

p.ISSN 2303-212X  
e.ISSN 2503-5398

# Jurnal DESIMINASI TEKNOLOGI



Diterbitkan Oleh :  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

JURNAL  
DESIMINASI TEKNOLOGI

VOL. 7

NOMOR 2

HAL.: 86 - 156

JULI 2019

**JURNAL DESIMINASI TEKNOLOGI**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG**

VOLUME 7 No. 2

p-ISSN 2303-212X

e-ISSN 2503-5398

Juli 2019

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>OPTIMALISASI RADIASI SINAR MATAHARI TERHADAP SOLAR CELL</b> <i>M. Helmi, Dina Fitria (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	86 – 92
<b>ANALISIS INDEKS KEPUASAAN MASYARAKAT TERHADAP PELAYANAN PUBLIK BIDANG KESEHATAN (Studi Kasus: Faskes Tingkat I Mojokerto)</b> <i>Febri Nugroho Mujiraharjo, Mahmud Basuki (Dosen Tek. Industri Universitas Islam NU Jepara).....</i>	93 – 98
<b>PERBANDINGAN BIAYA PENGGUNAAN ENERGI BAHAN BAKAR BATUBARA DAN GAS PADA PEMBANGKIT LISTRIK</b> <i>Letifa Shintawaty (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	99 – 108
<b>PENGARUH PENGGUNAAN SILIKA GEL TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON</b> <i>Indra Syahrul Fuad, Bazar Asmawi, Angga Oktari (Dosen Tek. Sipil UTP).....</i>	109 – 115
<b>STUDI PENGARUH VARIASI ELEKTRODA E 6013 DAN E 7018 TERDAHAP KEKUATAN TARIK DAN KEKERASAN PADA BAHAN BAJA KARBON RENDAH</b> <i>Rita Maria Veranika, M. Amin Fauzie, Hermanto Ali, Maulana Solihin (Dosen Tek. Mesin UTP).....</i>	116 – 122
<b>PEMBUATAN ALAT BANTU PASANG PLAFON DENGAN PENDEKATAN METODE QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT)</b> <i>Hermanto MZ, Winny Andalia, Tolu Tamalika (Dosen Tek. Industri UTP) .....</i>	123 – 129
<b>ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DENGAN PREDIKSI PENAMBAHAN PEMBANGKIT LISTRIK DI SUMATERA SELATAN</b> <i>Yusro Hakimah (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	130 – 137
<b>PENYULINGAN AIR LAUT MENJADI AIR TAWAR</b> <i>M. Ali, M. Lazim, Abdul Muin, Iskandar Badil (Dosen Tek. Mesin UTP).....</i>	138 – 142
<b>ANALISA SISTEM KOORDINASI RELAY PROTEKSI DI PLTG BORANG 60 MW SUMATERA SELATAN</b> <i>Alka Ranggi, Yuslan Basir, Dyah Utari Y.W. (Dosen Tek. Elektro UTP).....</i>	143 – 150
<b>ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU ANTARA BEKISTING KONVENSIONAL DAN BEKISTING SISTEM LICO PADA PEMBANGUNAN VENUE DAYUNG JSC</b> <i>Ani Firda, Andio Indob Putra (Dosen Tek. Sipil UTP).....</i>	151 – 156

## **PRAKATA**

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas berkah dan rahmat-Nya sehingga jurnal ilmiah *Desiminasi Teknologi* dapat dikenal pada lingkungan Fakultas Teknik dan civitas akademika teknik di seluruh Indonesia.

Jurnal *Desiminasi Teknologi* disusun dari berbagai penelitian dan kajian dosen dan atau mahasiswa internal Fakultas Teknik UTP dan dosen atau mahasiswa dari fakultas Teknik di luar Universitas Tridianti Palembang yang memiliki penelitian untuk dipublikasikan. Jurnal ini terdiri dari berbagai rumpun ilmu teknik, diantaranya: Teknik Sipil, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Industri, Arsitektur dan teknik lainnya.

Pada edisi kali ini, Jurnal Desiminasi Teknologi telah memasuki terbitan Volume 7 Nomor 2 edisi Juli 2019, dan kami beritahukan juga bahwa Jurnal Desiminasi Teknologi telah terdaftar secara elektronik dengan nomor e.ISSN 2503-5398.

Segala kritik dan saran yang bersifat membangun, sangat kami harapkan untuk perbaikan penulisan jurnal ini di masa mendatang dan kepada semua pihak yang ikut terlibat dalam proses penerbitan jurnal ini, kami ucapkan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya.

Palembang, Juli 2019

Redaksi

## ANALISA SISTEM KOORDINASI RELAY PROTEKSI DI PLTG BORANG 60 MW SUMATERA SELATAN

**Alka Ranggi<sup>21</sup>, Yuslan Basir<sup>22</sup>, Dyah Utari Y.W<sup>23</sup>**  
E-mail: yuslan@univ-tridianti.ac.id

**Abstrak:** Koordinasi sistem proteksi kelistrikan diperlukan untuk mengisolir gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik, sehingga gangguan-gangguan yang terjadi dapat dilokalisir dari sistem yang sedang berjalan. Hal ini akan meningkatkan keandalan sistem karena gangguan yang terjadi tidak sampai mengganggu apalagi merusak sistem. PLTG Borang merupakan power plant 2 x 30 MW di wilayah Sumatera Selatan. Dalam upaya melayani kebutuhan listrik, dioperasikan dua buah generator gas turbin dengan daya masing-masing 30 MW. Sejak didirikan hingga saat ini koordinasi sistem proteksi kelistrikan plant belum pernah dilakukan kajian mendalam kinerjanya dalam mengamankan sistem tenaga listrik dari gangguan. Oleh karena itu, dilaksanakan studi koordinasi proteksi pada sistem kelistrikan PLTG Borang sehingga teruji keandalannya. Dari tipikal koordinasi yang dianalisis dapat diketahui bahwa ada beberapa kesalahan koordinasi pada setelan (setting) pick-up dan time delay. Berdasarkan hasil analisis direkomendasikan penyetelan ulang rele dan diberikan setelan dengan kurva standard inverse time. Untuk trafo 1600 kVA setting Overcurrent (Low set) Incoming 0.5 A dan time dial 4.64 detik Outgoing 0.55 A dan time dialnya 0.19 detik, Instantaneous Pickup (High set) Incoming 17 A dan time delay 0.1 detik Outgoing 8 A dan 0.33 detik. Trafo 2500 kVA setting Overcurrent (Low set) Setting 2.4 A dan time dial 0.51 detik Instantaneous Pickup (High set) Setting 6.66 A dan time delay 0.33 detik. Generator Overcurrent (Low set) 0.625 A dan time dialnya 0.9 detik Instantaneous Pickup (High set) Setting 1.25 A dan time delay 4 detik. Setting Under Voltage di sett 36 Volt.

**Kata kunci:** gangguan, koordinasi, rele pengaman

**Abstract:** Coordination of the electrical protection system is needed to isolate the disturbances that occur in the power system, so that the disturbances can be localized from the running system. It will increase system reliability because the disturbances that occur do not disturb or damage the system. PLTG Borang is a power plant in the South Sumatra region which have capacity of 2 x 30 MW. In an attempt to serve electricity needs, two turbine gas generators are operated with a power of 30 MW each. Since its established until now the coordination of the plant's electrical system has never been carried out an in-depth study of its performance in securing the electric power system from interference. Therefore, a protection coordination study is carried out on the Borang PLTG electrical system so that its reliability was tested. From the typical coordination analyzed, it can be seen that there are some coordination errors in the pick-up setting and time delay. Based on the analysis results, it is recommended to reset the relay and setting the relay with a standard inverse time curve. For 1600 kVA transformers, setting Incoming Overcurrent (Low set) at 0.5 A and time dial at 4.64 second, Outgoing Overcurrent (Low set) at 0.55 A and time at 0.19 seconds, Instantaneous Pickup (High set) Incoming at 17 A and time delay at 0.1 seconds, Instantaneous Pickup (High set) Outgoing at 8 A and 0.33 seconds. For 2500 kVA transformer, setting Overcurrent (Low set) at 2.4 A and time dial at 0.51 seconds, Setting Instantaneous Pickup (High set) at 6.66 A and at 0.33 seconds time delay. Setting Generator Overcurrent (Low set) at 0.625 A and time at 0.9 seconds, Setting Instantaneous Pickup (High set) at 1.25 A and at 4 seconds time delay. Setting Under Voltage at 36 Volt.

**Keyword:** disturbance, coordination, relay protection

<sup>21</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang

<sup>22,23</sup> Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang

### PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik tidak dapat lepas dari terjadinya gangguan. Ketika terjadi gangguan maka sistem proteksi tenaga listrik harus dapat mengisolasi arus gangguan agar tidak terjadi kerusakan pada peralatan dan menjaga kontinuitas pelayanan pada bagian sistem tenaga listrik yang tidak mengalami gangguan. Arus gangguan yang mengalir pada sistem tenaga listrik menyebabkan beroperasinya rele

pengaman dan menggerakkan pemutus tenaga (CB) sehingga terputus aliran daya yang mengalir pada saluran tersebut.

Di PLTG Borang motor generator enclosure terbakar 2 kali, di sebabkan oleh tegangan rendah pada output trafo 1600 KVA. Setting tegangan trafo untuk undervoltage yaitu 50 V, dan dimana setting time OCR yaitu maksimum 1 second dari hasil observasi ternyata 3 second sehingga bisa menyebabkan potensi kerusakan

motor pada gas compressor. Dengan ini dilaksanakan studi analisa sistem kordinasi relay proteksi di PLTG Borang 60 mw sumatera selatan sehingga teruji keandalannya.

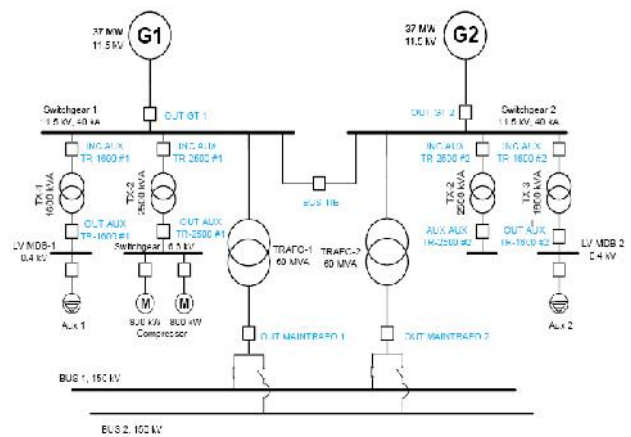
## TINJAUAN PUSTAKA

### Proteksi Sistem Tenaga Listrik

Untuk dapat mengatasi akibat-akibat negatif dari berbagai macam gangguan yang telah disebut di atas, maka diperlukan peralatan pengaman. Tujuan dari sistem tenaga listrik sendiri adalah untuk menghasilkan dan menyalurkan energi listrik ke beban. Sistem tersebut harus dirancang dan dikendalikan untuk pengiriman energinya ke pengguna secara handal dan ekonomis. Keperluan akan sistem tenaga listrik yang handal dan ekonomis tidak dapat dielakkan. Banyak peralatan sistem tenaga listrik yang harganya sangat mahal dan sistem yang begitu rumit menggambarkan betapa banyaknya modal yang harus dikeluarkan. Biaya akan cepat kembali jika sistem tersebut dalam penggunaannya memungkinkan pengaman dan keandalan sistem yang terjamin. Adanya kerusakan akibat adanya gangguan tentu saja akan menambah biaya perawatan dan perbaikan. (Alawiy, 2006)

### Sistem Kelistrikan di PLTG BORANG 2 x 30 MW

Dalam upaya melayani kebutuhan listrik, dioperasikan dua buah generator gas turbin dengan daya masing-masing 30 MW. Total beban maksimum yang terpasang besarnya sekitar 60 MW. Dengan kebutuhan operasi saat ini yang belum maksimal, total beban yang disuplai sebesar 60 MW. Sistem kelistrikan di PLTG BORANG 2 x 30 MW memiliki level tegangan menengah 6.6 kV dan tegangan rendah 400 V. Adapun *single line diagram* dari keseluruhan sistem kelistrikan PLTG BORANG 2 x 30 MW dapat dilihat pada lembar lampiran.



**Gambar 1** Single Line Pltg Borang 2 X 30 Mw

Data Relay di PLTG Borang

#### **Relé VCB (Vacum Breaker)-143**

*Manufacturer* : GE  
*Model* : MIF II  
*Curve Type* : Definite time  
*CT Ratio* : 100 / 5

#### **Relé ACB (Air circuit breaker)-146**

*Manufacturer* : GE  
*Model* : MIF II  
*Curve Type* : IEC Curve A  
*CT Ratio* : 2500 / 1

#### **Relé VCB (Vacum Breaker)-139**

*Manufacturer* : GE  
*Model* : MIF II  
*Curve Type* : Definite time  
*CT Ratio* : 150 / 5

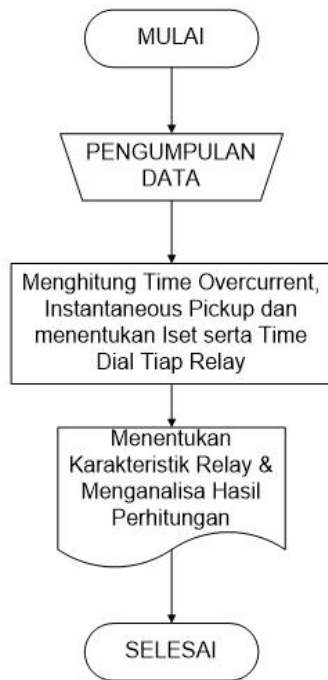
#### **Relé VCB (Vacum circuit breaker)-140**

*Manufacturer* : GE  
*Model* : MIF II  
*Curve Type* : Definite time  
*CT Ratio* : 300 / 5

#### **Relé VCB (Vacum circuit breaker)-126**

*Model* : M-3425  
*Curve Type* : BECO Invers  
*CT Ratio* : 4000 / 1

## DIAGRAM ALIR PENELITIAN



**Gambar 2** Flowchart Perhitungan Koordinasi dan Peyetelan Relay Pengaman

## HASIL DAN ANALISA

### Analisis Hubung Singkat Rekomendasi Koordinasi dan Penyetelan Ulang Rele Pengaman

#### Rele VCB (Vacum Breaker)-143

##### Time Overcurrent Pickup

Tegangan di sama kan terlebih dahulu dari 400 V ke 11.5 kV:

$$= \frac{1107.25 \times 0.4 \text{ V}}{11.5 \text{ kV}} = 38.51 \text{ V}$$

$$I_{pp} = (110 - 120) \% I_n$$

$$1,25 I_{max} < I_{pp} < 0,8 I_{hsmin}$$

(Wahyudi. Diktat Sistem Proteksi)

$$1.1 \times 38.51 < I_{set} < 1.5 \times 38.51$$

$$42.36 < I_{set} < 57.77$$

Dipilih Iset = 50 A

Untuk menghitung tap Menggunakan persamaan :

$$\text{Tap} = \frac{I_{set}}{CT_{primary}} \quad (\text{Hassan, 2012})$$

$$\text{Tap} = \frac{50}{100} = 0.50 \text{ In}$$

##### Time Dial

Dipilih waktu operasi ( $t_d$ ) = 4.64 second

Untuk menghitung konstanta menggunakan persamaan :

$$t_d = \frac{k \times T}{\left[\left(\frac{I}{I_{set}}\right)^{\alpha} - 1\right]} \quad (\text{Hassan, 2012})$$

$$t_d = \frac{0,14 \times K}{\left[\left(\frac{I}{I_{EB}}\right)^{0,02} - 1\right]}$$

$$T = \frac{t_d \times \left[\left(\frac{I}{I_{EB}}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = \frac{t_d \times \left[\left(\frac{I_{sc} \text{ Max Bus switchgear}}{\text{tap} \times CT_{primary}}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = \frac{4.64 \times \left[\left(\frac{34920}{0.5 \times 100}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = 4.63$$

##### Instantaneous Pickup

$$1260 < I_{set} < 0.8 \times 27250$$

Dipilih Iset 1700 A

Untuk menghitung Tap menggunakan persamaan :

$$\text{Tap} = \frac{I_{set}}{CT_{primary}}$$

$$\text{Tap} = \frac{1700}{100} = 17 \text{ In}$$

##### Time Delay

Dipilih time delay = 0.1 second

#### Rele ACB (Air circuit breaker)-146

##### Time Overcurrent Pickup

$1.1 \times \text{FLA Primary trafo } 1600\text{kVA} < I_{set} < 0.8 I_{sc} \text{ min VCB } 143$

Nilai FLA Secondary Trafo 1600 kVA adalah total load di trafo auxiliary 1600 kVA.

$$1,25 I_{max} < I_{pp} < 0,8 I_{hsmin}$$

$$1.1 \times 1107.25 < I_{set} < 0.8 \times 27250$$

$$1217.97 \text{ A} < I_{set} < 21800 \text{ A}$$

Dipilih Iset = 1375 A

Untuk menghitung Tap Menggunakan persamaan:

$$\text{Tap} = \frac{I_{set}}{CT_{primary}}$$

$$\text{Tap} = \frac{1375}{2500} = 0.55 \text{ In}$$

##### Time Dial

Dipilih waktu operasi ( $t_d$ ) = 0.19 second

Untuk menentukan konstanta digunakan persamaan:

$$t_d = \frac{k \times T}{\left[\left(\frac{I}{I_{set}}\right)^k - 1\right]}$$

$$t_d = \frac{0,14 \times K}{\left[\left(\frac{I}{I_{EB}}\right)^{0,02} - 1\right]}$$

$$T = \frac{t_d \times \left[\left(\frac{I}{I_{EB}}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = \frac{t_d \times \left[\left(\frac{I_{sc} \text{ Max bus } 131}{\text{tap} \times \text{CT primary}}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = \frac{0,19 \times \left[\left(\frac{36250}{0,55 \times 2500}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = 0,05 \text{ second}$$

#### Instantaneous Pickup

$$1,25 I_{max} < I_{pp} < 0,8 I_{hsmin}$$

$$1,5 \times \text{FLA Primary trafo } 1600\text{kVA} < I_{set} < 0,8 \times I_{sc \text{ Min R ACB } 146}$$

$$1670 \text{ A} < I_{set} < 25990 \text{ A}$$

$$\text{Dipilih } I_{set} = 20000 \text{ A}$$

Untuk menghitung Tap Menggunakan persamaan 3:

$$\text{Tap} = \frac{I_{set}}{\text{CT primary}}$$

$$\text{Tap} = \frac{20000}{2500} = 8 \text{ In}$$

#### Time Delay

Dipilih *time delay* = 0.3 second

#### **Rele VCB (Vacum Breaker)-139**

##### Time Overcurrent Pickup

$$1,1 \times \text{FLA Primary trafo } 2500 \text{ kVA} < I_{set} <$$

$$1,5 \times \text{FLA Primary trafo } 2500 \text{ kVA}$$

Nilai FLA Primary trafo di dapat dari data beban maksimum trafo auxiliary 2500 kVA.

Tegangan disamakan terlebih dahulu dari 11.5 kV ke 6.6 kV

$$= \frac{125,5 \times 11,5 \text{ kV}}{6,6 \text{ KV}} = 218,67 \text{ kV}$$

$$1,1 \times 218,67 < I_{set} < 1,5 \times 218,67$$

$$240,53 \text{ A} < I_{set} < 328,005 \text{ A}$$

$$\text{Dipilih } I_{set} = 300 \text{ A}$$

Untuk menghitung tap Menggunakan persamaan :

$$\text{Tap} = \frac{I_{set}}{\text{CT primary}}$$

$$\text{Tap} = \frac{300}{150} = 2 \text{ In}$$

#### Time Dial

Dipilih waktu operasi ( $t_d$ ) = 0.51 second

Untuk menghitung konstanta digunakan persamaan 4:

$$t_d = \frac{k \times T}{\left[\left(\frac{I}{I_{set}}\right)^k - 1\right]}$$

$$t_d = \frac{0,14 \times K}{\left[\left(\frac{I}{I_{EB}}\right)^{0,02} - 1\right]}$$

$$T = \frac{t_d \times \left[\left(\frac{I}{I_{EB}}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = \frac{t_d \times \left[\left(\frac{I_{sc} \text{ Max Bus } 185}{\text{tap} \times \text{CT primary}}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = \frac{0,51 \times \left[\left(\frac{33040}{2 \times 150}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = 0,35 \text{ second}$$

#### Instantaneous Pickup

$$1,25 I_{max} < I_{pp} < 0,8 I_{hsmin}$$

$$I_{sc \text{ Max Bus } 126} < I_{set} < 0,8 \times I_{sc \text{ Min}}$$

$$\text{Bus } 185$$

$$1968 < I_{set} < 20976 \text{ A}$$

$$\text{Dipilih } I_{set} = 2500 \text{ A}$$

Untuk menghitung Tap Menggunakan persamaan 3:

$$\text{Tap} = \frac{I_{set}}{\text{CT primary}}$$

$$\text{Tap} = \frac{2500}{150} = 16,66 \text{ In}$$

#### Time Delay

Dipilih *time delay* = 0.33 second

#### **Rele VCB (Vacum circuit breaker)-140**

##### Time Overcurrent Pickup

$$1,1 \times \text{FLA Secondary trafo } 2500 \text{ kVA} < I_{set} <$$

$$1,5 \times \text{FLA Secondary trafo } 2500 \text{ kVA}$$

Nilai FLA Secondary Trafo 2500 kVA adalah total load di trafo auxiliary 2500 kVA.

$$1,25 I_{max} < I_{pp} < 0,8 I_{hsmin}$$

$$1,1 \times 218,7 < I_{set} < 1,5 \times 218,7$$

$$240 \text{ A} < I_{set} < 328 \text{ A}$$

$$\text{Dipilih } I_{set} = 300 \text{ A}$$

Untuk menghitung Tap Menggunakan persamaan:

$$\text{Tap} = \frac{I_{set}}{\text{CT primary}}$$

$$\text{Tap} = \frac{300}{300} = 1 \text{ In}$$

#### Time Dial

Dipilih waktu operasi ( $t_d$ ) = 5.57 second

Untuk menghitung konstanta :

$$t_d = \frac{k \times I}{\left[\left(\frac{I}{I_{set}}\right)^{\alpha} - 1\right]}$$

$$t_d = \frac{0,14 \times K}{\left[\left(\frac{I}{I_{EB}}\right)^{0,02} - 1\right]}$$

$$T = \frac{t_d \times \left[\left(\frac{I}{I_{EB}}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = \frac{t_d \times \left[\left(\frac{I_{sc} \text{ Max bus 126}}{\text{tap} \times \text{CT primary}}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = \frac{5,57 \times \left[\left(\frac{4480}{1 \times 300}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

T = 2.21 second

#### Instantaneous Pickup

1,25 I<sub>max</sub> < I<sub>pp</sub> < 0,8 I<sub>hsm</sub>

1.5 FLA T22 < I<sub>set</sub> < 0.8 × I<sub>sc</sub> Min bus 185

328 A < I<sub>set</sub> < 20976 A

Dipilih I<sub>set</sub> = 2100 A

Untuk menentukan Tap Menggunakan

$$\text{Tap} = \frac{I_{set}}{\text{CT primary}}$$

$$\text{Tap} = \frac{2100}{300} = 7 \text{ In}$$

#### Time Delay

Dipilih time delay = 0.26 second

#### ☑ Rele VCB (Vacum circuit breaker)-126

##### Time Overcurrent Pickup

1.15 × FLA Generator 1 < I<sub>set</sub> < 1.5 × FLA Generator 1

Nilai FLA Generator adalah di dapat dari data

1.15 × 2064 < I<sub>set</sub> < 1.5 × 2064

2373 A < I<sub>set</sub> < 3096 A

Dipilih I<sub>set</sub> = 2500 A

Untuk menghitung Tap Menggunakan

$$\text{Tap} = \frac{I_{set}}{\text{CT primary}}$$

$$\text{Tap} = \frac{2500}{4000} = 0.625 \text{ In}$$

#### Time Dial

Dipilih waktu operasi (t<sub>d</sub>) = 0.9 second

Untuk menghitung konstanta :

$$t_d = \frac{k \times I}{\left[\left(\frac{I}{I_{set}}\right)^{\alpha} - 1\right]}$$

$$t_d = \frac{0,14 \times K}{\left[\left(\frac{I}{I_{EB}}\right)^{0,02} - 1\right]}$$

$$T = \frac{t_d \times \left[\left(\frac{I}{I_{EB}}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = \frac{t_d \times \left[\left(\frac{I_{sc} \text{ Max Switchgear}}{\text{tap} \times \text{CT primary}}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

$$T = \frac{0,9 \times \left[\left(\frac{11310}{0,625 \times 4000}\right)^{0,02} - 1\right]}{0,14}$$

T = 0.19 second

#### Instantaneous Pickup

1,25 I<sub>max</sub> < I<sub>pp</sub> < 0,8 I<sub>hsm</sub>

1.5 FLA Generator < I<sub>set</sub> < 0.8 × I<sub>sc</sub> Min bus 181

1970 A < I<sub>set</sub> < 6112 A

Dipilih I<sub>set</sub> = 5000 A

Untuk menghitung Tap Menggunakan

$$\text{Tap} = \frac{I_{set}}{\text{CT primary}}$$

$$\text{Tap} = \frac{5000}{4000} = 1.25 \text{ In}$$

#### Time Delay

Dipilih time delay = 4 s

#### ☑ Line TR 1600 KVA

Untuk menentukan penurunan tegangan kita menggunakan (persamaan 10)

Persentase dari regulasi tegangan

$$= \frac{|VR(0)| - |VR(fl)|}{|VR(fl)|} \times 100 \%$$

$$= \frac{|400V| - |358V|}{358V} \times 100 \%$$

$$= 0.117 = 11.731 \%$$

Turun tegangan menurut standard motor listrik ABB seharusnya 5 ~ 10 % (Wahyudi)

Tegangan setting di undervoltage :

V = Tegangan tanpa beban x Persentase undervoltage (Yudha, 2008)

$$= 400 \text{ V} \times 9 \%$$

$$= 36 \text{ V}$$

Jadi tegangan setting di relay 36 V, sehingga persentase Under tegangan

$$= 400 \text{ V} - 36 \text{ V}$$

$$= 364 \text{ V}$$

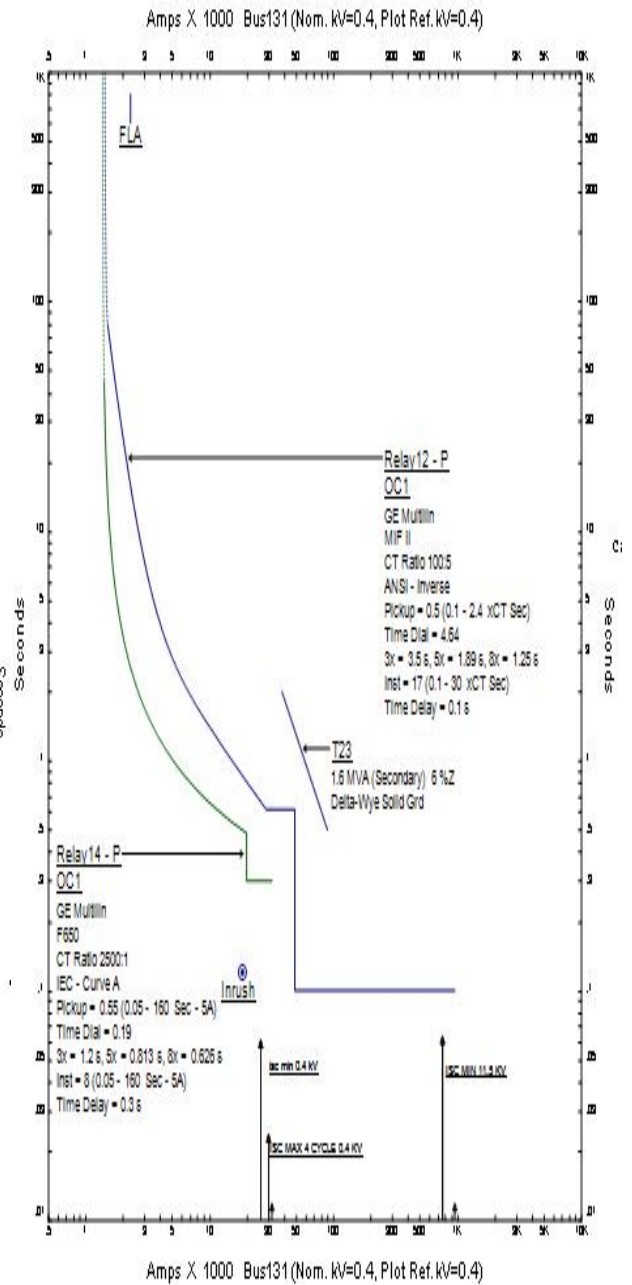
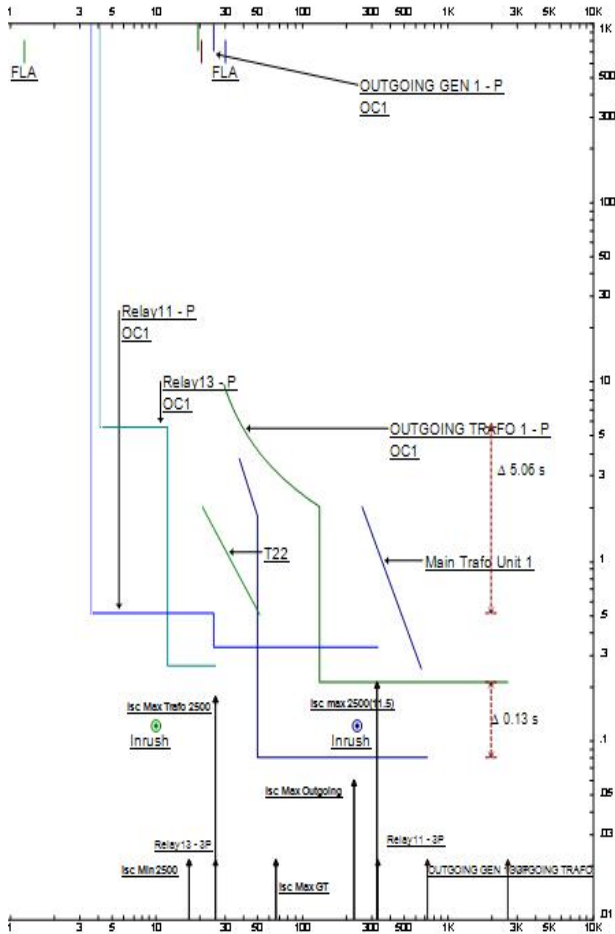
$$= \frac{|VR(0)| - |VR(fl)|}{|VR(fl)|} \times 100 \%$$



$$= \frac{|400V| - |364V|}{364V} \times 100\%$$

$$= 0.0989 = 9.89\%$$

Dari Hasil perhitungan diatas kita float karakteristik relay dari software etap:



**Gambar 4** karakteristik relay 1600 kVA resetting

**Tabel 1.** Perbandingan data setting  
existing dan hasil perhitungan

No	NAMA	MANUFACTURE	CPT	TYPE	KURVA	RELE	SET	Setting Existing		Hasil Perhitungan			
								Time dial	Time delay	set	Time dial	Time delay	
1	Out GT 1	eckwith Electric (m-3425	40001	PHASA	INVERS	51	1.21	0.7	-	0.625	0.9	-	
						50	-	-	-	1.25	-	4	-
						51G	-	-	-	-	-	-	-
					GROUND	50G	-	-	-	-	-	-	-
2	OUT GT 2	eckwith Electric (m-3425	40001	PHASA	INVERS	51	1.21	0.7	-	0.625	0.9	-	
						50	-	-	-	1.25	-	4	-
						51G	-	-	-	-	-	-	-
					GROUND	50G	-	-	-	-	-	-	-
3	INC AUX (TR-2500#1)	GE (MIF II)	1505	PHASA	DEFINITE	51	1.3	3.5	-	2	0.51	-	
						50	4.4	-	3	16.66	-	0.33	-
					GROUND	51G	0.25	1	-	-	-	-	-
						50G	0.5	-	0.3	-	-	-	-
4	INC AUX (TR-2500#2)	GE (MIF II)	1505	PHASA	DEFINITE	51	1.3	3.5	-	2	0.51	-	
						50	4.4	-	3	16.66	-	0.33	-
					GROUND	51G	0.25	1	-	-	-	-	-
						50G	0.5	-	0.3	-	-	-	-
5	INC AUX (TR-1600#1)	GE (MIF II)	1005	PHASA	DEFINITE	51	0.8	1	-	0.50	4.64	-	
						50	1.6	-	0.5	17	-	0.1	-
					GROUND	51G	0.24	0.5	-	-	-	-	-
						50G	0.5	-	0.3	-	-	-	-
6	INC AUX (TR-1600#2)	GE (MIF II)	1005	PHASA	DEFINITE	51	0.8	1	-	0.50	4.64	-	
						50	1.6	-	0.5	17	-	0.1	-
					GROUND	51G	0.24	0.5	-	-	-	-	-
						50G	0.5	-	0.3	-	-	-	-
7	OUT AUX (TR 2500#1)	GE (MIF II)	3005	PHASA	DEFINITE	51	1.2	3	-	1	5.57	-	
						50	3.8	-	3	7	-	0.26	-
					GROUND	51G	0.44	1	-	-	-	-	-
						50G	0.9	-	0.5	-	-	-	-
8	OUT AUX (TR 2500#2)	GE (MIF II)	3005	PHASA	DEFINITE	51	1.2	3	-	1	5.57	-	
						50	3.8	-	3	7	-	0.26	-
					GROUND	51G	0.44	1	-	-	-	-	-
						50G	0.9	-	0.5	-	-	-	-
9	OUT AUX (TR-1600#1)	GE(F650)	25001	PHASA	EC CURVE	51	0.92	1	-	0.55	0.19	-	
						50	1.85	-	0.5	8	-	0.3	-
					GROUND	51G	0.28	0.5	-	-	-	-	-
						50G	0.6	-	0.3	-	-	-	-
10	OUT AUX (TR-1600#1)	GE(F650)	25001	PHASA	EC CURVE	51	0.92	1	-	0.55	0.19	-	
						50	1.85	-	0.5	8	-	0.3	-
					GROUND	51G	0.28	0.5	-	-	-	-	-
						50G	0.6	-	0.3	-	-	-	-
11	OUT MAIN TRAF0 1	ABB (REF 610)	3005	PHASA	RMAL INVE	51	0.5	0.13	-	0.5	0.56	-	
						50	0.8	-	0.8	3.4	-	0.21	-
					GROUND	RMAL INVE	51G	0.16	0.18	-	-	-	-
						50G	0.33	-	0.8	-	-	-	-
		GE (SR745)		FR FREQU	DEFINITE	81-O	51.5 Hz	-	2	-	-	-	
					BR FREQU	DEFINITE	81-U	48.5 Hz	-	2	-	-	-

## Analisa

1. Line 400 V, Dari hasil download data di relay setting time nya sama. Jika setting time sama disaat terjadi gangguan hubung singkat relay akan bekerja bersamaan, data yang didapat dari download dimasukan nilai nya ke software ETAP untuk mensimulasikan setting relay existing.

Setelah disimulasi bisa dilihat hasil float karakteristik relay disaat terjadi gangguan hubung singkat relay bekerja secara bersamaan,

Dibawah ini setting existing di PLTG Borang:

### Overcurrent (Low set)

Incoming setting 0.8 A dan time dial 1detik.  
Outgoing setting 0.92 A dan time dial nya 1detik

### Instantaneous Pickup (High set)

Incoming 1.6 A dan time delay 0.5 detik  
Outgoing 1.85 A dan time delay 0.5 detik

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa menggunakan software ETAP didapat nilai setting sebagai berikut:

### Overcurrent (Low set)

Incoming 0.5 A dan time dial 4.64 detik

Outgoing 0.55 A dan time dialnya 0.19 detik

### Instantaneous Pickup (High set)

Incoming 17 A dan time delay 0.1 detik

Outgoing 8 A dan 0.33 detik

Perhitungan hubung singkat mengacu ke standard IEE 242

➤ Jika relay proteksi bekerja secara bersamaan, tidak memenuhi standard dari koordinasi, tidak cukup handal untuk melindungi peralatan dari hubung singkat dan akan membuat teknisi kesulitan di saat melakukan pencarian kesalahan.

➤ Tipe relay direkomendasikan dirubah, untuk existing menggunakan definite time dari hasil perhitungan dan simulasi sisi incoming menggunakan relay Ansi invers dan sisi outgoing Iec curve A. Relay definite kurang cepat respon terhadap perubahan besar dan kecilnya arus (Berdasarkan IEC 255-3).

➤ Diline 11.5 kV atau switchgear, setting relay belum terkoordinasi disaat terjadi gangguan di switchgear atau line 11.5 kV relay yang bekerja terlebih dahulu sebaiknya generator dan outgoing 150 kV dikarenakan sebagai sumber tegangan.

Dibawah ini setting existing line 11.5 kV atau switchgear di PLTG Borang:

## Trafo 2500 kVA

### Overcurrent (Low set)

Setting 1.3 A time dial 3.5 detik

### Instantaneous Pickup (High set)

Setting 4.4 A time delay 3 detik

Hasil perhitungan dan analisa di software ETAP didapat nilai setting:

### Overcurrent (Low set)

Setting 2.4 A dan time dial 0.51 detik

### Instantaneous Pickup (High set)

Setting 6.66 A dan time delay 0.33 detik

(Perhitungan berdasarkan pada IEEE 242)<sup>[8]</sup>.

**Generator 1****Setting Existing generator 1**

1.21 A dan time dialnya 0.7 detik

**Overcurrent (Low set)**

0.625 A dan time dialnya 0.9 detik

**Instantaneous Pickup (High set)**

Setting 1.25 A dan time delay 4 detik

(Perhitungan berdasarkan pada IEEE 242).

2. Disaat tegangan 11.5 KV turun hingga 10 KV tegangan disisi 400 V turun hingga 354 V. Setting existing relay ini tidak sesuai dengan standard tegangan motor ABB, setting under tegangan yang terpasang di 50 V (14.28%) standart tegangan turun menurut standard ABB yang diizinkan 5 – 10 %. Menurut perhitungan seharusnya setting under voltage nya di 36 V (9.89%), jika settingnya lebih dari 10 % bisa berdampak terhadap peralatan listrik di Plant Pembangunan Borang.

**SIMPULAN**

Berdasarkan hasil studi dan analisis koordinasi rele pengaman pada PLTG Borang Sumatera selatan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut:

**1. Trafo 1600 kVA**

Setting incoming 0.50 untuk time dial 4.64 dan untuk instantaneous pickup 17 time delay nya 0.1. Disisi outgoing Overcurrent 0.55 untuk time dial 0.19 dan untuk instantaneous pickup 8 time delay nya 0.3

**2. Trafo 2500 kVA**

Setting Overcurrent trafo 2500 kVA incoming 2 time dial 0.51 dan untuk Instantaneous pickup 16.66 time delay 0.33. disisi outgoing trafo 2500 kVA overcurrent 1 time dial 5.57 dan untuk Instantaneous pickup 7 time delay 0.26

**3. Generator**

Setting Overcurrent 0.625 time dial 0.9 dan Instantaneous pickup 1.25 time delay 4.

**4. Main Trafo**

Setting Overcurrent 0.5 time dial 0.56 dan Instantaneous pickup 3.4 time delay 0.21

**5. Setting undervoltage di 36 V****DAFTAR PUSTAKA**

- Alawiy, Muhammad Taqiyuddin. 2006, *Proteksi System Tenaga Listrik*, Fakultas Teknik Elektro Universitas Islam Malang
- Hassan, Bob. 2012, *Studi Koordinasi Proteksi di HESS UPD (Ujung Pangkah Development) Offshore Phase II*, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya
- Wahyudi. Diktat Sistem Proteksi, Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya
- Yudha, Hendra Marta. 2008, *Rele Proteksi*, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya