

# ANALISIS TRIP GENERATOR AKIBAT DARI GANGGUAN (POHON TUMBANG) DI JALUR *QUARRY FEEDER* STUDI KASUS DI PT. INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA, TBK PLANT 12 TARJUN

Moethia Faridha

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Kalimantan MAB  
Jl. Adhyaksa No.2 Kayutangi Banjarmasin  
Email : *bariethia@gmail.com*

## ABSTRAK

PT. Indocement Tungal Prakarsa, Tbk Plant 12 Tarjun merupakan perusahaan penghasil semen dengan kapasitas 7500 ton *Clinker* per hari. Dan untuk kelancaran Penyuplaian Tenaga Listrik di setiap *Feeder* / Jaringan di Pasang Proteksi *Relay* yang berfungsi untuk mengamankan *Feeder* / Jaringan dari Gangguan yang terjadi. Di Jalur *Quarry Feeder* tersedia fasilitas Proteksi *Relay* tersebut, namun gagal mengamankan gangguan yang terjadi, sehingga menyebabkan *Trip* Generator yang berdampak terganggunya Pencapaian Target Produksi. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui cara prinsip kerja dari proteksi relay dan mengetahui cara menganalisa trip Generator akibat gangguan yang terjadi dengan pengaturan setting time relay yang sesuai dengan arus. Analisa menggunakan *Software ETAP Version 12.6* untuk mengetahui besar Arus Hubung Singkat. Hasil analisa menggunakan *Software ETAP Version 12.6* adalah Proteksi *Relay* adalah alat yang memonitor besarnya Arus Gangguan dengan menggunakan *Current Transformer* sebagai *Tranducernya*. Apabila Arus yang mengalir melebihi nilai *setting*, maka Proteksi *Relay* akan membuka PMT sesuai dengan nilai waktu yang diinginkan. Nilai *Setting* yang ada terlalu besar, sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan Beban maksimal Operasional yang ada. *Sensitivitas* dan *Reabiliti* Proteksi *Relay* di *Outgoing Quarry Feeder* dan *Incoming Quarry Feeder* tidak sesuai dengan yang diharapkan. Koordinasi antar *Relay* sangat penting terutama untuk sistem yang lebih kompleks, untuk menghindari terjadinya *Relay* tidak bekerja atau kesalahan pada penunjukan indikasi alarm gangguan.

**Kata Kunci:** *Analisa Trip Generator, Quarry Feeder, relay, time setting, koordinasi.*

## PENDAHULUAN

Daerah quarry (tambang) di PT IPT Plant 12 Tarjun merupakan daerah yang sangat rawan mengalami gangguan salah satunya adalah pohon tumbang. Pengaman generator agar tidak mengalami kerusakan adalah proteksi relay. Proteksi *Relay* adalah alat yang memonitor besarnya Arus Gangguan dengan menggunakan *Current Transformer*. Apabila Arus yang mengalir melebihi nilai *setting*, maka Proteksi *Relay* akan membuka PMT

sesuai dengan nilai waktu yang diinginkan. Masing – masing *Feeder* memiliki Proteksi *Relay* / Pengaman tersendiri, yang mana harapannya apabila terjadi gangguan disalah satu *Feeder* tidak berdampak ke sistem yang lainnya. Untuk itu sangat diperlukan perhitungan dan ketelitian yang baik untuk memenuhi harapan tersebut agar analisa trip pada generator akibat pohon tumbang di jalur Quarry PT. Inducement Tungal Prakarsa Tbk. Agar gangguan yang terjadi tidak berdampak pada jaringan yang lain.

Setting waktu relay yang tidak sesuai dengan arus apabila terjadi gangguan disalah satu *Feeder* akan berdampak ke sistem yang lainnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui cara prinsip kerja dari proteksi relay dan mengetahui cara menganalisa trip Generator akibat gangguan yang terjadi dengan pengaturan setting time relay yang sesuai dengan arus.

Berdasarkan latar belakang di atas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bagaimana prinsip kerja dari pada Proteksi *Relay* dan bagaimana cara menganalisa trip Generator akibat gangguan yang terjadi dengan pengaturan setting time relay yang sesuai dengan arus ?

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui cara prinsip kerja dari proteksi relay, mengetahui cara menganalisa trip Generator akibat gangguan yang terjadi dengan pengaturan setting time relay yang sesuai dengan arus.

## Tinjauan Pustaka

### Pengertian Proteksi

Yang dimaksud dengan proteksi terhadap tenaga listrik ialah sistem pengamanan yang dilakukan terhadap peralatan-peralatan listrik, yang terpasang pada sistem tenaga listrik tersebut. Misalnya Generator, Transformator, Motor Listrik, Jaringan transmisi / distribusi dan lain-lain terhadap kondisi operasi abnormal dari sistem itu sendiri, yang berupa:

Hubung singkat, Tegangan lebih atau kurang, Beban lebih, Frekuensi sistem turun atau naik, dan lain-lain.

Adapun fungsi dari sistem proteksi adalah:

- Untuk menghindari atau mengurangi kerusakan peralatan listrik akibat adanya gangguan (kondisi abnormal). Semakin cepat reaksi perangkat proteksi yang digunakan, maka akan semakin sedikitlah pengaruh gangguan terhadap kemungkinan kerusakan alat.

- Untuk mempercepat melokalisasi luas / *zone* daerah yang terganggu, sehingga daerah yang terganggu menjadi sekecil mungkin.
- Untuk dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen, dan juga mutu listriknya baik.
- Untuk mengamankan manusia (terutama) terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik.

Agar sistem proteksi dapat dikatakan baik dan benar ( dapat bekerja dengan cepat, tepat dan murah ), maka perlu diadakan pemilihan dengan seksama dan dengan memperhatikan faktor- faktor sebagai berikut :

- Jenis saluran yang dilindungi / diamankan.
- Kenapa saluran tersebut harus dilindungi.
- Kemungkinan banyaknya terjadi gangguan.
- Tekno-ekonomis sistem yang digunakan.

Peralatan utama yang dipergunakan untuk mendeteksi dan memerintahkan peralatan proteksi bekerja adalah *relay*.

### Syarat-syarat *Relay* Pengaman

Syarat-syarat agar peralatan *relay* pengaman dapat dikatakan bekerja dengan baik dan benar adalah :

#### 1. Cepat bereaksi

*Relay* harus cepat bereaksi / bekerja bila sistem mengalami gangguan atau kerja abnormal. Kecepatan bereaksi dari *relay* adalah saat *relay* mulai merasakan adanya gangguan sampai dengan pelaksanaan pelepasan *circuit breaker (C.B) / magnetic contactor* karena komando dari *relay* tersebut.

Waktu bereaksi ini harus diusahakan secepat mungkin sehingga dapat menghindari kerusakan pada alat serta membatasi daerah yang mengalami gangguan / kerja abnormal.

Mengingat suatu sistem tenaga mempunyai batas-batas stabilitas serta kadang-kadang gangguan sistem

bersifat sementara, maka *relay* yang semestinya bereaksi dengan cepat kerjanya perlu diperlambat (*time delay*), seperti yang ditunjukkan persamaan :

$$t_{op} = t_p + t_{cb}$$

dimana :

$t_{op}$  = total waktu yang dipergunakan untuk memutuskan hubungan

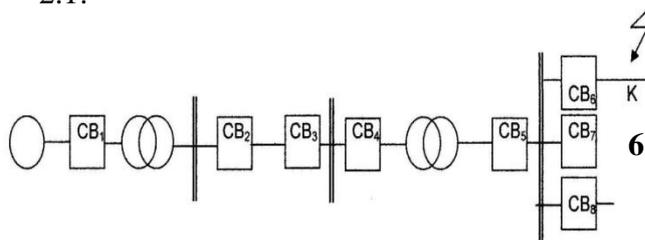
$t_p$  = waktu bereaksinya unit *relay*

$t_{CB}$  = waktu yang dipergunakan untuk pelepasan *C.B*

Idealnya waktu bereaksi *Relay* sesuai dengan nilai *Setting* yang diberikan, namun pada kenyataannya tidak bisa seideal kondisi tersebut. Untuk itu diperlukan Toleransi terhadap waktu kerja *Relay* untuk kita bisa menyatakan bahwa *Relay* tersebut dalam kondisi baik. Pada umumnya untuk waktu bereaksinya *Relay* ( $t_p$ ) dianggap bekerja dengan baik apabila total *relay*  $\pm 5\%$  dari nilai *setting* dan untuk  $t_{op}$  sekitar 0,1 detik.

**2. Selektif**

Yang dimaksud dengan selektif disini adalah kecermatan dalam pemilihan mengadakan pengamanan, dimana hal ini menyangkut koordinasi pengamanan dari sistem secara keseluruhan. Untuk rmendapatkan keandalan yang tinggi, maka *relay* pengaman harus mempunyai kemampuan selektifitas yang baik. Dengan demikian, segala tindakannya akan tepat dan akibat dari gangguan dapat dieliminir menjadi sekecil mungkin. Berikut diberikan contohnya pada Gambar 2.1:



Gambar 1 Suatu Sistem Tenaga Listrik Yang Sederhana Mengalami Gangguan

Pada Titik K Dalam sistem tenaga listrik seperti gambar di atas, apabila terjadi

gangguan pada titik K, maka : hanya C.B.6 saja yang boleh bekerja sedangkan untuk C.B.1, C.B.2 dan C.B. - C.B. yang lain tidak boleh bekerja.

**3. Peka / sensitif**

*Relay* harus dapat bekerja dengan kepekaan yang tinggi, artinya harus cukup sensitif terhadap gangguan didaerahnya meskipun gangguan tersebut minimum, selanjutnya memberikan jawaban / respon.

**4. Andal / reliability**

Keandalan *relay* dihitung dengan jumlah *relay* bekerja / mengamankan daerahnya terhadap jumlah gangguan yang terjadi. Keandalan *relay* dikatakan cukup baik bila mempunyai harga : 90 % - 99 %. Misal, dalam satu tahun terjadi gangguan sebanyak 25 kali dan *relay* dapat bekerja dengan sempurna sebanyak 23 kali, maka :

$$\text{Keandalan Relay} = \frac{23}{25} \times 100\% = 92\%$$

Keandalan dapat di bagi 2 :

*Dependability* : *relay* harus dapat diandalkan setiap saat.

*Security* : tidak boleh salah kerja / tidak boleh bekerja yang bukan seharusnya bekerja.

**5. Sederhana / Simplicity**

Makin sederhana sistem *relay* semakin baik, mengingat setiap peralatan / komponen *relay* memungkinkan mengalami kerusakan. Jadi sederhana maksudnya kemungkinan terjadinya kerusakan kecil ( tidak sering mengalami kerusakan ).

**6. Murah / Economy**

*Relay* sebaiknya yang murah, tanpa meninggalkan persyaratan-persyaratan yang telah tersebut di atas.

**Klasifikasi relay**

Dari beberapa jenis *relay* yang ada, dapatlah kita membedakannya menurut klasifikasi berikut :

**a. Berdasarkan prinsip Kerjanya**

*relay elektro-magnetis*; tarikan dan induksi, *relay termis*, *relay elektronis*

**b. Berdasarkan konstruksinya**

tipe angker tarikan, tipe batang seimbang, tipe cakram induksi, tipe kap induksi, tipe kumparan yang bergerak, tipe besi yang bergerak, dan lain-lain.

**c. Berdasarkan besaran yang diukur**

*relay* tegangan, *relay* arus, *relay* impedansi, *relay* frekuensi, dan lain-lain.

Selain itu, pada *relay-relay* di atas masih juga dapat dibedakan seperti berikut :

1. *over*, yaitu *relay* akan bekerja bila besaran / ukuran yang telah ditentukan dilampaui.
2. *under*, yaitu *relay* akan bekerja bila berada sebelum / di bawah harga besaran yang telah ditentukan.
3. *directional*, yaitu bekerjanya *relay* ditentukan oleh arah aliran tenaga listriknya.

**d. Berdasarkan cara menghubungkan sensing elemen :**

1. *Primary Relay* : *Sensing* elemen berhubungan langsung dengan sirkuit yang harus diamankan.
2. *Secondary Relay* : *Sensing* elemen mendapatkan arus dan atau tegangan dari trafo arus dan atau tegangan secara tidak langsung.

**e. Berdasarkan Cara Kerja Kontrol Elemen**

1. *Direct Acting* : Kontrol elemen bekerja langsung memutuskan aliran / hubungan.
2. *Indirect Acting* : Kontrol elemen hanya digunakan untuk menutup kontak, suatu peralatan lain digunakan memutuskan rangkaian / aliran, yang umumnya menggunakan sumber tegangan DC.

Keuntungan dan Kerugian menggunakan *Indirect Acting* :

**a. Segi Keuntungan:**

1. Keamanan lebih terjamin.
2. Pada waktu memeriksa atau *reparasi* tidak perlu memutuskan aliran utama.
3. Terpisah secara *elektris* dari tegangan kerja sistem
4. Tak tergantung dari besarnya tegangan sistem yang diamankan

**b. Segi Kerugian:**

1. Dibandingkan dengan *direct acting*, maka konstruksinya lebih kompleks.
2. untuk tegangan rendah kurang ekonomis

**f. Berdasarkan Macam Tugas / Kegunaan**

1. *Main relay* : Sebagai elemen utama didalam sistem pengamanan, jadi berhubungan langsung dengan besaran-besaran listrik yang diukur (arus, tegangan dan lain-lain).
2. *Supplementary relay*: Sebagai *relay* pembantu, yang berfungsi untuk memperbanyak kontak, yang dapat digunakan untuk indikasi, sinyal dan lain-lain.

**g. Berdasarkan Karakteristik**

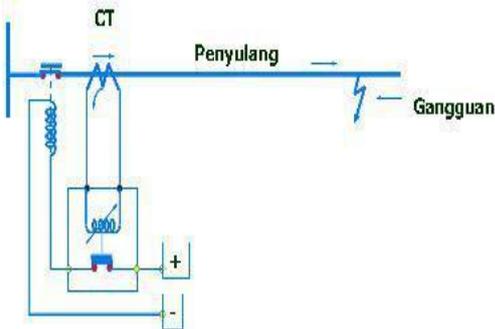
1. *Instantaneous* : Dimana *Relay* bekerja sesuai dengan nilai setting tanpa menggunakan waktu.
2. *Time Delay*: Dimana *Relay* bekerja sesuai dengan fungsi waktu yang di gunakan.
3. *Inverse / Kurva* : Dimana *Relay* bekerja mengikuti Karakteristik nilai konstanta pada kurva tersebut.

Secara umum berdasarkan fungsi Kurva / *Inverse* dapat dibedakan menjadi 4 macam yaitu : *Normal Inverse*, *Very Inverse*, *Long Time Inverse*, *Extremely Inverse*

**Hasil Pembahasan****Prinsip kerja Relay Overcurrent dan Ground Fault**

*Relay Overcurrent* bekerja dengan membaca input berupa besaran arus kemudian membandingkan dengan nilai *setting*, apabila nilai arus yang terbaca oleh *Relay* melebihi nilai *setting*,

maka *Relay* akan mengirim perintah *trip* (lepas) kepada Pemutus Tenaga (PMT) atau *Circuit Breaker* (CB) setelah tunda waktu yang diterapkan pada *setting*.



Gambar 2. Bagan Sederhana *Relay Overcurrent* dan *Ground Fault*

*Relay Overcurrent* (OCR) memproteksi sistem jaringan listrik terhadap gangguan antar fasa. Sedangkan untuk memproteksi terhadap gangguan fasa tanah digunakan *Relay Arus Gangguan tanah* atau *Ground Fault Relay* (GFR). Prinsip kerja GFR sama dengan OCR, yang membedakan hanyalah pada fungsi dan elemen sensor arus. OCR biasanya memiliki 2 atau 3 sensor arus (untuk 2 atau 3 fasa) sedangkan GFR ahnya memiliki satu sensor arus (satu fasa).

Waktu kerja *Relay* OCR maupun GFR tergantung nilai *setting* dan karakteristik waktunya. Elemen pada *Relay* ini ada 2 (dua), yaitu Elemen *Low Set* dan Elemen *High Set*. Elemen *Low Set* bekerja ketika terjadi gangguan dengan arus hubung singkat yang relatif kecil, sedangkan elemen *High Set* bekerja ketika terjadi gangguan dengan arus hubung singkat yang cukup besar.

### Analisa Trip Generator Akibat Gangguan Pohon Tumbang

Mengingat pentingnya kepastian suplai power dari Generator, maka peranan pengaman pada masing masing penyulang / *Feeder* harus diperhatikan dengan seksama agar jangan sampai mengganggu sistem yang lain.

Oleh karena itu sangat diharapkan apabila terjadi gangguan di Jalur Penyulang / *Feeder* ke *Quarry* diharapkan sesegera mungkin gangguan tersebut harus segera terputus. Untuk itu diperlukan keandalan / *Reability* dari *Proteksi Relay* di masing – masing Bus secara kontiniu.

Untuk itu pada pembahasan kali ini, saya bahas adalah tentang Analisa *Trip* Generator akibat Gangguan Pohon Tumbang di jalur *Quarry Feeder*. Dalam proses perencanaan ini, hal – hal yang akan saya bahas meliputi :

### Pengumpulan Data

Adapun data yang diperlukan adalah : *Wiring* Sistem *Proteksi Relay*, *Ratio Current Transformer*, data *Setting* *Proteksi Relay* dan besar nilai gangguan, maksimum Beban yang diperlukan untuk menjalankan seluruh sistem di *Quarry Feeder*.

### Ratio Current Transformer

*Ratio Current Transformer* yang digunakan di masing – masing *Cubicle* adalah :

- Quarry Feeder Out Going Power Plant* : 1000 / 5 A
- Incoming Quarry Feeder 11KV* : 1250 / 5 A
- Outgoing Quarry Feeder 33KV* : 400 / 5 A
- ZC : 200 / 1 A

### Data Setting Proteksi Relay dan Besaran Nilai Gangguan

Tabel 1. Data *Setting* *Proteksi Relay*

NO	DESCRIPTION	TYPE OF PROTECTION RELAY	RATIO CT	PICK UP SETTING				ACTUAL CURRENT BY SETTING			
				S1	S0	S1N	S0N	S1	S0	S1N	S0N
1	OUTGOING POWER PLANT	SPAJ 140C	1100 / 5	1.00	12.60	0.30	-	1.100	13,860	330	-
2	INCOMING LSS 3 QUARRY FEEDER	MRI - IE	1250 / 5	0.70	9.00	-	0.10	875	7,875	-	125
		MRI - E	200 / 5	-	-	-	0.20	-	-	-	40
3	OUTGOING LSS 3 QUARRY FEEDER	MRI - IE	400 / 5	0.76	2.70	-	0.10	304	821	-	40

Tabel 2. Data Besaran Nilai Gangguan

NO	DESCRIPTION	TYPE OF PROTECTION RELAY	REGISTER VALUE			
			L1	L2	L3	Io
1	OUT GOING POWER PLANT	SPAJ 140C	-	-	-	-
2	INCOMING LSS 3 QUARRY FEEDER	MRI - IE	-	-	-	-
		MRI - E	-	-	-	-
3	OUTGOING LSS 3 QUARRY FEEDER	MRI - IE	2.48	2.46	0.115	-

**Beban Maksimum untuk menjalankan seluruh sistem di Quarry Feeder.**

Untuk kelancaran Operasional dari suatu sistem yang ada di Quarry Feeder digunakan Transformer daya sebesar 15MVA 11/33KV, Frekuensi 50Hz, dengan total daya yang digunakan sebesar 5,3 MW dengan Factor Daya sebesar 0,784 pada Tegangan 33KV dan 0,764 pada tegangan 11KV.

**Analisa**

Dari data di atas dapat dibuatkan suatu analisa:

Besarnya Arus yang diperlukan untuk Operasional Quarry Feeder

Besarnya Nilai Setting Proteksi Relay di masing – masing Bus.

Besarnya Nilai Gangguan yang terjadi dari data yang terekam pada Proteksi Relay.

**Besarnya Arus yang diperlukan untuk Operasional Quarry Feeder**

Dari data yang ada di ketahui :

P=5,3 MW ; V=33 KV; Cos Q =0,784

Maka besarnya Arus adalah :

$$P = 5,3 \text{ MW}; \quad V = 33 \text{ KV}; \quad \text{Cos Q} = 0,784$$

Maka besarnya Arus adalah :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos Q}} = 118,28 \text{ Amp. .... Untuk sisi 33 KV}$$

$$P = 5,3 \text{ MW}; \quad V = 11 \text{ KV}; \quad \text{Cos Q} = 0,764$$

Maka besarnya Arus adalah :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \text{Cos Q}} = 364,12 \text{ Amp. .... Untuk sisi 11 KV}$$

Dari Simulasi Software ETAP Version 12.6 diketahui bahwa besar Arus Hubung Singkat Sebesar 274 Amp untuk sisi 33KV dan 843,52 Amp untuk sisi 11KV.

Besar Nilai Gangguan akibat Pohon Tumbang sebesar 753.92 Amp untuk Fasa L1 dan 747.84 Amp untuk Fasa L2 pada sisi 33KV dan untuk Fasa L1 2.320,97 Amp dan 2.302,25 Amp pada sisi 11KV.

**Fakta dari akibat Pohon Tumbang mengenai Jaringan 33KV**

Pohon mengenai Jaringan 33KV pada pukul 16:41:30 ( Short to Ground ).

Short Fasa ke Fasa ( L1 – L2 ) pada pukul 16:41:36.

Outgoing Quarry Feeder Trip pada pukul 16:41:39.

Steam Turbine Generator Trip oleh Proteksi Generator REG 110 ( 3U> ) pada pukul 16:42:20. Pada saat Short Fasa ke Fasa, Outgoing Quarry Feeder ( Trafo 15MVA ) Trip setelah 3 detik, semestinya Trip setelah 0,9165 detik. Pada saat Short Fasa ke Fasa, Incoming Quarry Feeder ( Trafo 15MVA ) Tidak Trip, semestinya Trip setelah 0,8527 detik. Steam Turbine Generator Trip oleh Proteksi Generator REG 110 ( 3U> ) 41 detik, setelah Outgoing Quarry Feeder ( Trafo 15 MVA ) sisi 33KV Buka ( Trip ). Semua Feeder dalam kondisi Normal kecuali Quarry Feeder.

**Hasil Evaluasi Nilai Setting**

Dari hasil perhitungan di atas berdasarkan dari data yang terkumpul dapat di ambil suatu hasil analisa bahwa :

Berdasarkan Beban Maksimal yang diperlukan Nilai Setting lebih besar 157,03% dari Nilai yang seharusnya.

Untuk High Set Current (50) berdasarkan perhitungan Shortcircuit dari ETAP Version 12.6 adalah 274 Amp, atau lebih kecil 199,56% dari Nilai Setting yang ada.

Nilai Ground Fault (I0) sebaiknya 10% dari nilai Shortcircuit = 10% x 274 Amp = 27,4 Amp.

**Kesimpulan**

Proteksi Relay adalah alat yang memonitor besarnya Arus Gangguan dengan menggunakan Current Transformer sebagai Transducernya.

Apabila Arus yang mengalir melebihi nilai setting, maka Proteksi Relay akan membuka PMT sesuai dengan nilai waktu yang diinginkan.

Nilai Setting yang ada terlalu besar, sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan Beban maksimal Operasional yang ada.

Sensitivitas dan Reability Proteksi Relay di Outgoing Quarry Feeder dan Incoming Quarry Feeder tidak sesuai dengan yang diharapkan.

## **REFERENSI**

- [1] Buku Manual ABB No 01 Tentang Operasional Boiler
- [2] Buku Manual ABB No 37 Tentang Proteksi Relay
- [3] Buku Manual ABB No 38 Tentang Equipment dan Peralatan
- [4] Buku Manual ABB No 39 Tentang Schematic Diagram
- [5] Diktat Proteksi Sistem Tenaga Listrik Oleh Muhammad Taqiyyuddin Alawiy