

Pengontrolan Rasio Udara dan Bahan Bakar pada Boiler PPSDM Migas Menggunakan DCS

Nurpadmi ¹⁾, Labaik khafidzni ²⁾

¹⁾PPSDM Migas, Jalan Sorogo no. 1, Cepu

²⁾Universitas Brawijaya, Malang

Abstrak

Untuk mendapatkan kualitas pembakaran yang baik, khususnya sistem pembakaran di Boiler, perbandingan jumlah udara dan bahan bakar harus dijaga pada nilai yang optimal dengan menggunakan air/fuel ratio control (ratio antara udara/bahan bakar). Jumlah udara yang terlalu sedikit, akan menyebabkan terlalu sedikit oksigen yang digunakan untuk mengubah bahan bakar hidrokarbon menjadi karbon dioksida dan air. Jumlah udara terlalu sedikit juga berarti pemborosan bahan bakar, karena tidak semua bahan bakar yang digunakan terbakar dan menjadi energi. Selain itu jumlah udara yang terlalu banyak juga akan menyebabkan pembakaran tidak sempurna. Hal ini disebabkan karena kelebihan oksigen dan nitrogen akan menyebabkan terserapnya energi dalam pembakaran dan sisa gas buang ini akan dibuang melewati stack, sehingga sebagian energi yang dihasilkan akan terbuang dan menyebabkan tekanan operasi menurun. Kondisi pembakaran dapat ditinjau dari sisa oksigen yang dihasilkan. Prosentase oksigen pada gas sisa untuk pembakaran yang optimal untuk bahan bakar gas alam berada di rentang 1.5% - 3 %.

Untuk menjaga perbandingan jumlah udara dan bahan bakar dalam rangka mendapatkan kualitas pembakaran yang optimal maka dibuat desain kontrol rasio dengan menggunakan Distributed Control System DCS.

Pada tulisan ini dicoba didesain sistem kontrol rasio dengan menggunakan sistem blok kontrol DCS.

Kata Kunci : Distributed Control System (DCS), kontrol ratio, boiler

1. Pendahuluan

Sistem kontrol rasio digunakan untuk menjaga hubungan antara dua variabel untuk mengontrol variabel ketiga. Sistem kontrol rasio sebenarnya adalah bentuk paling dasar pengendalian *feedforward*. Beban sistem disebut aliran liar (*wild variable*) yang tidak mungkin terkontrol, dikontrol secara independen atau diken-

dalikan oleh kontroler lain yang merespon variabel tekanan, level, suhu, dan aliran (*flow*).

Dalam sistem pembakaran di *Boiler*, perbandingan antara udara dan bahan bakar memerankan peranan yang penting dalam kualitas pembakaran. Jumlah udara yang terlalu sedikit, akan menyebabkan terlalu sedikit oksigen yang digunakan untuk mengubah bahan

bakar hidrokarbon menjadi karbon dioksida dan air. Jumlah udara terlalu sedikit juga berarti pemborosan bahan bakar, karena tidak semua bahan bakar yang digunakan terbakar dan menjadi energi. Selain itu jumlah udara yang terlalu banyak juga akan menyebabkan pembakaran tidak sempurna. Hal ini disebabkan karena kelebihan oksigen dan nitrogen akan menyebabkan terserapnya energi dalam pembakaran dan sisa gas buang ini akan dibuang melewati *stack*, sehingga sebagian energi yang dihasilkan akan terbuang dan menyebabkan tekanan operasi menurun. Kondisi pembakaran dapat ditinjau dari sisa oksigen yang dihasilkan. Prosentase oksigen pada gas sisa untuk pembakaran yang optimal untuk bahan bakar gas alam berada di rentang 1.5% - 3%. Untuk menjaga perbandingan jumlah udara dan bahan bakar pada nilai yang optimal dengan menggunakan *air/fuel ratio control* (ratio antara udara/bahan bakar).

Boiler adalah salah satu peralatan yang banyak digunakan dalam industri proses sebagai penghasil uap pada tekanan tertentu. Dalam suatu sistem *boiler*, untuk menjaga tekanan uap pada nilai yang diinginkan, dilakukan dengan mengatur besarnya pembakaran, yaitu dengan cara mengatur besarnya aliran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar.

Melihat pentingnya mengatur ketepatan perbandingan antara udara dan bahan bakar dalam proses pembakaran di boiler, kami mencoba menggunakan kontrol blok DCS untuk mengendalikan rasio perbandingan udara dan bahan bakar guna menjaga proses pembakaran yang optimal pada Boiler di PPSDM Migas.

2. Rumusan dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat ditentukan rumusan masalah dari penelitian ini yaitu : bagaimana merancang sebuah rasio kontrol udara dan bahan bakar pada boiler Watson di PPSDM Migas menggunakan kontrol blok Distributed

Control System (DCS).

Tulisan ini mencoba untuk membuat desain simulasi kontrol rasio menggunakan kontrol blok DCS.

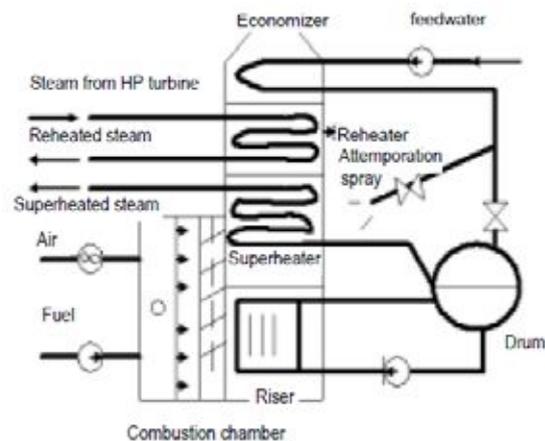
3. Dasar Teori

1.1 Distributed Control System (DCS)

Boiler

Boiler adalah bejana bertekanan dengan bentuk dan ukuran yang didesain untuk menghasilkan uap panas atau steam. Steam dengan tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses.

Secara umum *boiler* dapat digambarkan seperti Gambar 1.



Gambar 1 Diagram sederhana boiler

Proses *boiler* secara sederhana dapat digambarkan seperti proses memasak air, dimana dalam pemasakan air dibutuhkan sumber energi panas. Pemanasan diperoleh dari pemanasan bahan bakar padat, cair, gas, ataupun dari tenaga listrik dan tenaga-tenaga lainnya.

Proses pada *boiler* dilaksanakan dengan 3 tahap ssebagai berikut:

1. Proses pemanasan sehingga air menjadi uap basah (*wet steam*).
2. Proses pemanasan sehingga uap basah menjadi uap jenuh (*saturated steam*).

3. Proses pemanasan sehingga uap jenuh menjadi uap panas lanjut (superheated steam).

Fungsi *boiler* yaitu sebagai penghasil uap ini didalam dunia perminyakan digunakan untuk:

1. Proses pengolahan minyak.
2. Pemanasan minyak berat.
3. Penggerak turbin uap, *kompresor* dan pompa torak.
4. Proses pengeringan kayu yang masih mengandung kadar air.
5. Proses pengeringan tambahan sebagai pengganti matahari.
6. Membersihkan pipa dari minyak yang masih tersisa dalam pipa.

- Differential pressure	: 10 kg/cm ²
- Design temperature	: 190°C
- Handle fluid	: steam
- Total weight	: 2400 kg
- BHP	: 410rpm
- Year	: 1974
- Made in	: Perancis
- Tekanan maksimum	: 10 kg/cm ²
- Tekanan operasi	: 6 kg/cm ²
- Kapasitas operasi	: 5ton/jam
- Bahan bakar	: solar/residu
- Suhu bahan bakar	: 90°C
- Air umpan	: 80°C
- Suhu steam normal	: 190°C

1.2 Boiler WANSON

Boiler WANSON termasuk jenis :

- Fire tube boiler
- Internal furnace
- Multi tube boiler
- Straight tube boiler
- Horizontal shell boiler
- Boiler menggunakan bahan bakar (LP-G, solar dan residu)
- Stationer boiler
- Boiler bertekanan rendah (beroperasi pada 10 kg/cm²)
- Boiler berkapasitas rendah (beroperasi 6,6 ton/jam)

Data-data teknis

- Manufacture : steam block wanson
- Type : MS 550
- Lbm : H-100-IC
- Code : SNCT
- Flow rate : 6600 kg/hari

Peralatan boiler WANSON terdiri dari:

1. Peralatan utama
2. Peralatan keamanan
3. Peralatan penunjang

1.3 DCS Distributed Control System (DCS)

Distributed Control System (DCS) adalah suatu system control yang menggunakan komputer dan alat elektronik lainnya agar didapat pengontrol suatu loop system yang lebih terpadu dan dapat dikendalikan oleh semua orang dengan cepat dan mudah. Alat ini dapat digunakan untuk mengontrol proses dalam skala menengah sampai besar.

Fungsi DCS

- DCS berfungsi sebagai alat untuk melakukan kontrol suatu loop sistem dimana satu loop dapat mengerjakan beberapa proses control.
- Berfungsi sebagai pengontrol otomatis .
- Sarana pengumpul dan pengolah data agar didapat output proses yang tepat.

Cara Kerja DCS



DCS digunakan sebagai alat control suatu proses. Untuk mempelajari suatu sistem kontrol dengan DCS, harus dipahami terlebih dahulu apa yang disebut dengan loop sistem, dimana pada suatu loop sistem terdiri dari :

1. Alat pengukur (Sensor Equipment)
2. Alat control untuk pengaturan proses (Controller)
3. Alat untuk aktualisasi (Actuator)

DCS terhubung dengan sensor dan actuator serta menggunakan setpoint untuk mengatur aliran material dalam sebuah plant/proses. Sebagai contoh adalah pengaturan setpoint control loop yang terdiri dari sensor tekanan, controller, dan control valve. Pengukuran tekanan atau aliran ditransmisikan ke kontroler melalui I/O device. Ketika pengukuran variable tidak sesuai dengan set point (melebihi atau kurang dari setpoint), kontroler memerintahkan actuator untuk membuka atau menutup sampai aliran proses mencapai set point yang diinginkan.

Kelebihan DCS

- Fungsi control terdistribusi
- Sistem redundancy tersedia di setiap level
- Pembuatan sistem sangat mudah dan fleksible
- Informasi variable proses dapat ditampilkan sesuai dengan keinginan user
- Maintenance dan troubleshooting menjadi lebih mudah

Komponen – komponen DCS

Secara umum komponen dari DCS terdiri dari 3 komponen dasar yaitu: Operator Station, Control Module, dan I/O module.

a. Operator Station

Operator station merupakan tempat dimana user melakukan pengawasan atau monitoring proses yang berjalan. Operator station digunakan sebagai interface dari sistem secara

keseluruhan atau biasa juga dikenal dengan kumpulan dari beberapa HIS (Human Interface Station).

b. Control Module

Control modul adalah pusat kontrol atau sebagai otak dari seluruh pengendalian proses. Control modul melakukan proses komputasi algoritma dan menjalankan ekspresi logika.

Pada umumnya control module berbentuk blackbox yang dapat ditemui di control room. Control module biasanya menggunakan mode redundant untuk meningkatkan kehandalan control.

Fungsi dari control module adalah mengambil input variable yang akan dikontrol. Nilai variable tersebut akan dikalkulasi. Hasil dari kalkulasi ini akan dibandingkan dengan set point yang sudah ditentukan. Set point ini adalah nilai yang diharapkan sebuah proses. Jika hasil kalkulasi berbeda dengan set point, nilai tersebut harus dimanipulasi sehingga mencapai set point yang sudah ditentukan. Hasil manipulasi nilai akan dikirim ke input output modul dan untuk disampaikan ke aktuator.

c. I/O Module

I/O Module merupakan interface antara control module dengan field instrument. I/O module berfungsi mengubah sinyal dari digital ke analog dan sebaliknya.



Gambar 2 Control module DCS

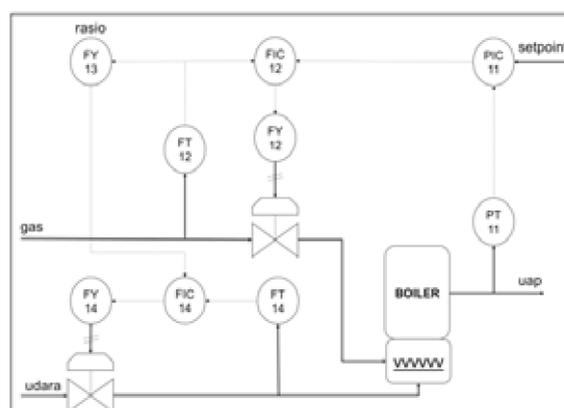
4. Pembahasan Sistem Kontrol Rasio

Sistem kontrol rasio digunakan untuk menjaga hubungan antara dua variabel untuk mengontrol variabel ketiga. Sistem kontrol rasio sebenarnya adalah bentuk paling dasar pengendalian *feedforward*. Beban sistem disebut aliran liar (*wild variable*) yang tidak mungkin terkontrol, dikontrol secara independen atau dikendalikan oleh kontroler lain yang merespon variabel tekanan, level, suhu, dan aliran (*flow*).

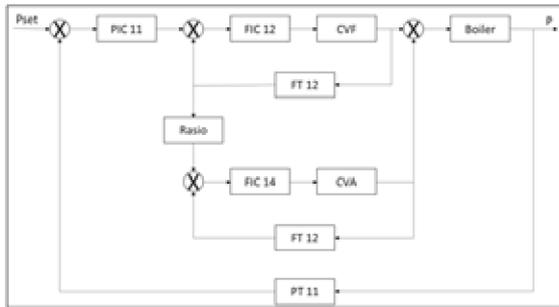
Dalam sistem pembakaran di *Boiler*, perbandingan antara udara dan bahan bakar memainkan peranan yang penting dalam kualitas pembakaran. Jumlah udara yang terlalu sedikit, akan menyebabkan terlalu sedikit oksigen yang digunakan untuk mengubah bahan bakar hidrokarbon menjadi karbon dioksida dan air. Jumlah udara terlalu sedikit juga berarti pemborosan bahan bakar, karena tidak semua bahan bakar yang digunakan terbakar dan menjadi energi. Selain itu jumlah udara yang terlalu banyak juga akan menyebabkan pembakaran tidak sempurna. Hal ini disebabkan karena kelebihan oksigen dan nitrogen akan menyebabkan terserapnya energi dalam pembakaran dan sisa gas buang ini akan dibuang melewati *stack*, sehingga sebagian energi yang dihasilkan akan terbuang dan menye-

babkan tekanan operasi menurun. Kondisi pembakaran dapat ditinjau dari sisa oksigen yang dihasilkan. Prosentase oksigen pada gas sisa untuk pembakaran yang optimal untuk bahan bakar gas alam berada di rentang 1.5% - 3 %. Untuk menjaga perbandingan jumlah udara dan bahan bakar pada nilai yang optimal dengan menggunakan *air/fuel ratio control* (ratio antara udara/bahan bakar).

Boiler adalah salah satu peralatan yang banyak digunakan dalam industri proses sebagai penghasil uap pada tekanan tertentu. Dalam suatu sistem *boiler*, untuk menjaga tekanan uap pada nilai yang diinginkan, dilakukan dengan mengatur besarnya pembakaran, yaitu dengan cara mengatur besarnya aliran bahan bakar dan udara yang masuk ke ruang bakar. Gambar 3 dan Gambar 4 adalah diagram proses serta diagram blok perancangan sistem kontrol rasio udara dan bahan bakar pada *boiler*



Gambar 3 Diagram proses sistem kontrol rasio pada boiler



Gambar 4 Diagram blok sistem kontrol rasio pada boiler

Keterangan :

Pset : Setpoint Pressure

FIC : Flow Indicator Controller

P : Pressure

FT : Flow Transmitter

PIC : Pressure Indicator Controller

CVF : Control Valve fuel

PT : Pressure Transmitter

CVA : Control Valve air

Dalam konfigurasi kontrol pada Gambar 3, *pressure indicator controller* (PIC 11) akan mengeset besarnya *flow*/aliran bahan bakar. Output *pressure indicator control* (PIC 11) sebagai *setpoint* untuk *flow indicator controller* (FIC 12), sementara besarnya *flow* udara mengikuti *flow* bahan bakar, melalui penggunaan *air/fuel ratio* (FY 13). Saat *pressure* dari uap turun, *pressure indicator controller* (PIC

11) akan menaikkan *setpoint flow indicator controller* (FIC 12), sehingga *flow* bahan bakar akan naik. Dari Gambar 3 terlihat bahwa sinyal dari *flow transmitter* (FT 12) dikalikan dengan rasio R (FY 13) untuk menghasilkan *setpoint* untuk *flow indicator controller* (FIC 14), jadi kenaikan *flow* bahan bakar akan menaikkan *setpoint* untuk *flow indicator controller* (FIC 14), yang selanjutnya akan membuka *control valve* sehingga *flow* udara akan meningkat hingga ke nilai optimalnya (sesuai rasio). Dengan bertambahnya *flow* bahan bakar dan udara maka pembakaran di ruang bakar juga bertambah sehingga *pressure* dari uap akan naik hingga mencapai nilai yang diinginkan sesuai *setpoint* di PIC 11. Hal yang sama juga terjadi pada kondisi sebaliknya, yaitu jika *pressure* dari uap naik melebihi *setpoint*, PIC 11 akan menurunkan *setpoint* untuk *flow indicator controller* (FIC 12), yang menyebabkan *flow* bahan bakar turun yang diikuti oleh *flow* udara. Penurunan *flow* kedua komponen pembakaran ini akan mengurangi pembakaran di ruang bakar sehingga *pressure* dari uap akan turun hingga mencapai nilai yang diinginkan di *setpoint* PIC 11.

5. Kesimpulan

Dari tulisan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa sistem kontrol rasio dapat didesain dengan menggunakan diagram blok DCS untuk mendapat sistem pembakaran yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adila, Virtu. 2013. Pengendalian Rasio Bahan Bakar dan Udara Pada Boiler Menggunakan Metode Kontrol *Optimal Linier Quadratic Regulator (LQR)*. Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Ardiansyah, Mohammad Nova. 2007. Perancangan dan Simulasi Kontrol Optimal dengan Metode *Linear Quadratic Gaussian* Dalam Pengendalian *Level* dan *Feedwater* pada *Steam Drum Boiler* di PLTU Paiton Unit 7 dan 8. Malang: Skripsi Teknik Elektro