

ANALISA TRIP GAS TURBIN DARI PROTEKSI FLAME OFF DI PLTGU MUARA TAWAR

Husnibes Muchtar¹, Zuli Agus Prasetyo²

¹⁾²⁾ Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat (10510)
Email : husnibes.muchtar@ftumj.ac.id

ABSTRAK

Turbin gas dapat beroperasi karena adanya udara panas yang bertekanan pada combustor. Salah satu komponen instrument yang mengindikasikan adanya pembakaran dalam combustor adalah sensor flame monitor. Apabila ada permasalahan atau kerusakan pada peralatan ini maka akan mengakibatkan unit gas turbin trip. Unit pembangkit yang handal adalah unit yang jarang terjadi trip pada gas turbin. Untuk menjaga agar gas turbin tidak sering terjadi trip haruslah dilakukan pemeliharaan yang baik. Pemeliharaan haruslah dilakukan dengan benar agar tidak terjadi kerusakan yang berulang pada sistem.

Kata Kunci: Turbin Gas, Sensor Flame Monitor, Trip, Maintenance

PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) di UP Muara Tawar merupakan salah satu pembangkit listrik yang memanfaatkan bahan bakar gas dan minyak. Selain menghasilkan energi listrik PLTG juga mampu menghasilkan gas buang yang digunakan sebagai sumber energi di unit PLTGU. Dalam proses menghasilkan energi listrik, Pembangkit Listrik Tenaga Gas memiliki beberapa komponen utama antara lain Kompresor, Turbin Gas, Combuster, dan Generator. Semua komponen tersebut terintegrasi menjadi satu kesatuan sistem unit yang bekerja untuk dapat menghasilkan listrik.

Permasalahan yang terjadi dalam unit PLTG ini yaitu *trip* gas turbin pada saat unit PLTG beroperasi. Trip pada gas turbin tersebut terjadi dikarenakan adanya kerusakan atau disfungsi pada komponen-komponen yang ada didalam unit PLTG. Dimana dampak dari trip tersebut dapat menyebabkan kehandalan unit PLTG mengalami penurunan.

Ada banyak faktor yang menyebabkan *trip* gas turbin pada saat unit PLTG beroperasi. Faktor yang menyebabkan trip gas turbin ditinjau dari pemeliharaan instrument yaitu dari flame monitor, control valve bahan bakar, ignition, temperature after turbin (TAT), pressure switch dll.

Trip gas turbin yang terjadi berulang yang menjadi perhatian pada tahun 2015 ini yaitu *trip* akibat adanya sinyal proteksi flame monitor. Untuk menghindari *trip* gas turbin yang berulang diperlukan pengukuran tahanan sensor *flame monitor* pada saat kondisi gas turbin tidak beroperasi. Kemudian dilakukan analisis peralatan

instrument yang berkaitan dengan sensor *flame monitor*.

KAJIAN PUSTAKA

Sistem Kontrol PLTGU Muara Tawar

Konstruksi Sistem kontrol yang digunakan pada PLTGU Muara Tawar disebut PROCONTROL (Process Control). Procontrol merupakan suatu system kontrol terdistribusi dengan level tertinggi adalah Unit Master yang mengendalikan 1 Blok PLTGU dibawah level ini adalah EGATROL untuk mengontrol Turbin Gas, Turbomat untuk kontrol steam turbin dan boiler untuk kontrol HRSG. Selanjutnya dibawah level kontrol tersebut adalah Function Group yang sesuai dengan fungsi terkait, seperti function group level drum untuk boiler, function group feedwater, dsb. Setiap function group ini mengkoordinasikan level kontrol yang paling rendah yaitu level drive kontrol

PLTGU Muara Tawar menggunakan 2 sistem PROCONTROL yang berbeda yaitu Procontrol P-13 untuk mengontrol Gas Turbin (Egatro) dan Steam Turbin (Turbomat). Sedangkan Procontrol P-14 digunakan untuk mengontrol HRSG (Boiler) dan komunikasi Balance of Plant dengan Operator Main Control Room.

Untuk berinteraksi dengan operator dan proses atau Main Machine Interface (MMI), Procontrol dilengkapi dengan peralatan komputer POS 30 untuk mengoperasikan mesin, komputer PMS untuk akuisisi data serta komputer EDS dan CDS untuk maintenance Sistem Control, dimana peralatan tersebut terhubung dalam system LAN dengan

standart Ethernet. Sistem Telegram digunakan untuk komunikasi data antar masing-masing peralatan.

Pengertian Sistem Proteksi

Sistem proteksi turbin gas merupakan serangkaian peralatan baik mekanik, hidrolis, maupun elektrik yang dirancang untuk mampu mengamankan operasi turbin dalam kondisi terburuk sekalipun. Sistem proteksi turbin menjanjikan keamanan bagi manusia dan mesin.

Turbin gas Alstom 13E2 memiliki empat tingkatan sistem proteksi turbin dan masing-masing tingkatan memiliki metode proteksi tersendiri, empat tingkatan itu diantaranya adalah:

Alarm

Alarm ditugaskan untuk menunjukkan kelainan atau operasi kerusakan yang belum berbahaya. Pada dasarnya, sinyal alarm meminta perhatian terhadap kemungkinan bahaya sebelum turbin gas mencapai sinyal *trip* atau sinyal *protective load shedding*. Sinyal alarm ini akan muncul pada display dari monitor POS (*Process Operator Station*) melalui *sequence of events* dan tersimpan pada *database* sistem perekam riwayat.

Protective Load Shedding

Protective Load Shedding atau disingkat menjadi PLS, adalah sebuah sistem proteksi turbin yang dapat membuat turbin gas mengurangi bebannya sebesar 80 MW/menit. Ketika sinyal PLS diterima, titik acuan beban akan berkurang secara otomatis, PLS akan berhenti jika sinyal penyebab gangguan sudah menghilang akan tetapi beban tidak akan naik ke beban semula sebelum PLS direset. Jika tidak ada aksi untuk menghilangkan sinyal PLS, maka beban turbin gas akan mencapai 6MW kemudian *relay reverse power* bekerja dan melepas *relay sinkron 52G* sehingga turbin gas akan berada pada kondisi putaran penuh tanpa beban (FSNL), setelah 3 menit berlangsung turbin gas akan *trip*.

Protective Load Shedding Trip

Seperti halnya pada PLS, *Protective Load Shedding Trip* atau disingkat menjadi PLST, turbin gas akan mengurangi titik acuan bebannya sebesar 80MW/min, hanya saja pada PLST setelah beban turun mencapai 6MW berlanjut dengan lepasnya *relay sinkron 52G* dan turbin *trip* dengan seketika.

Trip

Gas turbin langsung *trip* jika peralatan yang terganggu sudah mencapai batasnya. Selain itu ada juga *manual trip* yaitu dimana turbin gas bisa langsung di *trip* secara manual jika peralatan pengaman tidak berfungsi tetapi gangguan sudah membahayakan.

Human Machine Interface

Human Machine Interface (HMI) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat real time. Sistem HMI biasanya bekerja secara online dan real time dengan membaca data yang dikirimkan melalui I/O port yang digunakan oleh sistem controller-nya. Port yang biasanya digunakan untuk controller dan akan dibaca oleh HMI antara lain adalah port com, port USB, port RS232 dan ada pula yang menggunakan port serial.

Fungsi HMI

- Memberikan informasi plant yang up-to-date kepada operator melalui graphical user interface.
- Menerjemahkan instruksi operator ke mesin.
- Memonitor keadaan yang ada di plant.
- Mengatur nilai pada parameter yang ada di plant.
- Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi.
- Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal.
- Menampilkan pola data kejadian yang ada di plant baik secara real time maupun historical (Trending history atau real time).

Sensor Flame

Sensor Flame merupakan jenis sensor infrared berfungsi untuk mengetahui adanya penyalaan atau api pada gas turbin. Di bawah ini merupakan gambar sensor *flame monitor* yang dipakai.



Gambar 2.8 Sensor Flame Monitor

Untuk mengetahui sensor *flame monitor* dalam keadaan baik dengan cara mengukur nilai tahanan pada sensor tersebut.

Tabel 2.4 Nilai Tahanan Sensor

Kondisi Cahaya	Nilai Tahanan
Gelap/Tanpa cahaya	20-30 k ohm
Terang/Ada cahaya	9-15 k ohm

Sensor flame ini memiliki karakteristik yang sama dengan sensor photo dioda dan photo transistor. Sensor photo dioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor photodioda akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara forward sebagaimana dioda pada umumnya. Sensor photodioda adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (photodetector). Jenis sensor peka cahaya lain yang sering digunakan adalah phototransistor. Photodioda akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap power density (Dp). Perbandingan antara arus keluaran dengan power density disebut sebagai current responsivity. Arus yang dimaksud adalah arus bocor ketika photodioda tersebut disinari dan dalam keadaan dipanjar mundur.



Gambar 2.9 Photo Dioda

Amplifier Modul

Amplifier module digunakan untuk mengolah sinyal infrared yang ditangkap oleh sensor flame monitor. Selain itu juga untuk meningkatkan keamanan dan kehandalan. Akurasi pembacaan amplifier module ini adalah 2 second maksimal 4 second.



Gambar 2.11 Amplifier Module

Amplifier modul ini fungsi kerjanya seperti komparator. Komparator adalah sebuah rangkaian yang dapat membandingkan besar tegangan masukan. Komparator biasanya menggunakan Op-Amp sebagai piranti utama dalam rangkaian. Banyak jenis-jenis komparator Op-Amp yang ada, untuk karakteristik yang mendekati dengan amplifier modul ini yaitu komparator Op-Amp Schmitt Trigger.

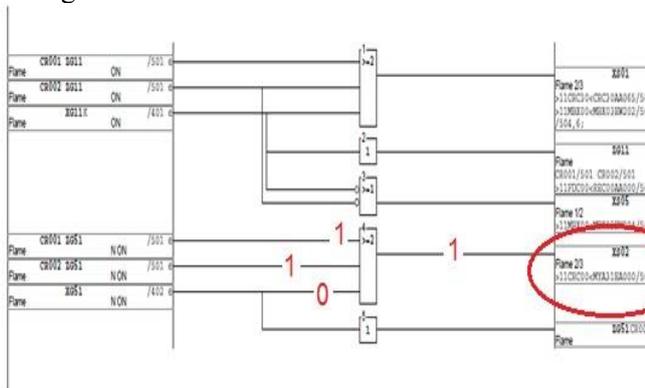
Dalam elektronik Schmitt Trigger adalah rangkaian komparator dengan histeresis dengan menerapkan umpan balik positif ke input noninverting dari pembanding atau penguat diferensial. Ini adalah rangkaian aktif yang mengubah sinyal input analog ke sinyal keluaran digital. Disebut trigger karena output mempertahankan nilainya sampai masukan perubahan cukup untuk memicu perubahan. Dalam konfigurasi non-inverting, ketika input lebih tinggi dari ambang batas, yang dipilih output yang tinggi. Ketika input lebih rendah yang dipilih ambang output rendah, dan ketika input antara dua tingkat output mempertahankan nilainya. Pada posisi dua threshold disebut hysteresis dan menyatakan bahwa Schmitt Trigger memiliki memori dan dapat bertindak sebagai multivibrator bistable (latch atau flip-flop).

Perangkat Schmitt Trigger biasanya digunakan dalam aplikasi pengkondisian sinyal untuk menghilangkan noise dari sinyal yang digunakan di sirkuit digital, khususnya bouncing kontak mekanik.

Proteksi Flame Monitor

Pada proteksi *flame Monitor* apabila 2 dari 3 *channel* sensor “not on” maka gas turbin akan *trip*

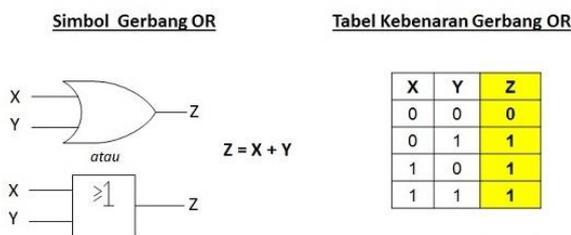
karena proteksi *flame monitor*. *Flame monitor* apabila 2 dari 3 *channel* "not on" maksudnya yaitu apabila 2 dari 3 *channel sensor* berlogika "1" pada *flame* "N ON" maka keluaran *flame 2/3 off* akan berlogika "1".



Gambar 2.12 Logic Proteksi *Flame Monitor*

Prinsip gerbang logika dalam logic tersebut adalah seperti logika OR. Gerbang OR memerlukan 2 atau lebih Masukan (Input) untuk menghasilkan hanya 1 Keluaran (Output). Gerbang OR akan menghasilkan Keluaran (Output) 1 jika salah satu dari Masukan (Input) bernilai Logika 1 dan jika ingin menghasilkan Keluaran (Output) Logika 0, maka semua Masukan (Input) harus bernilai Logika 0.

Simbol yang menandakan Operasi Logika OR adalah tanda Plus ("+"). Contohnya : $Z = X + Y$.



Gambar 2.13 Simbol dan Tabel Kebenaran Gerbang OR

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Proses Deteksi *Flame Monitor*

Pada proses deteksi *flame monitor* diawali adanya objek sensing berupa api (pada saat startup gas turbin). Kemudian sesor *flame monitor mendeteksi* adanya api. Hasil dari pembacaan sensor akan diterima oleh modul amplifier dan card 70eb02. Selanjutnya output tersebut akan diproses oleh card 70PR05 (Processor), apabila output tersebut menyatakan tidak adanya api 2 dari 3

channel sensor maka akan terjadi proteksi *flame off* dan gas turbin akan trip.

Tabel 4.1 Data Gangguan Proteksi *Flame Monitor*

No	Tanggal	Jenis Gangguan
1	23 Juli 2015	GT12 Trip: channel 2 dan channel 3 flame monitor off saat gas turbin beroperasi
2	25 Juli 2015	GT12 Trip: channel 2 dan channel 3 flame monitor off saat proses shutdown

Analisa Permasalahan

Pada tanggal 23 juli 2015 terjadi trip gas turbin karena adanya proteksi *channel 1* dan *channel 2 flame monitor* offsaat proses shutdown gas turbin. Seketika itu dilakukan pengukuran tahanan sensor pada channel 2 dan 3.

Berikut ini merupakan hasil pengukuran tahanan sensor:

Tabel 4.2 Pengukuran Tahanan Sensor *Flame Monitor*

Sensor	Nilai Resistansi
Flame no 2	Gelap: 38 k ohm Terang: 25 k ohm
Flame no 3	Gelap: 30 k ohm Terang: 9 k ohm

Untuk mengetahui hasil pengukuran sensor tersebut dinyatakan masih baik atau tidak, maka harus ada nilai standar tahanan sensor flame.

Berikut ini merupakan standar nilai tahanan sensor flame monitor:

Tabel 4.3 Standar Nilai Tahanan Sensor Flame Monitor

Kondisi Cahaya	Nilai Tahanan
Gelap/Tanpa cahaya	20-30 k ohm
Terang/Ada cahaya	9-15 k ohm

Pada tanggal 25 Juli 2015 terjadi trip karena 2 dari channel sensor *flame monitor off* sehingga mengakibatkan *force shutdown*. Langkah pertama yang dilakukan yaitu pengukuran tahanan sensor, hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 4.4 Pengukuran Tahanan Sensor *Flame Monitor*

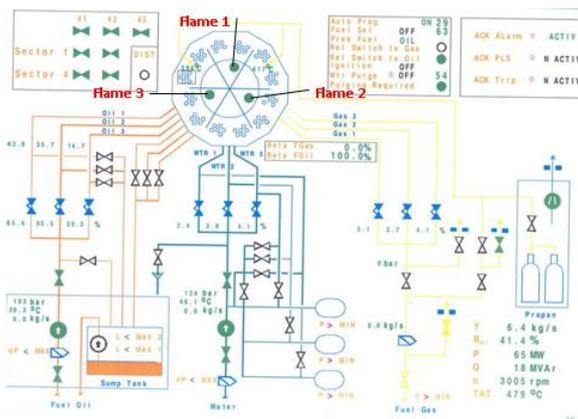
Sensor	Nilai Resistansi
<i>Flame no 1</i>	Gelap: 40 k ohm Terang: 27 k ohm
<i>Flame no 2</i>	Gelap: 29 k ohm Terang: 10 k ohm
<i>Flameno 3</i>	Gelap: 3 k ohm Terang: 9 k ohm

Dari hasil pengukuran didapat sensor *flame no 1* harus dilakukan penggantian sensor baru. Kemudian dilakukan penyetaran feedback dengan cara menggunakan pemantik api yang didekatkan pada sensor flame apakah feedback sampai pada POS atau tidak.

Hasil penyetaran feedback sebagai berikut:

Tabel 4.5 Penyetaran Feedback Sensor

Sensor	Feedback POS
<i>Flame no 1</i>	Ada (warna merah)
<i>Flame no 2</i>	Tidak ada (warna hijau)
<i>Flame no 3</i>	Ada (warna merah)



Gambar 4.2 Posisi Feedback Sensor Pada HMI atau POS

Dari hasil penyetaran feedback diketahui bahwa sensor *flame no 2* tidak sampai pada POS. Maka Dilakukan test jack pada modul amplifier dengan cara memberikan api dengan pemantik yang didekatkan dengan sensor *flame no 2* selanjutnya pada test jack modul amplifier diukur tegangannya. Bersamaan dengan test jack, juga harus dilakukan pengamatan feedback sensor flame monitor pada POS/HMI. Sebelum dilakukan test jack, modul amplifier di change over dari modul amplifier 2 ke modul amplifier 1. Pada kondisi normal pembacaan tegangan 20-25 Volt DC.

Kesimpulan

Berdasarkan uraian analisa dan pembahasan proteksi pada sistem *flame monitor*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kerusakan peralatan yang sering terjadi pada sistem proteksi *flame monitor* yaitu pada sensor *flame monitor* dan modul amplifier
2. Untuk memastikan terjadi kerusakan pada modul amplifier dilakukan pengukuran tegangan pada test jack dan penukaran (*change over*) dari modul amplifier channel lain.
3. Tidak diperlukan pengecekan card karena feedback sudah sampai pada POS.

DAFTAR PUSTAKA

ABB. 2007. Function Chart Turbine Protection GT 13E2 EGATROL 7. Baden: ABB Power Generation.

Fireye. 2013. Solid State Burner Management Controls Series D40-41.

<http://agfi.staff.ugm.ac.id/blog/index.php/2009/04/tutorial-opc-bagian-1-pendahuluan/>

http://elektronika-dasar.web.id/teori_elektronika/schmitt-trigger-penguat-operasional-op-amp/

http://www.electronics-tutorials.ws/io/io_4.html

Wilnumadghi, Alqa Nury M A. 2011. Pemeliharaan Sistem Proteksi Turbin Gas Alstom 13E2. Muara Tawar: Bekasi

Yunastyo, Endrik Purbo. 2009. Instruksi Kerja Pemeliharaan Preventive Flame Monitor (Bidang Instrument dan Kontrol). Muara Tawar: Bekasi