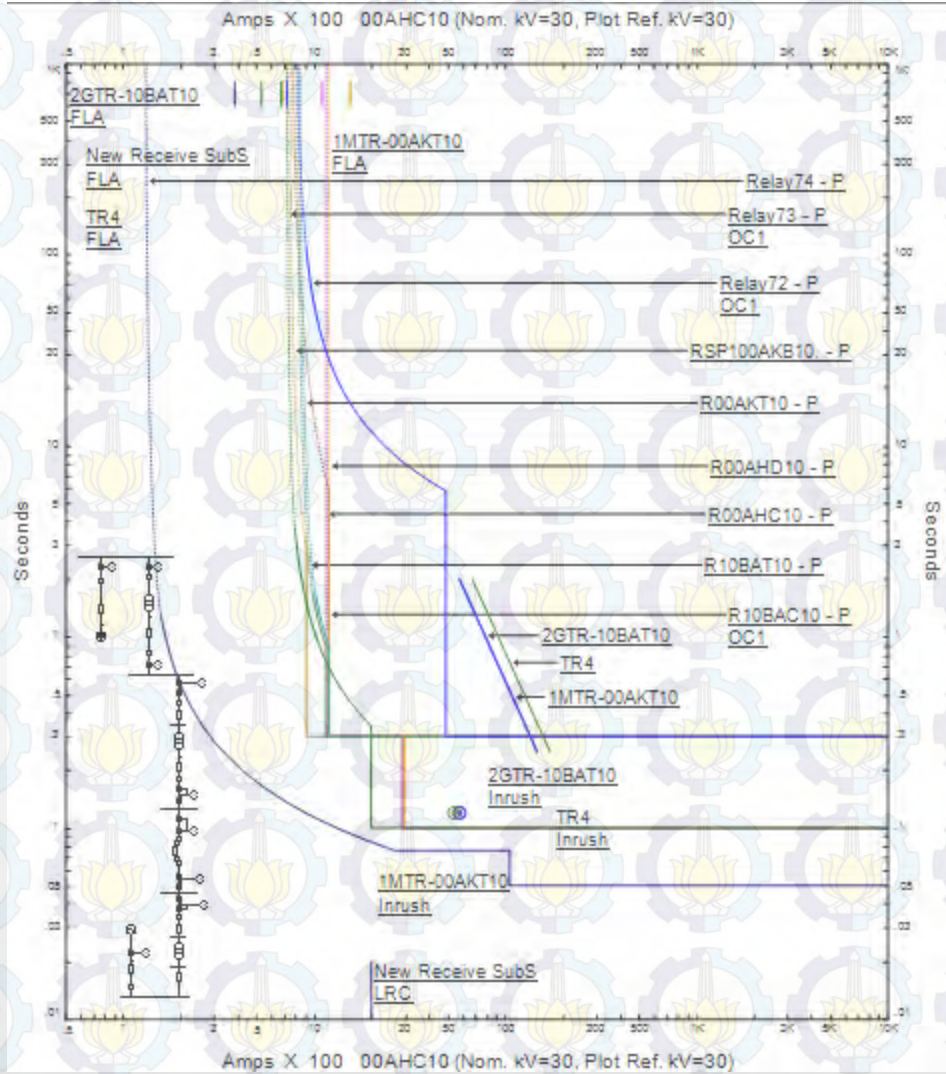
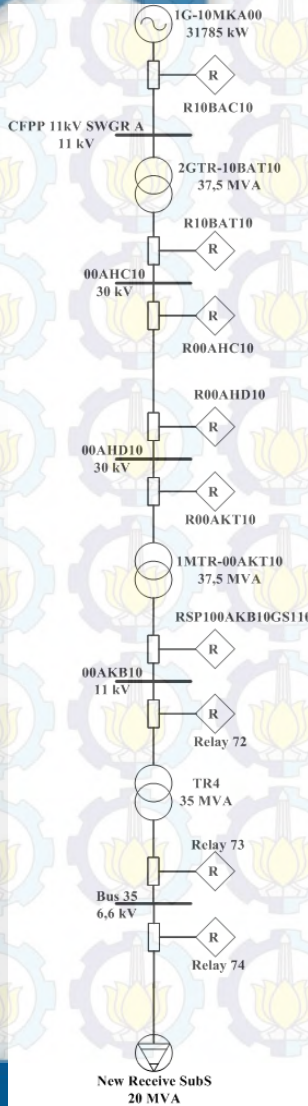
Setting GFR

Menghitung Insiden Energi

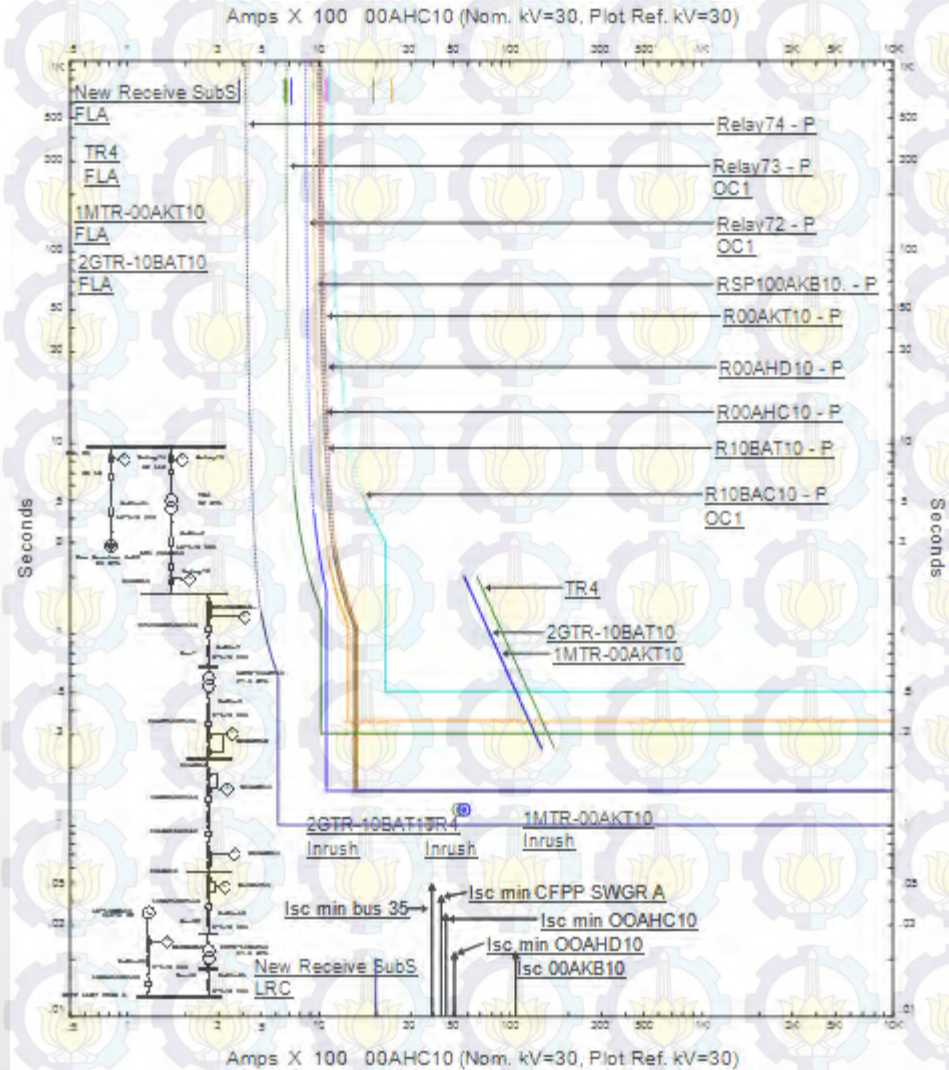
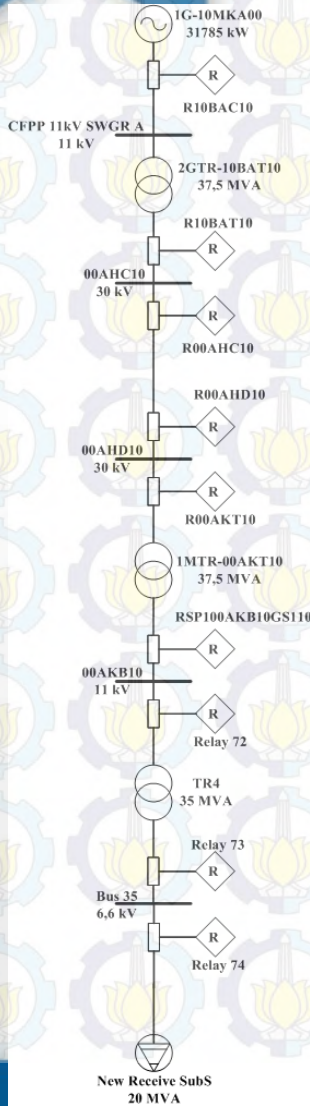
Tipikal Resetting OCR



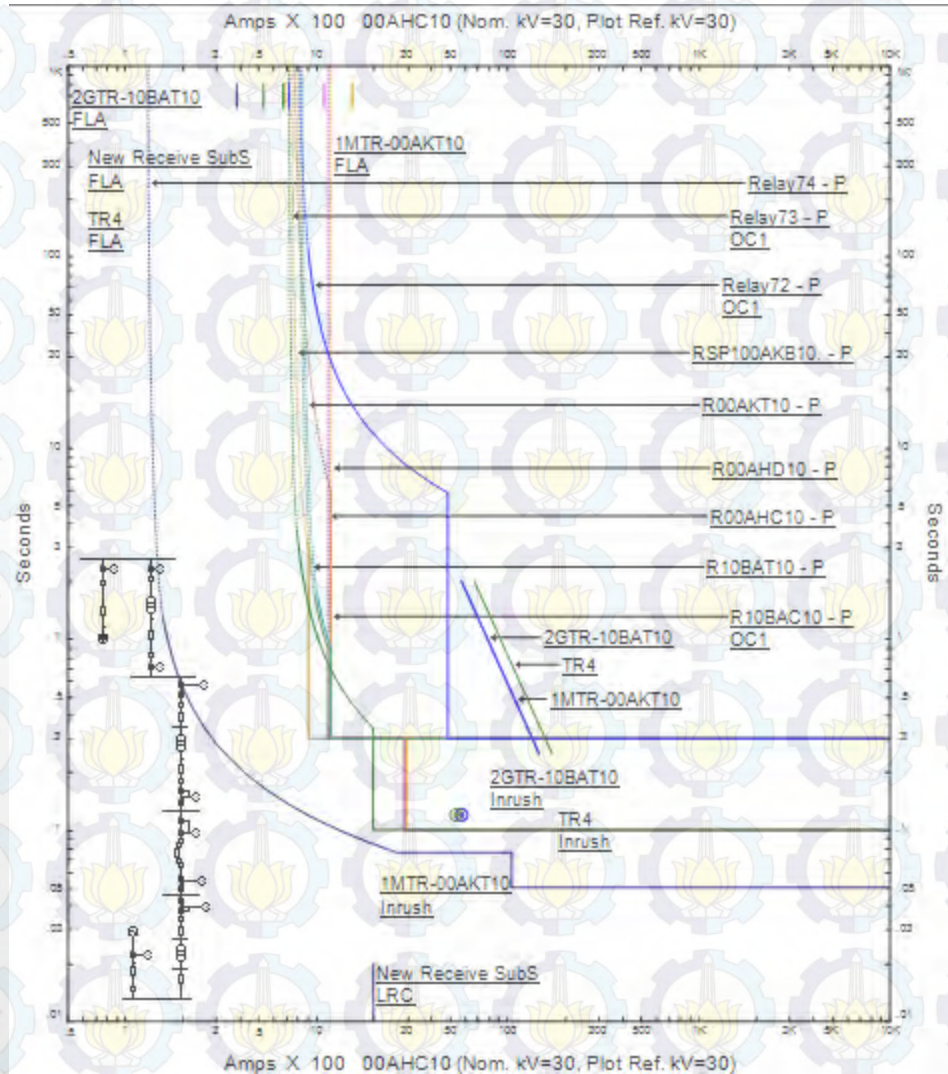
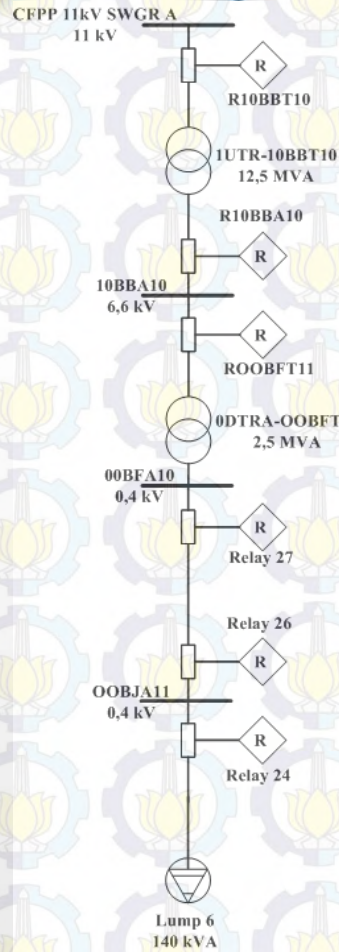
Tipikal 1-Eksisting



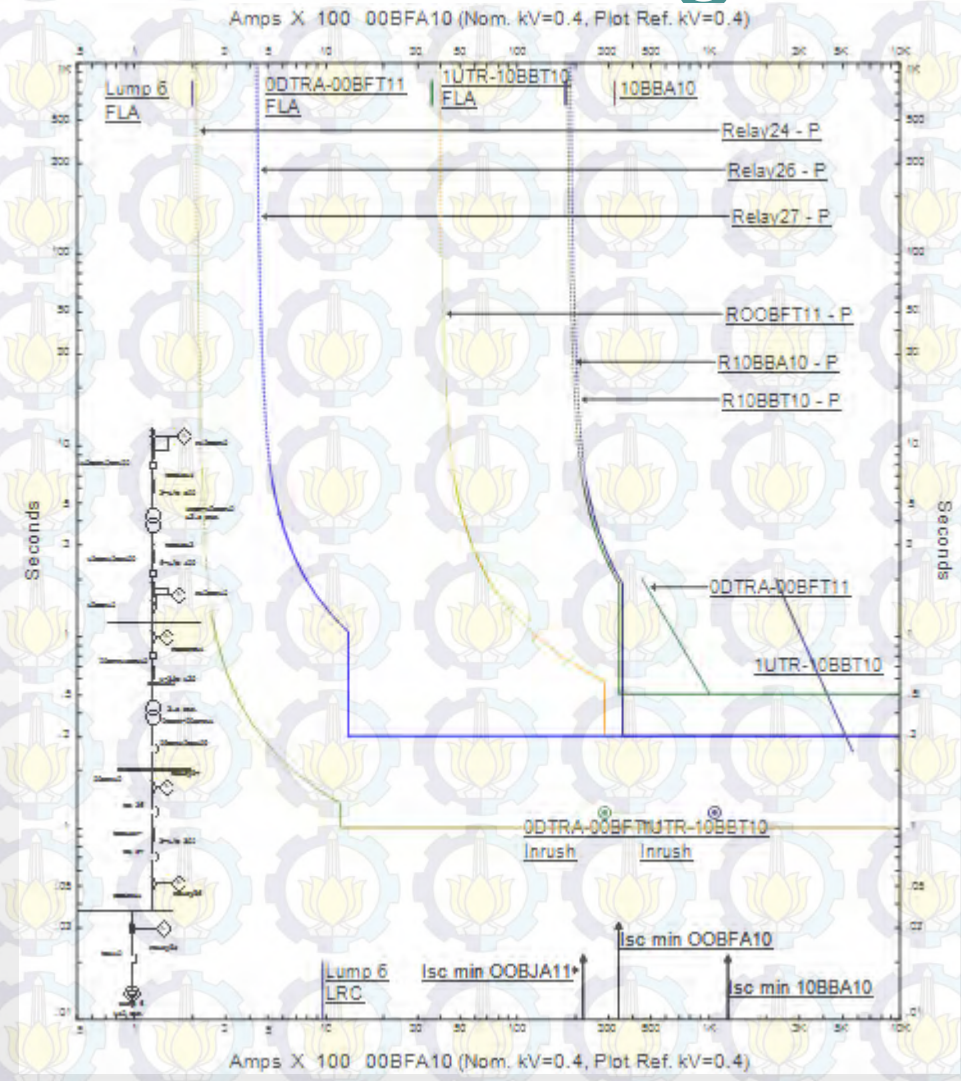
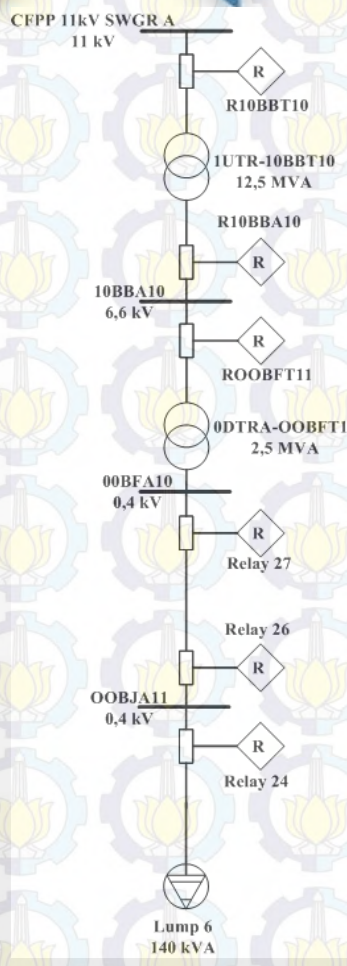
Tipikal 1-Resetting OCR



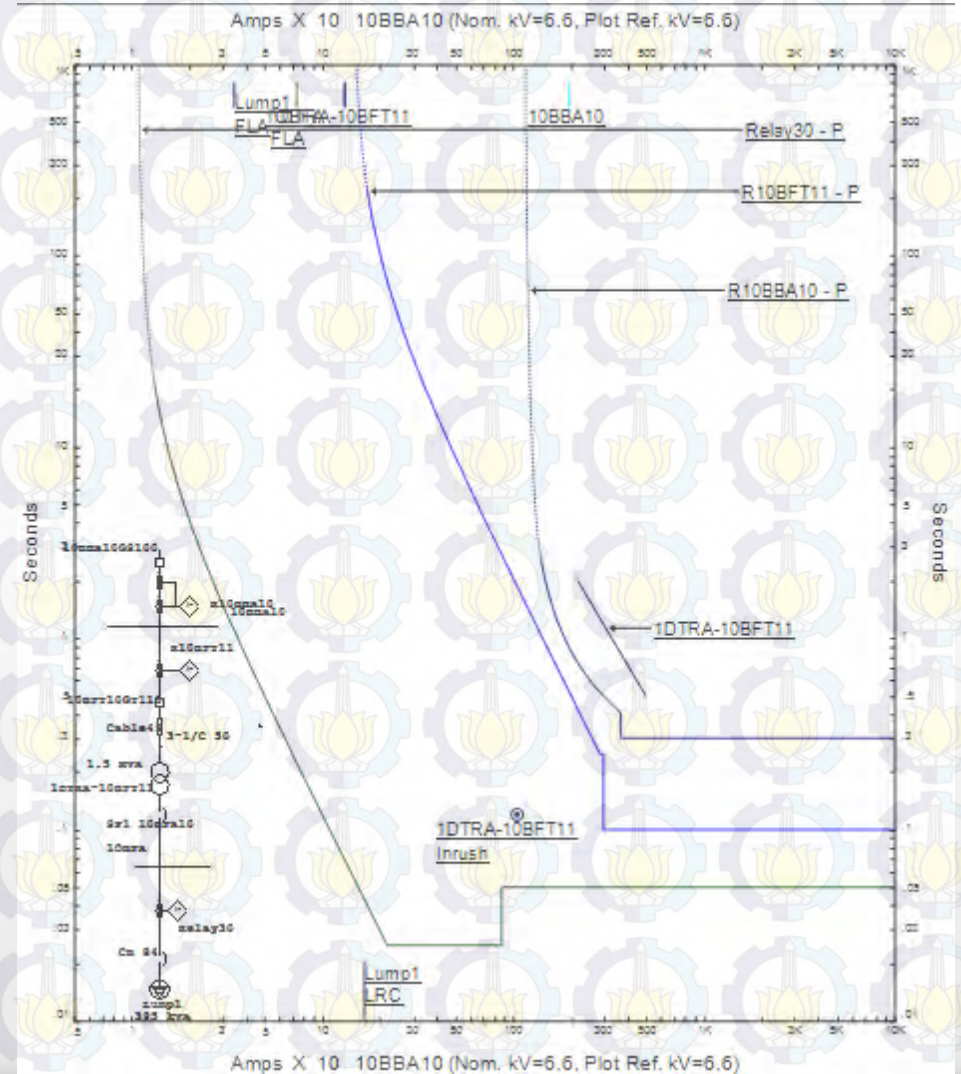
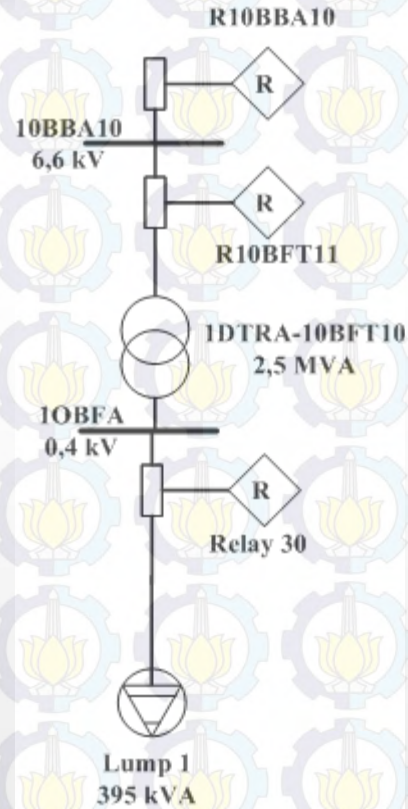
Tipikal 2-Eksisting



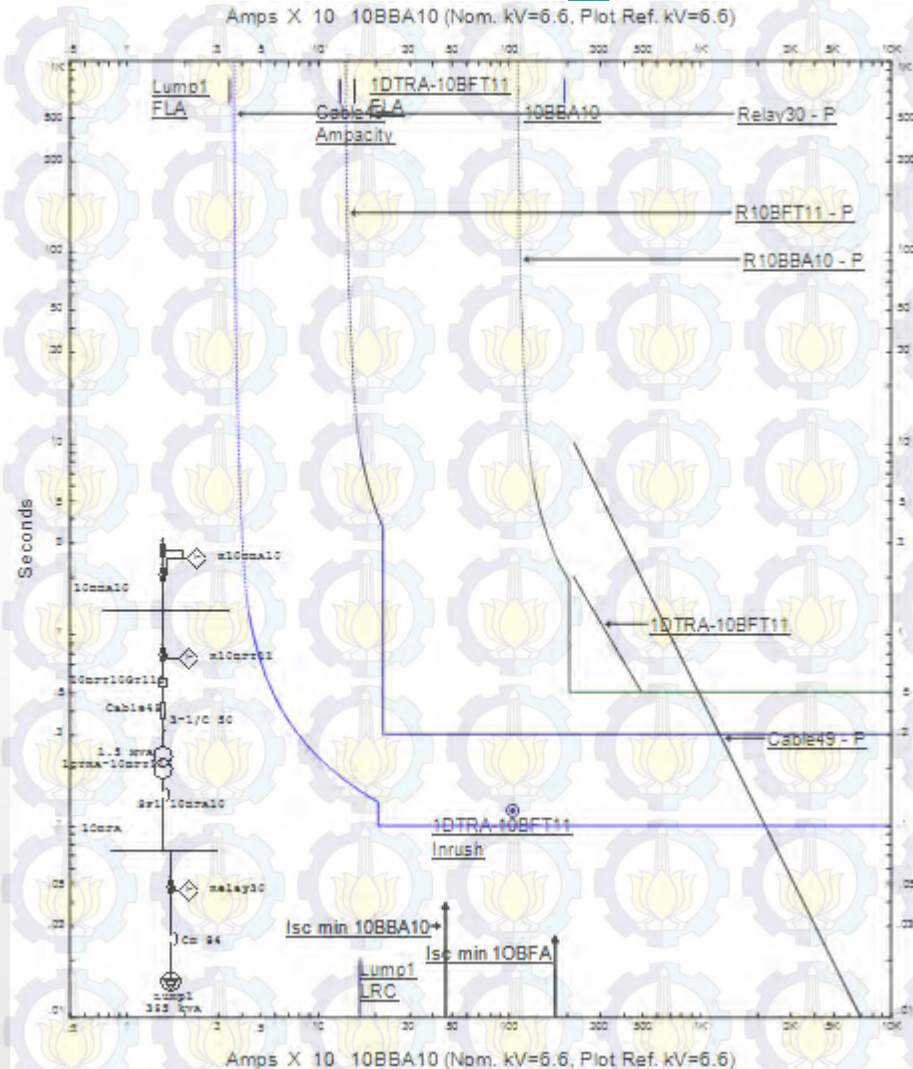
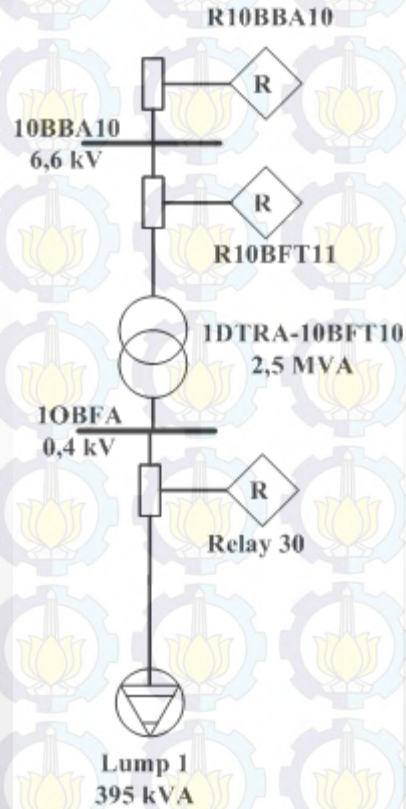
Tipikal 2-Resetting OCR



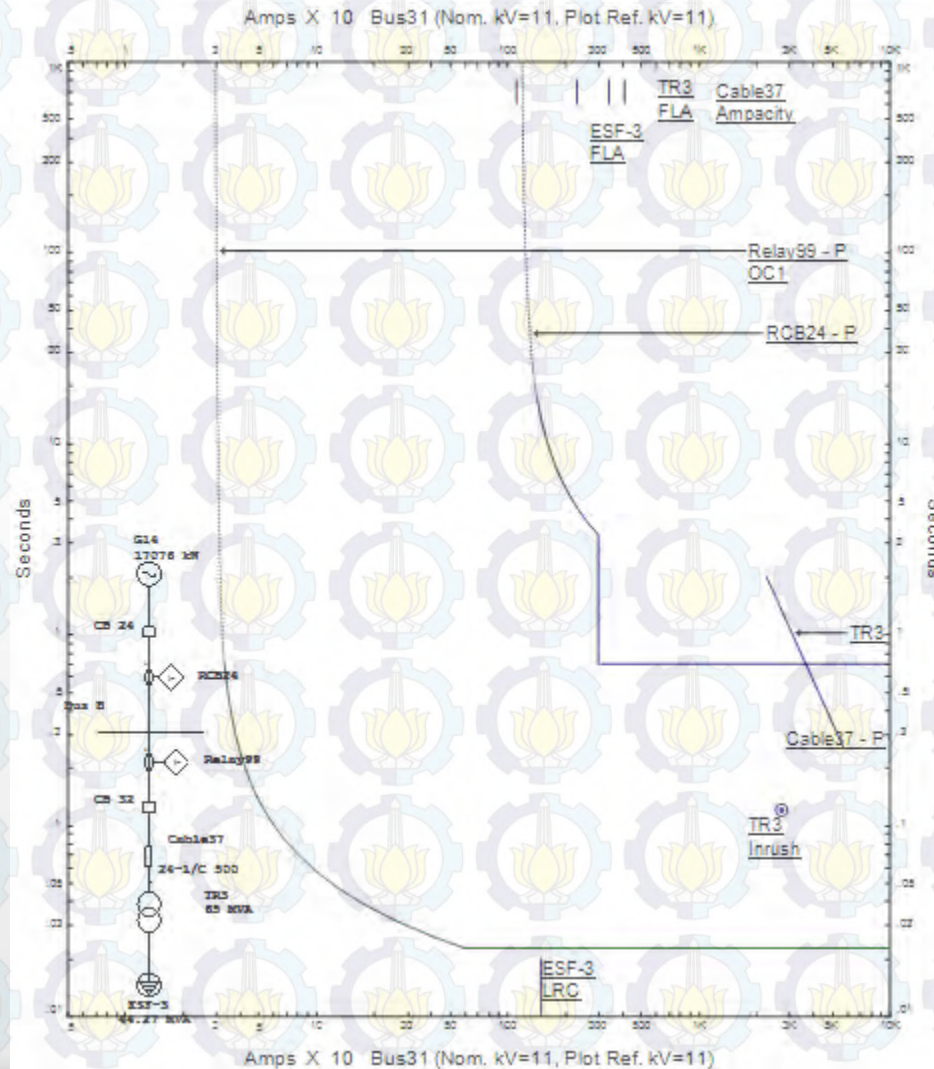
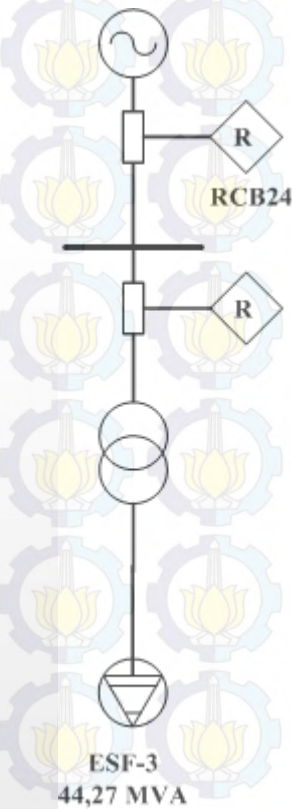
Tipikal 3-Eksisting



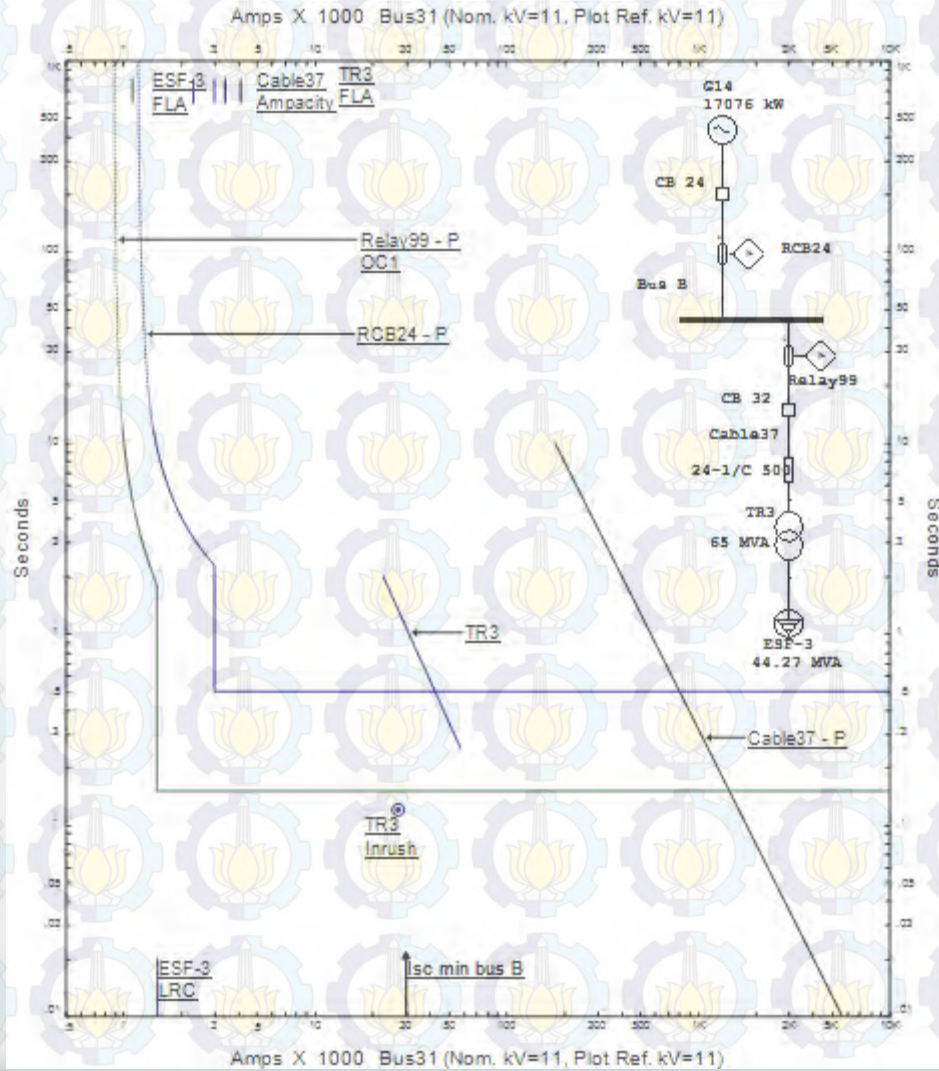
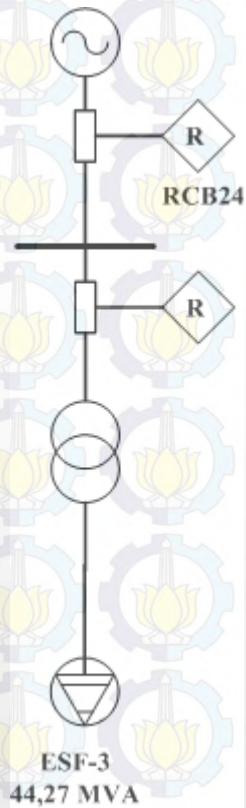
Tipikal 3-Resetting OCR



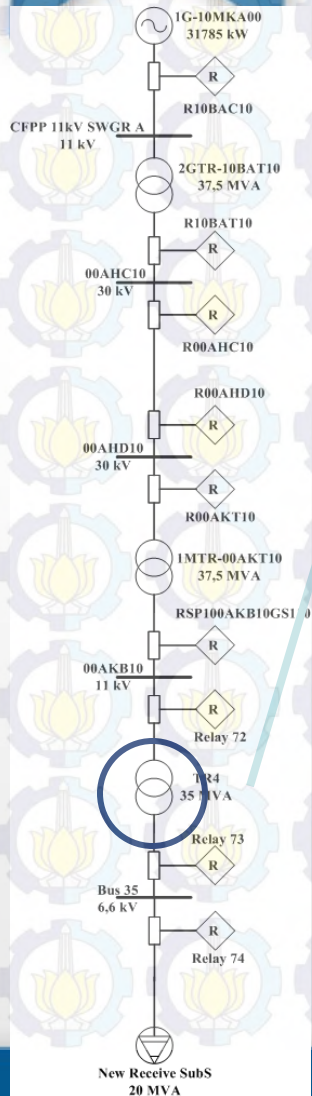
Tipikal 4-Eksisting



Tipikal 4-Resetting OCR



Penggantian Pentanahan



Solid

HRG

Ditentukan berdasarkan line charging dari jaringan.

$$I_{c0} = \frac{V_{L-L}}{\sqrt{3} \times X_{c0}} = \frac{11}{\sqrt{3} \times 30330,6} = 0,21 \text{ A}$$

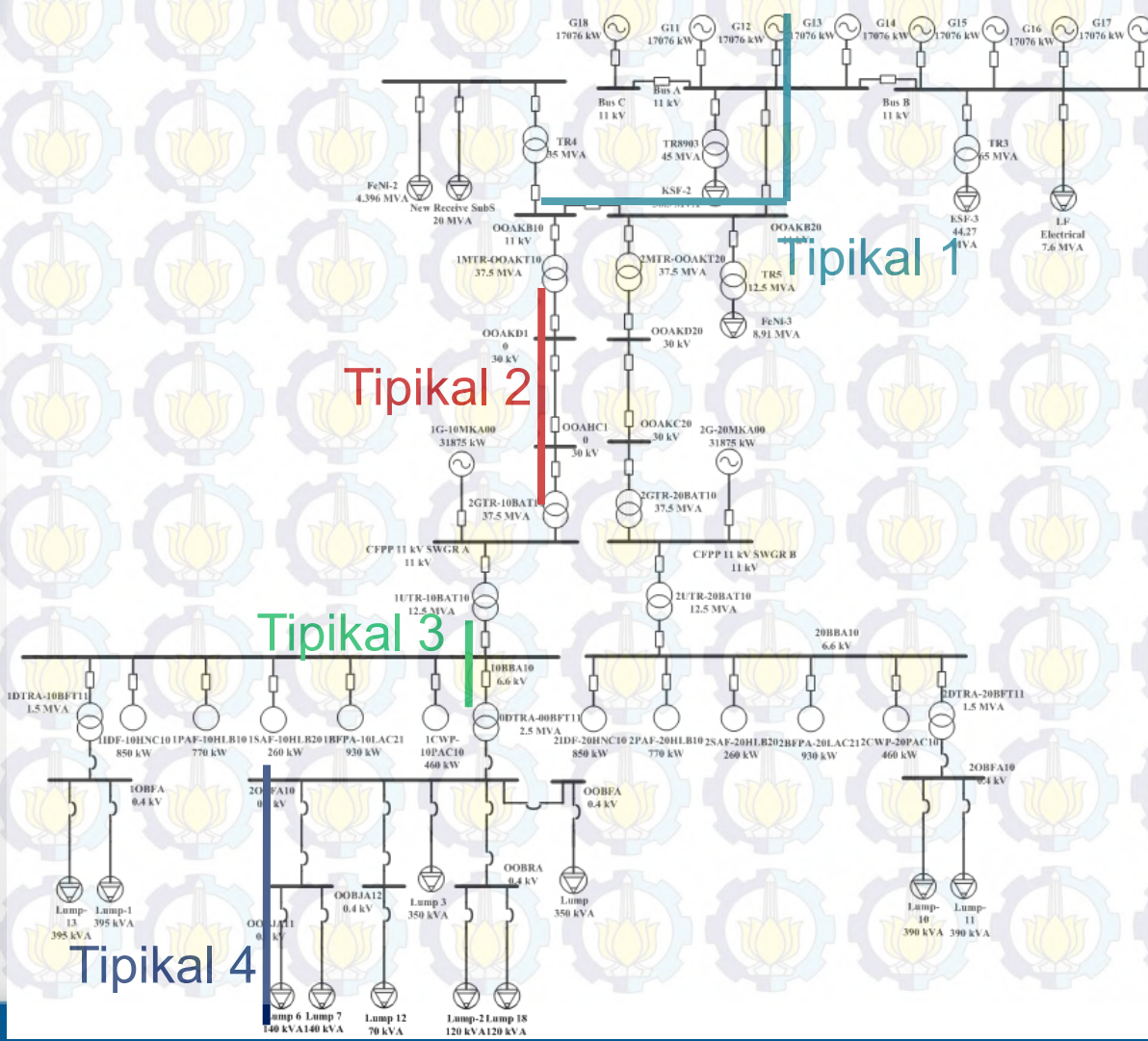
$$I_c = 3 \times I_{c0} = 3 \times 0,21 = 0,63 \text{ A}$$

$$I_n > I_c$$

I_n yang dipilih 5 A

$$R = \frac{V_{L-L}}{\sqrt{3} \times I_n} = \frac{11}{\sqrt{3} \times 5} = 1270,2 \Omega$$

Tipikal Setting GFR



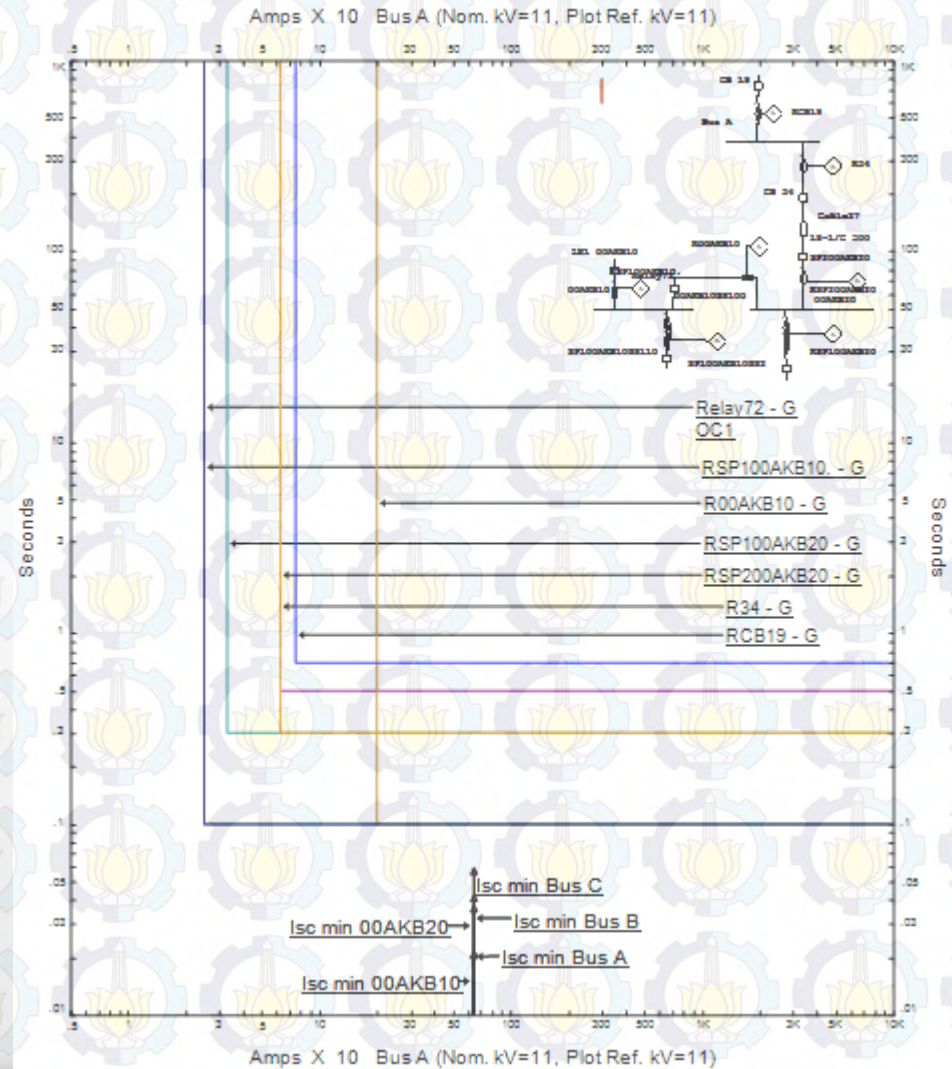
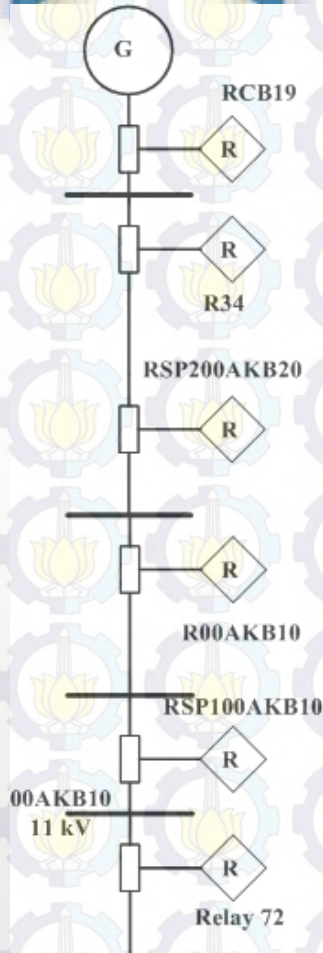
Tipikal 1

Tipikal 2

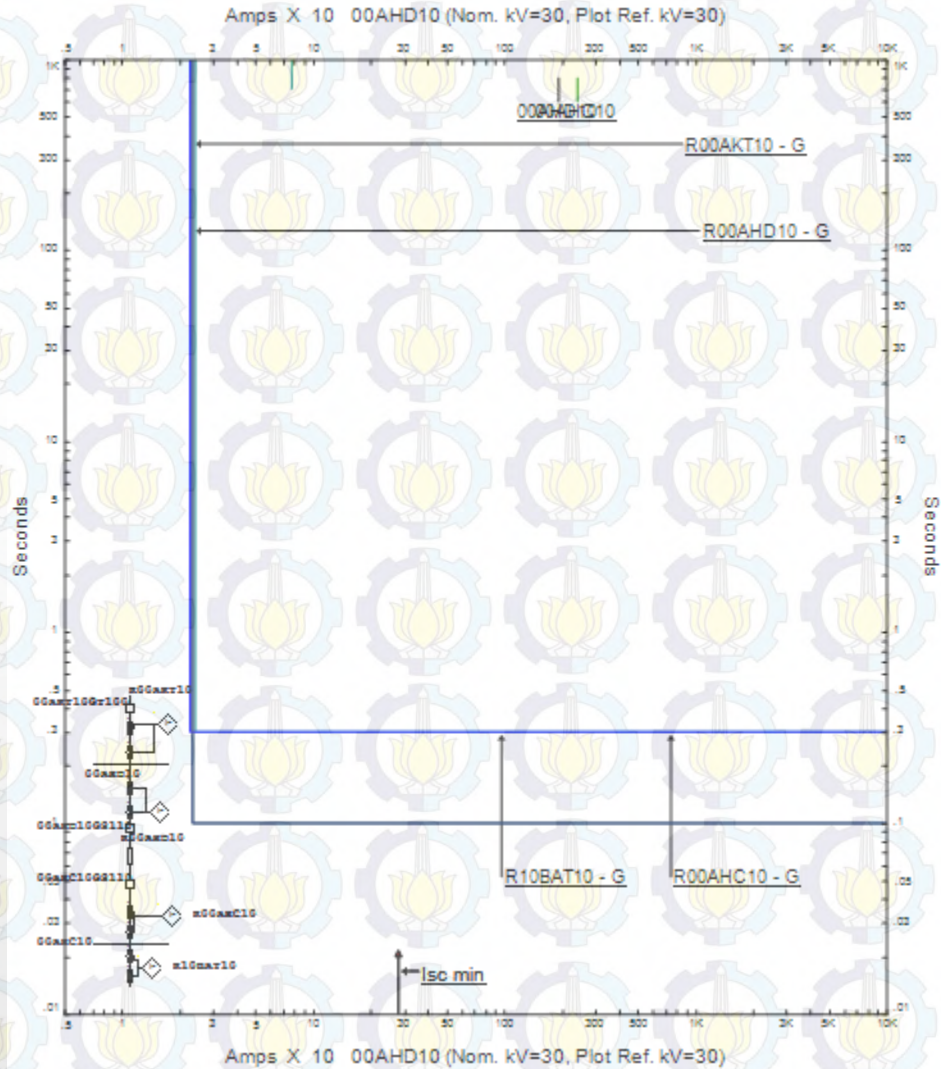
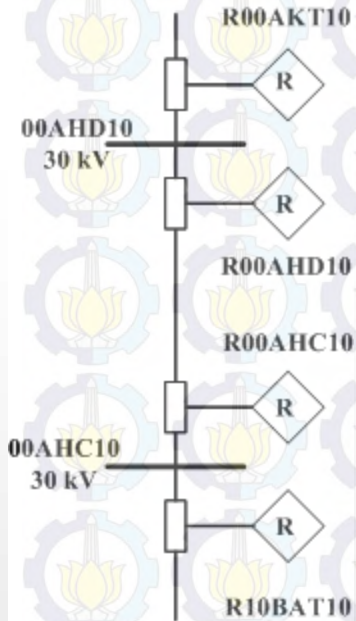
Tipikal 3

Tipikal 4

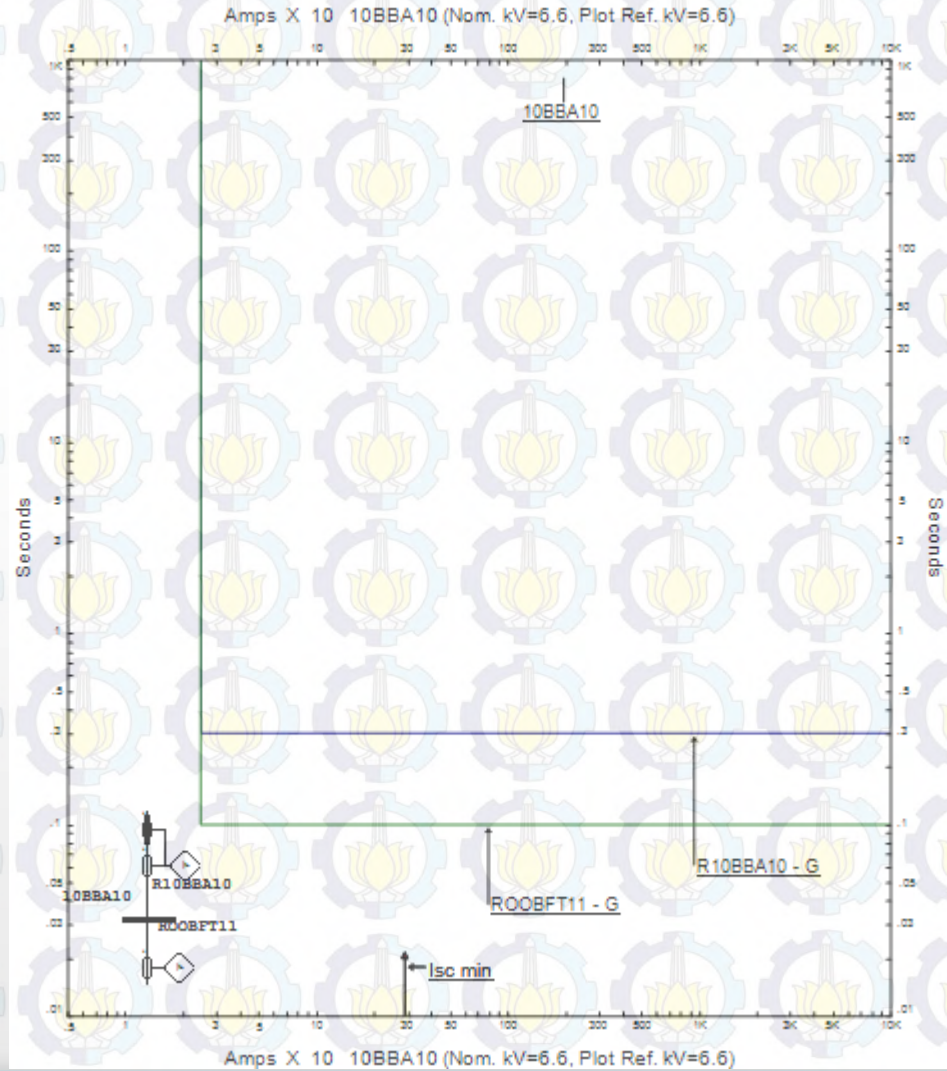
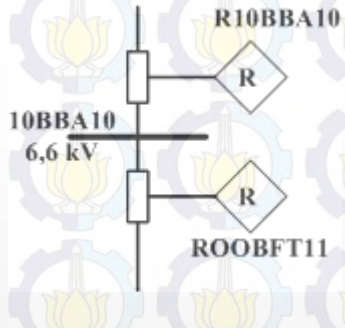
Tipikal 1-Setting GFR



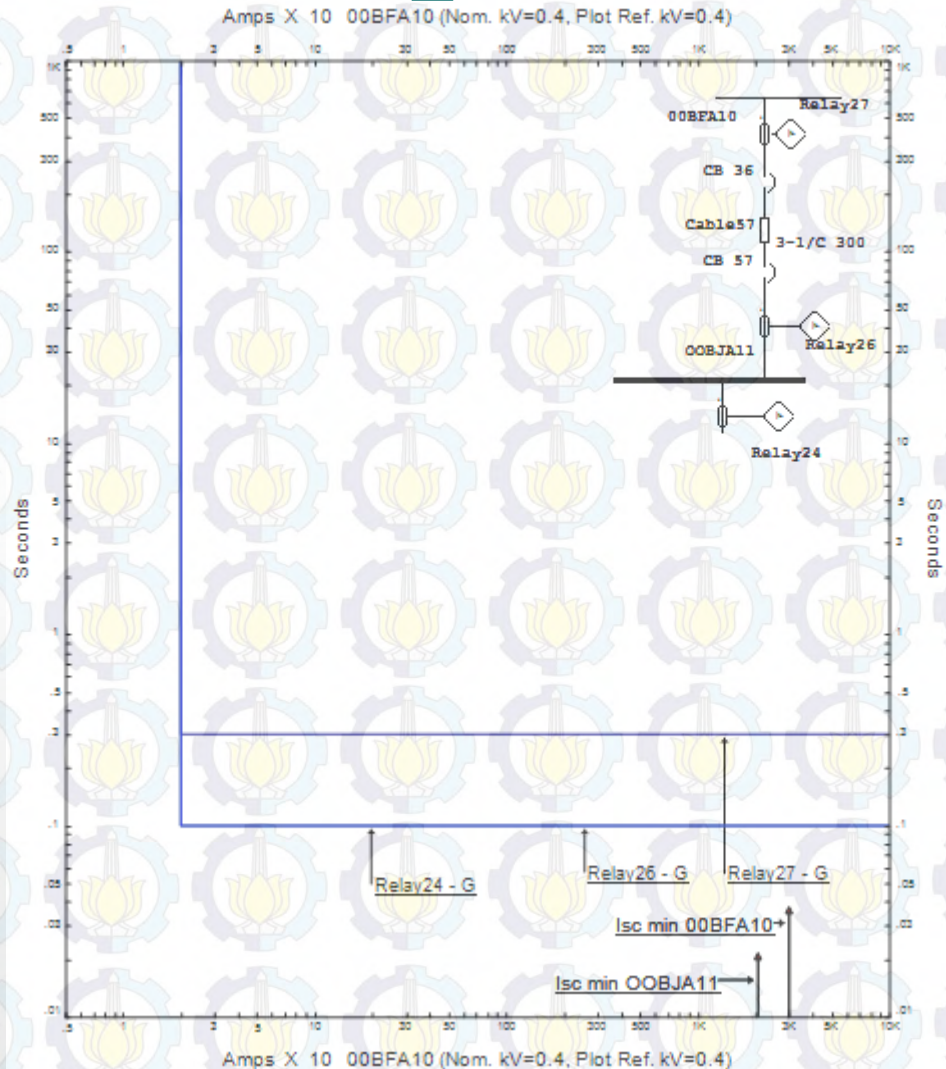
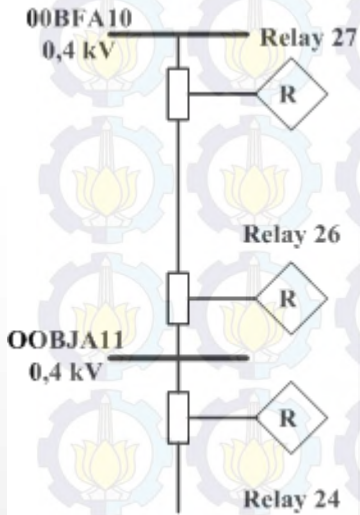
Tipikal 2-Setting GFR



Tipikal 3-Setting GFR



Tipikal 4-Setting GFR



Perhitungan Insiden Energi

- Bus 00AKB10
- $I_{bf} = 1,038 \text{ kA}$
- $G = 153 \text{ mm}$
- $t = 0,96 \text{ detik}$
- $x = 0,973$
- $\lg I_a = 0,00404 + (0,983 \times \lg 1.038) = 0,02$
- $I_a = 10^{0,2} = 1,047 \text{ kA}$
- $\lg E_n = -0,555 - 0,113 + (1,081 \times 0,2) + (0,0011 \times 153)$
- $= -0,478$
- $E_n = 10^{0,478} = 0,333 \text{ J/cm}^2$
- $E = 4,184 \times 1 \times 0,333 \times \left(\frac{0,96}{0,2} \right) \left(\frac{610^{0,973}}{457,2^{0,973}} \right)$
 $= 4,5 \text{ J/cm}^2 = 1,08 \text{ cal/cm}^2$

Insiden Energi bus 30 kV

ID bus	Tegangan (kV)	Insiden Energi (cal/cm ²)	
		Eksisting	Resetting
00AHD10	30	1,839	0,919
00AHD20	30	1,839	0,919
00AHC10	30	1,852	0,926
00AHC20	30	1,852	0,926

Insiden Energi bus 6,6 dan 0,4 kV

ID bus	Tegangan (kV)	Insiden Energi (cal/cm ²)	
		Eksisting	Resetting
10BBA10	6,6	0,06	0,21
20BBA10	6,6	0,12	0,21
10BFA	0,4	29,977	8,22
OOBFA	0,4	97,004	11,32
00BFA10	0,4	97,004	35,61
20BFA10	0,4	29,27	18,07
OOBJA12	0,4	129,23	1,32
OOBRA	0,4	108,786	15,53
00BJA11	0,4	128,784	11,83

Insiden Energi

ID Bus	Tegangan (kV)	Insiden Energi (cal/cm ²)		
		Eksisting	Resetting	
			<i>Low resistance</i>	<i>High Resistance</i>
Bus A	11	33,444	1,08	0,84
Bus B	11	33,444	1,08	0,84
Bus C	11	33,444	1,08	0,84
00AKB10	11	16,1145	0,63	0,49
00AKB20	11	25,1138	0,85	0,67

Kesimpulan

- Koordinasi proteksi yang merupakan syarat untuk analisa energi busur api harus terkoordinasi dengan baik.
- Penggantian pentanahan dari *solid* menjadi *high resistance* menyebabkan perubahan *setting ground fault relay*.
- Energi busur api dengan menggunakan pentanahan eksisting yaitu pentanahan *solid*, menghasilkan energi busur api yang tinggi, misalnya di bus 00AKB10 yang bernilai 16,14 cal/cm².
- Penambahan tahanan pada titik netral trafo, yang menghasilkan arus netral sebesar 400 A dapat mengurangi nilai energi insiden busur api menjadi 1,07 cal/cm² pada bus A dan menjadi 0,63 cal/cm² pada bus 00AKB10.
- Penurunan nilai energi insiden busur api akan meningkatkan perlindungan terhadap peralatan terhadap gangguan satu fasa yang sering terjadi di tempat kerja.

Saran

- Pentanahan *high resistance* membuat nilai arus gangguan ke tanah menjadi sangat kecil. Hal ini menyebabkan rele gangguan ke tanah (*Ground Fault Relay*) menjadi tidak dapat mendeteksi gangguan. Sehingga perlu penggantian dari *Residual Relaying Scheme* menjadi *Ground Sensor Scheme*. *Ground Sensor Scheme* membutuhkan *Zero Sequence Current Transformer* untuk mendeteksi gangguan ke tanah.
- Gangguan yang dianalisa pada tugas akhir ini ialah gangguan satu fasa yang merupakan gangguan yang sering terjadi di tempat kerja. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai dampak gangguan ini terhadap perlindungan diri yang saat ini digunakan.

Terima Kasih