

# PENGENDALI *LEVEL* AIR PADA *STEAM DRUM BOILER* BERBASIS DCS (*DISTRIBUTED CONTROL SISTEM*)

Decy Nataliana<sup>[1]</sup>, Nandang Taryana<sup>[2]</sup>, Eqi Rifqi Farisi<sup>[3]</sup>

Jurusan Teknik Elektro  
Institut Teknologi Nasioanal - Bandung

## ABSTRAK

Dalam dunia industri, salah satu tantangan dan menjadi isu utama adalah mengenai peningkatan kualitas produksi. Salah satu faktor yang berpengaruh dalam peningkatan kualitas ini adalah kondisi kestabilan proses itu sendiri serta seluruh individu yang terlibat dalam proses yang dapat meningkatkan performansi dan mengurangi keragaman pada proses. Salah satu plant yang digunakan pada proses pembuatan ACID (asam sulfat) adalah Boiler. Boiler digunakan untuk menurunkan temperatur gas sulphur yang dilewatkan melalui tube-tube, dan memisahkan fluida antara fase gas (uap air) dan fase cair (air). Pada sistem umpan balik air Boiler dibutuhkan pengendali yang mampu menjaga kestabilan *level* air. Oleh sebab itu dilakukan sistem pengendalian berbasis DCS (*Distributed Control Sistem*) Centum VP Yokogawa sebagai sistem kendali yang mampu menghimpun (mengakuisisi) data dari lapangan dan memutuskan tindakan yang perlu dilakukan pada aktuator untuk kestabilan *level* air. Sebagai indikasi bahwa pengendalian *level* telah berfungsi dengan baik adalah dengan mengukur *pressure steam* yang dihasilkan, besarnya temperatur, dan jumlah produksi steam. Analisis sistem dilakukan dengan melihat respon waktu terhadap pengukuran sehingga dapat dilihat kestabilan sistem dari osilasi yang terjadi dan analisis statistik deskriptif. Terdapat tiga kondisi pengujian yaitu pengendalian *level* sebelum menggunakan DCS yang dilakukan pada setpoint 55% dan pengendalian *level* air berbasis DCS dengan setpoint 70%, 60% dan 65%. Dari hasil pengujian pada kendali *level* air pada *steam drum* Boiler berbasis DCS Centum VP terdapat osilasi untuk setpoint *level* 70% sebesar 10,4%. Pada setpoint *level* 60% terjadi osilasi sebesar 6,6%. Dan pada setpoint *level* 65% terjadi osilasi sebesar 3,2%. Sedangkan osilasi yang terjadi sebelum menggunakan DCS sebesar 8%, sehingga osilasi terkecil setelah menggunakan DCS adalah pada setpoint 65%.

Kata kunci : Boiler, DCS, setpoint, *level*, *flow*, *pressure*, temperatur.

## ABSTRACT

*In industrial world, one of challenges and become a major issue is concerning the increase in production quality. One of the factors influential in this quality improvement is the stability condition process itself as well as all individual involved in the process that can sustainably improve performance and reduce variability in the process. One of plant which is used in the process of making ACID (sulfuric acid) is Boiler. Boiler are used to lower the temperature of the gas sulfur is passed through tubes, and separate the fluid between the gas phase (Water vapor) and liquid phase (water). On feedback system Boiler water controller needed to have stable water levels. Because of was carried out based control system DCS (Distributed Control Sistem) which is the Centum VP Yokogawa control system capable to collect (acquisition) data from field and decides action that need to be done at actuator for stability of water level. As indication that the level of control has functioned well is by measuring the pressure of steam generated, the magnitude of the temperature, and amount of steam production. Analysis carried out by observing the system time response of measurement so that it can be seen from the oscillation of the system stability is happening and the descriptive statistical analysis. There are three condition of assaying that is operation of level before using DCS done at setpoint 55% and operation of level water bases on DCS with setpoint 70%, 60% and 65%. From result of assaying at control level water at steam shell Boiler bases on DCS Centum VP there is oscillation for setpoint level 70% equal to 10,4%. At setpoint level 60% happened oscillation equal to 6,6%. And at setpoint level 65% happened oscillation equal to 3,2%. While oscillation happened before using DCS equal to 8%. so smallest oscillation after using DCS is at setpoint 65%.*

*Keyword : Boiler, DCS, setpoint, level, flow, pressure, temperature.*

## PENDAHULUAN

Boiler secara umum terdiri dari beberapa sistem, diantaranya adalah sistem air umpan, sistem steam dan sistem bahan bakar yang terintegrasi menjadi satu kesatuan. Sistem air umpan berfungsi sebagai penyedia air untuk Boiler yang bekerja secara otomatis sesuai kebutuhan. Pada sistem umpan balik air Boiler dibutuhkan pengendali yang mampu menjaga kestabilan level air. Pengendalian *level* air pada drum Boiler-1 pada Acid Plant-3 berbasis *Distributed Control System (DCS)* Centum Vp dari Yokogawa yang berfungsi untuk menjaga kestabilan level air dan mengetahui kinerja proses pada plant melalui *Human Machine Interface (HMI)* dan pengaturan setpoint, bukaan atau tutupan *control valve*, melalui *Human Interface Station (HIS)*.

Plant yang digunakan adalah Boiler yang terdapat pada Acid Plant-3 di PT.IndoBharat Rayon Purwakarta. Variabel yang dikendalikan adalah *level* air pada vesel boiler, *pressure*, temperatur, dan hasil produksi uap panas dengan *flow*. Sinyal *input* berasal dari sensor *differetial pressure transmitter* untuk sensor *level*, termokopel untuk sensor temperatur, *pressure transmitter* untuk sensor *pressure*, dan vortex untuk sensor *massflow*. *Software* yang digunakan sebagai kendali dan pemroses data adalah DCS Centum VP Yokogawa.

## METODOLOGI

### Sistem Instrumentasi Boiler

Alat-alat instrument yang digunakan pada Boiler untuk mendukung pengendalian level pada steam drum boiler dapat dilihat pada tabel 1. [4, 5]

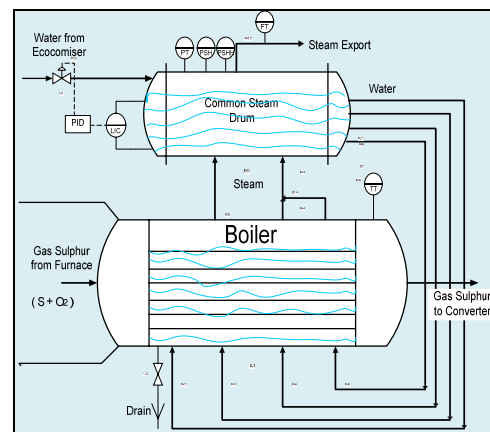
Tabel 1 Instrument yang digunakan pada Boiler

Nama Instrument	Tipe	Keterangan
Boiler	Waste Heat Boiler	Untuk menurunkan temperatur gas sulphur SO <sub>2</sub> .
Kendali	DCS Centum VP Yokogawa	Pengendali (pemroses data) dengan <i>controller</i> PID

<i>Differential Pressure</i>	EJA 110 Yokogawa	Untuk mengukur ketinggian air dan pengendali buka tutup valve untuk menjaga ketinggian air pada posisi setpoint.
<i>Level switch</i>	Vega Cap 11R EXS	Pemberi isyarat alarm <i>level</i> dan sebagai <i>interlock system</i>
Termokopel	Tipe K	Mengukur temperatur gas sulphur
<i>Pressure Transmitter</i>	EJT Yokogawa	Mengukur tekanan steam Boiler
<i>Pressre Switch</i>	Switzer Instrument Limited	Pemberi isyarat alarm <i>pressure</i> dengan range 2-20 barg dan sebagai <i>interlock system</i> .
Vortex	Model DY (Digital Yewflo) Vortex Flowmeter	Untuk mengukur jumlah produksi steam dari Boiler
Aktuator	Globe Valve	Elemen penggerak sebagai pensupply air ke drum Boiler.

### Boiler

Boiler yang digunakan pada plant ini adalah *Waste Heat Boiler* dengan '*common steam drum*' sebagai penampung air umpan sebelum masuk ke drum Boiler.

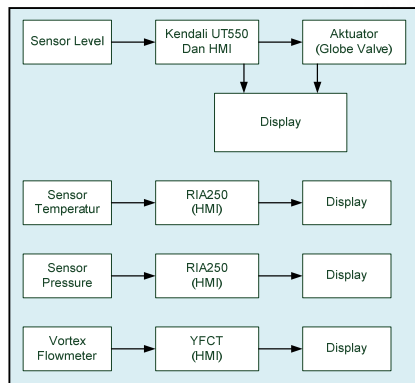


Gambar 1 W.H.Boiler

Pemanasan pada boiler mengakibatkan penguapan sehingga menghasilkan steam yang dialirkan ke *Common steam drum*. Pada Boiler terdapat termokopel jenis K untuk mengetahui temperatur gas sulphur ( $SO_2$ ), pada *Common Steam Drum* terdapat *Level Indicator Control (LIC)* yang terhubung ke globe valve untuk mengendalikan *level* air. *Level switch* digunakan untuk memberi isyarat alarm dan sebagai *interlock system* jika ketinggian air *low* atau *high*. *Pressure transmitter* untuk mengetahui tekanan steam, *pressure switch* untuk memberi isyarat alarm dan *interlock system* jika tekanan melebihi batas maksimal, dan *vortex flowmeter* untuk mengetahui jumlah produksi steam yang dihasilkan.

### Pengendali Instrument Boiler<sup>[1]</sup>

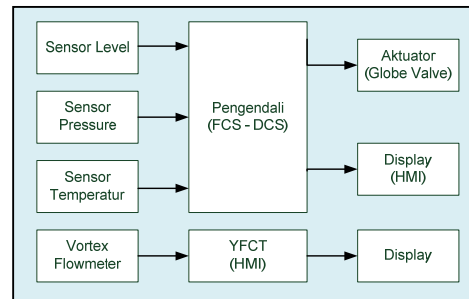
DCS (*Distributed Control Sistem*) Centum VP Yokogawa sebagai sistem kendali mampu mengakuisisi/memperoleh data dari lapangan dan memutuskan tindakan yang akan dilakukan pada aktuator. Hasil pengukuran oleh sistem instrumentasi di Plant dapat ditampilkan dan dikendalikan pada PC yang telah terhubung dengan DCS.



Gambar 2 Blok Diagram Sistem kendali konvensional

Sistem kendali konvensional untuk *level* air pada steam drum Boiler serta indikator / pengukuran *pressure* steam, temperatur, dan total produksi steam dilakukan secara terpisah. Dengan display hasil pengukuran proses dilapangan, tanpa adanya grafik, simulasi objek, dan database pengukuran sebelumnya. Untuk pengaturan PID dan sebagai HMI

(Human Machine Interface) dilakukan pada kendali UT550.

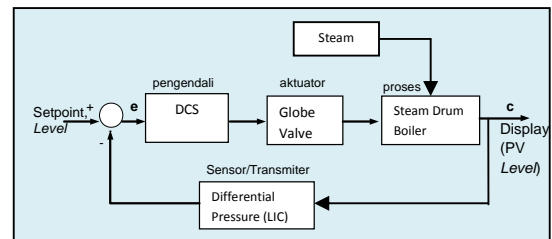


Gambar 3 Blok diagram system

Sistem pengkabelan dari sensor melalui *junction box* dengan jenis komunikasi fieldbus untuk mempermudah dalam pengecekan dan mengurangi jumlah pengkabelan, *sub station* berisi sekumpulan kabel dari *junction box* untuk diproses di FCS (*field control station*) hingga ditampilkan dan disimpan di PC sebagai HMI (*human machine interface*). Untuk total produksi steam menggunakan kendali YFCT karena belum dihubungkan ke DCS. [4, 5]

### Pengendalian Level Air Boiler<sup>[2]</sup>

Sistem kendali yang digunakan dalam pengendalian *level* air pada steam drum Boiler adalah loop kendali umpan balik (*Close loop*) dengan jenis proses produksi kontinyu.



Gambar 4 Blok diagram loop kendali umpan balik

Sistem kendali yang digunakan pada *level* air steam drum Boiler- terdiri dari :

- Sensor : *Level Transmitter*
- Aktuator : *Globe Valve*
- Pengendali : *Level Controller*
- e : *Error* dari setpoint terhadap *level* air steam drum boiler
- c : *Ketinggian* air

- *Setpoint* : Ketinggian air pada *steam drum* yang dikehendaki.

### **Pressure Differential**

Salah satu jenis alat ukur *level* adalah *Differential Pressure*. Pengukuran ini menggunakan jenis *differential pressure transmitter* model EJA110A yang diproduksi oleh Yokogawa, dengan output 4-20 mA DC.



Gambar 5 Instrumen *level*

Pada boiler terdapat 2 jenis sensor, yaitu *level transmitter (Differential Pressure)* (gambar 1a), dan *level switch* (gambar 1b). Keduanya mempunyai peranan masing-masing. *Level switch* sebagai isyarat jika tinggi permukaan air pada boiler kondisi *low* dengan memberikan *alarm*. *Level transmitter* digunakan sebagai alat pengukur ketinggian dan mengendalikan *valve* agar membuka atau menutup sampai ketinggian air pada Boiler tercukupi.

### **Level Switch**

*Level switch* berfungsi untuk memberi peringatan pada saat air kurang dan berlebih dengan alarm dan sebagai *interlock system*. *Level switch* yang digunakan diproduksi oleh Vega dengan jenis Vega Cap 11R EXS. Prinsip kerjanya berdasarkan *normally close*, yaitu akan non-aktif jika diberi tegangan dan aktif jika tidak diberi tegangan.

### **Pressure**

*Pressure* yang digunakan pada sistem instrumen ini ialah *pressure transmitter* dan *pressure switch*.



Gambar 6 Alat ukur *pressure*

Pengukuran *pressure steam* menggunakan *pressure transmitter* dan *pressure switch*. *Pressure transmitter* untuk mengetahui nilai besaran tekanan yang terukur pada *steam drum*.

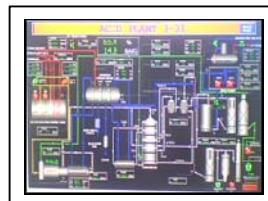


Gambar 7 *Pressure switch*

*Pressure switch* yang digunakan pada *steam drum boiler* adalah *Switzer Instrument Limited* dengan range 2-20 barg sebagai isyarat tekanan, digunakan 2 buah *pressure switch* yang bekerja pada dua kondisi tekanan, yaitu kondisi *high* dan kondisi *high high*, pada boiler-1 kondisi *high* diset 18 bar dan kondisi *high high* diset 18,5 bar. Jika tekanan 18 bar maka *alarm high* akan aktif dan jika tekanan di atas 18,5 bar maka akan terjadi trip.

### **Pengujian Sistem DCS**

Pengujian sistem DCS untuk *level air* pada *steam Boiler* dilakukan dengan melihat hasil pengukuran sebelumnya yang masih terekam di PC dan *log book* pengukuran sebelum digunakan DCS.



Gambar 8 HIS desktop area

HIS (*Human Interface Station*) pada PC (*Personal Computer*) terdapat *browser bar* sebelah kiri sebagai menu tampilan (*overview*), *system message banner* pada bagian atas yang berisi informasi *error* yang terjadi, dan tampilan Acid Plant-3 yang menampilkan hasil pengukuran dan aksi pengendalian.

### **Penalaan PID**

Untuk penalaan PID setelah proses berlangsung digunakan metode Trial error, yaitu dengan mencoba berulang kali merubah

nilai-nilai parameter agar menemukan nilai yang terbaik. Adapun prosedur dalam penalaan PID ini adalah :

1. Kondisi proses pada plant dalam keadaan *running*.
2. Kondisikan sistem kendali pada posisi manual.
3. Ubah nilai-nilai parameter PID hingga menemukan nilai yang terbaik berdasarkan sinyal osilasi terhadap setpoint pada grafik.
  - Untuk *level* dan temperatur menggunakan PID.
  - Untuk *pressure* dan flow menggunakan PI dengan D sekecil mungkin.
  - Mengatur/memperbesar nilai P (1/Gain) untuk menghilangkan osilasi.
  - Memperbesar nilai I untuk menghilangkan error (amplitudo tinggi).
  - Memperbesar nilai D untuk mempercepat kestabilan dengan perioda (T) yang sekecil mungkin.
4. Lihat sinyal yang dihasilkan setelah melakukan perubahan nilai PID.
5. Ulangi langkah 3 dan 4 hingga didapat nilai-nilai PID yang terbaik dengan respon yang cepat, *overshoot*, dan *offset* sekecil mungkin.
6. Kondisikan sistem kendali pada posisi otomatis.



Gambar 9 Display tuning level

Pada Gambar 9 dapat dilihat tampilan penyetelan parameter untuk *level* air pada *steam drum boiler* untuk setpoint level 60%. Grafik pada tampilan menunjukkan pergerakan *control valve* untuk garis warna merah, setpoint untuk garis warna putih, dan *process value* untuk garis warna biru.

Tabel 2 Parameter *level* air

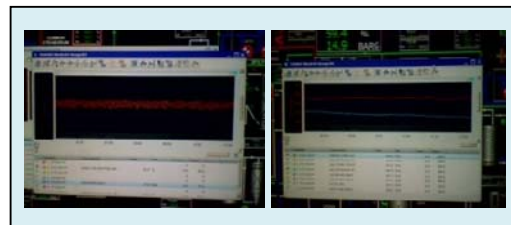
Parameter	Variabel			Keterangan
	I	II	III	
Setting high	100%	100%	100%	Maksimum
Setting low	0%	0%	0%	Minimum
Setting alarm high	90%	90%	90%	Alarm aktif pada level 90%
Setting alarm low	50%	45%	45%	Alarm aktif pada level 50%
Setting alarm high high	100%	100%	100%	trip pada level 100%
Setting alarm low low	35%	35%	35%	trip pada level 35%
Setpoint	70%	60%	65%	Kondisi level yang diinginkan
P( <i>proportional</i> )	20%	20%	20%	
I( <i>integral</i> )	7 /s	7 /s	7 /s	
D( <i>derivative</i> )	1 s	1 s	1 s	

Terdapat 3 kali perubahan parameter terhadap level untuk penyesuaian terhadap kebutuhan proses dan kondisi lapangan dengan nilai setpoint yang berbeda.

Tabel 3 Parameter temperatur Furnace

Parameter	Variabel (°C)			Keterangan
	I	II	III	
Setting high	1200	1200	1200	Maksimum
Setting low	0	0	0	Minimum
Setting alarm high	970	970	970	Alarm aktif
Setting alarm low	0	0	0	Alarm aktif
Setting alarm high high	1150	1150	1100	Trip
Setting alarm low low	0	0	0	Trip
Setpoint	960	930	900	Pengaturan
P( <i>proportional</i> )	15%	15%	75%	
I( <i>integral</i> )	20 s	20 s	6 s	
D( <i>derivative</i> )	0 s	0 s	2 s	

Terdapat beberapa kali perubahan pada parameter pada temperatur Furnace, dikarenakan masih terdapat osilasi yang cukup signifikan sehingga dilakukan penyesuaian terhadap nilai PID dan setpoint.





Gambar 10 *Display trend*

Gambar 10 menampilkan grafik pengukuran *level*, temperatur dan *pressure steam*. Dari grafik dapat dilihat hasil pengukuran yang telah berlangsung.

Tabel 4 Hasil pengukuran tanpa DCS

Waktu	Level air (%)	Pressure steam (barg)	Flow (ton/8 jam)
07.00	56	7,1	
08.00	55	7,1	
09.00	55	7,2	
10.00	59	7,1	
11.00	58	7,1	
12.00	58	7,1	
13.00	53	7,1	
14.00	55	7,2	64,598
15.00	55	7,3	
16.00	56	7,3	
17.00	52	7,2	
18.00	56	7,3	
19.00	55	7,2	
20.00	51	7,2	
21.00	56	7,3	
22.00	55	7,4	64,638
23.00	55	7,1	
24.00	52	7,2	
01.00	52	7,2	
02.00	57	7,1	
03.00	55	7,1	
04.00	53	7,1	
05.00	55	7,2	
06.00	54	7,2	64,676

Pada tabel 4 dapat dilihat hasil pengukuran *level* air pada drum Boiler, *pressure steam* boiler, dan *flow* untuk menghitung produksi steam dari Boiler. Pengukuran dilakukan pada tanggal 7 januari 2010 sebelum digunakan sistem kendali DCS.

Tabel 5 Hasil pengukuran berbasis DCS

Waktu	Level air (%)	Temp. Boiler-1 (°C)	Pressure steam (barg)	Temp. Furnace (°C)	Flow (ton/8 jam)
10.00	67,3	349,1	14,6	933,5	
10.30	63,3	333,2	14,9	928,4	
11.00	63,2	334,1	15,1	946,8	
11.30	57,1	333,1	14,7	934,2	
12.00	63	332,5	14,3	926,5	
12.30	63,6	348,5	14,9	935,1	
13.00	58,2	355,1	15	954,3	
13.30	63,7	361,4	14,8	962,8	
14.00	60	353,1	14,9	956,2	81,8
14.30	60,7	343,3	14,8	952,9	
15.00	60,5	365,8	14,3	940,7	
15.30	57,3	372,1	15	950,9	
16.00	60,5	379,6	15,2	990,2	
16.30	60,6	372,1	14,9	980,3	
17.00	62,5	369,3	15	965,5	
17.30	66,1	365,9	14,4	937,2	
18.00	65,9	370,4	14,6	929,5	
18.30	61	368,6	14,9	930	

19.00	60,8	365,2	15,1	932,9	
19.30	67,5	370	15,3	938,9	
20.00	66,5	368,6	14,9	936	
20.30	65	369,5	15	935,8	
21.00	64,2	370,9	15,1	936,2	
21.30	64,3	369,8	15,1	936,9	
22.00	55,6	366,9	14,6	935,7	81,8
22.30	61,7	366,2	14,6	940,1	
23.00	58,7	368,1	14,6	933,8	
23.30	56,3	369,4	14,7	934,7	
00.00	62,3	368,6	14,2	931,7	
00.30	57,1	366,5	14,4	930,7	
01.00	60,5	365,1	14,5	931	
01.30	58,8	366	14,9	930	
02.00	61,5	367,2	14,9	930,3	
02.30	59,8	367,1	14,8	931,5	
03.00	59,7	367,2	14,9	942,4	
03.30	61,3	366,3	14,8	929,2	
04.00	55,8	367,2	15,1	932,2	
04.30	59,9	368	14,9	932,5	
05.00	61,5	366,3	14,3	930,3	
05.30	55,7	367	14,3	928,8	
06.00	61,7	367,5	14	930,7	81,9
06.30	55,7	367,2	14,6	938,3	
07.00	62,3	360,7	14,8	928,3	
07.30	56,3	352	14,9	936,8	
08.00	57,5	341,6	14,7	930	
08.30	62,2	338	14,6	929	
09.00	59,5	340,6	14,1	936,1	
09.30	56,8	343,6	15,2	938,2	

Tabel 5 merupakan hasil pengukuran tiap setengah jam pada tanggal 24-25 Mei 2010 untuk *level* air pada *steam drum* Boiler, temperatur keluaran Boiler-1, *pressure steam drum* boiler, dan temperatur furnace berbasis DCS. Pengukuran *flow* untuk mengetahui jumlah produksi steam boiler yang dihitung per 8 jam. Jam 10.00 sampai 21.30 merupakan hasil pengukuran untuk setpoint *level* air 70 %, dan pukul 22.00 sampai 09.30 untuk setpoint *level* air 60 %.

Tabel 6 Data pengukuran terakhir

Level	Pressure	T.Furnace	T.Boiler	T.inlet	Flow
64,3	14,4	899,7	379	436,6	
66	15,3	903,5	377,6	435,4	
66,4	14,9	905	379,4	435,3	
65,7	15,3	900,5	376,8	435,1	
66,9	14,8	897,7	370,1	429,6	
65,5	14,5	898,7	372,6	431	
65,2	14,7	902,8	371,3	435	
65,4	15,4	900,3	366,5	435,1	
67,1	15,6	898,1	355,4	432,1	
65,9	16	899,2	369,7	440,1	
65,5	15,6	900,9	376,2	436,2	
67,5	14,7	895	355,9	434,8	
64,6	15	900	353,7	433	
65,8	15,9	897	357	435,4	98200
67,4	15,6	897,7	368,2	434,6	
66	15,6	897,7	381	432,4	
64,8	15,1	899,2	378,9	435,3	
66,9	15,5	900,3	382,4	434,7	
67,5	15,9	905,9	389,1	438	
65,1	15,9	903	383,7	436,2	
64,7	15,6	895,1	370,2	425,7	98326
65,3	15,7	898,9	379,2	433,2	

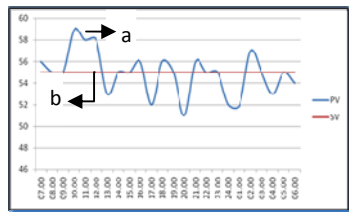
66,7	15,4	902,6	383,5	436	
65,3	15,5	903,3	379,8	431,3	

Tabel 6 merupakan data pengukuran pada jam 01.00 – 00.00 tanggal 12-13 Agustus 2010 untuk setpoint level 65%.

## ANALISIS SISTEM KENDALI LEVEL AIR BOILER

### Respon Waktu Level

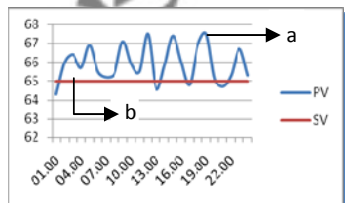
Respon *level* air drum boiler terhadap waktu pada tanggal 7 Januari 2010 tanpa DCS



Gambar 11 Respon waktu *level* tanpa DCS

Gambar 11 merupakan grafik respon *level* air terhadap waktu yang dilakukan pada tanggal 7 Januari 2010 (Tabel 4) sebelum digunakan sistem DCS, (a) adalah nilai proses (PV) pengukuran dan (b) adalah nilai setpoint (SV) yaitu 55% dengan osilasi sebesar 8%!

Respon *level* air pada *steam drum* boiler terhadap waktu pada tanggal 24-25 Mei 2010 berbasis DCS dengan nilai setpoint 60%



Gambar 12 Respon waktu *level* untuk setpoint 65%

Pada gambar 12 dapat dilihat grafik respon waktu *level* untuk setpoint 60% dan terjadi osilasi sebesar 3,2% pada tanggal 12-13 Agustus 2010 (Tabel 5), (a) menunjukkan nilai pengukuran dan (b) sebagai titik tumpu setpoint. Ketika *level* melebihi setpoint maka pengendali menutup *valve* agar *level* tetap berapa pada posisi setpoint, dan ketika *level* dibawah setpoint maka pengendali akan

membuka *valve* agar air masuk sehingga nilai setpoint tercapai.

Grafik respon waktu *level* menjelaskan bahwa air yang masuk ke Boiler menyesuaikan terhadap nilai setpoint, untuk setpoint 65% osilasi lebih mendekati nilai setpoint diantara 64,3 – 67,5 (3,2%), untuk setpoint 60% terjadi osilasi sebesar 6,6% (55% - 62%) sedangkan untuk 70% antara 57,1% - 67,5% (10,4%). Setpoint muncul berdasarkan kondisi Boiler, *Valve* akan membuka atau menutup ketika berada pada posisi setpoint, sehingga menyebabkan *level* air naik turun. Kestabilan *level* air juga dipengaruhi oleh besarnya temperatur gas di Furnace yang masuk ke boiler.

*Pressure steam* yang dihasilkan boiler dikendalikan dengan menjaga kestabilan *level* air dan temperatur yang masuk ke Boiler. Jika air terlalu banyak di Boiler maka steam yang dihasilkan tidak maksimal menyebabkan adanya kandungan air pada steam dan temperatur keluaran Boiler turun, sedangkan jika air di Boiler terlalu sedikit akan menyebabkan steam kering dan temperatur keluaran boiler naik sehingga tujuan proses temperatur gas SO<sub>2</sub> tidak tercapai. Dalam keadaan darurat untuk menurunkan *pressure* dengan membuang steam melalui *drain* atau *safety valve* hingga kebutuhan proses tetap terpenuhi.

Temperatur gas boiler dapat dikendalikan dengan mengendalikan *level* air pada boiler, dan *bypass* dari Furnace sehingga temperatur gas keluaran Boiler dapat diturunkan dengan mengurangi gas yang masuk ke Boiler dari Furnace dan menambah bukaan *valve* yang langsung ke keluaran Boiler sebelum proses katalisasi di Converter sehingga proses katalisasi dapat terjadi dan pengendalian *level* air pada boiler lebih stabil karena adanya penurunan gas pada Boiler.

Pengaruh *level* air pada drum Boiler terhadap variabel lainnya, yaitu :

- *Level* dipengaruhi oleh temperatur gas sebagai bahan bakar yang masuk ke pipa pada Boiler. Jika temperatur tinggi akan menyebabkan proses penguapan air pada drum Boiler semakin tinggi.
- *Level* tinggi akan menyebabkan steam yang dihasilkan mengandung uap air. Dan jika *level* terlalu rendah maka akan

menghasilkan steam yang terlalu kering dan akan menyebabkan kerusakan pada pipa-pipa pada Boiler

Penyebab tingginya *pressure* adalah temperatur di Boiler dari temperatur Furnace. Untuk mengatasinya yaitu dengan membuang air/steam (*blow down*) pada Boiler dan mengurangi kecepatan pompa sulphur yang masuk ke Furnace dan terdapat *safety valve* untuk keadaan darurat dengan membuang steam jika temperatur dan *pressure* melebihi batas maksimal dan untuk kebutuhan proses.

Temperatur gas SO<sub>2</sub> pada Furnace dipengaruhi oleh putaran motor untuk pemompa sulphur dan tekanan angin untuk menghasilkan gas SO<sub>2</sub>. Semakin cepat putaran motor, maka temperatur akan semakin tinggi sehingga mempengaruhi temperatur gas SO<sub>2</sub> dan *Pressure* steam pada Boiler.

### Analisis Data Dengan Metode Statistik Deskriptif

Analisis data dilakukan dengan menggunakan SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) yang merupakan program aplikasi yang digunakan untuk melakukan perhitungan statistik dengan menggunakan komputer. Selain SPSS, dilakukan analisis data dengan metode statistik deskriptif sederhana.

Tabel 7 Hasil analisis data untuk *level*

Parameter	Tanpa DCS	Setpoint 70%	Setpoint 60%
Mean	54,92%	62,62%	59,38%
Nilai Min	51%	57,1%	55,7%
Nilai Max	59%	67,5%	62,3%
Range	8	10,4	6,6
Standar deviasi	2,02	2,99	2,36
Koefisien variasi	3,68%	5,53%	3,97%

Hasil analisis data untuk temperatur gas keluaran Boiler menggunakan metode statistic deskriptif didapatkan nilai-nilai yang terdapat pada tabel 8.

Tabel 8 Hasil analisis data untuk temperatur Boiler

Parameter	Setpoint 70%	Setpoint 60%
Mean	359,22 °C	358,92 °C
Nilai Min	332,5 °C	338 °C
Nilai Max	379,6 °C	369,4 °C
Range	47,1	31,4

Standar deviasi	14,71	11,58
Koefisien variasi	4,09 %	3,23 %

Hasil analisis data untuk *pressure* steam menggunakan metode statistik deskriptif didapatkan nilai-nilai pada tabel 9.

Tabel 9 Hasil analisis data untuk *pressure* steam

Parameter	Tanpa DCS	Setpoint 70%	Setpoint 60%
Mean	7,18 barg	14,87 barg	14,71 barg
Nilai Min	7,1 barg	14,3 barg	14 barg
Nilai Max	7,4 barg	15,3 barg	15,2 barg
Range	0,3	1	1,2
Standar deviasi	0,0868	0,2665	0,3530
Koefisien variasi	1,208%	1,957%	2,399%

Hasil analisis data untuk temperatur Furnace menggunakan metode statistic deskriptif didapatkan nilai-nilai pada tabel 10.

Tabel 10 Hasil analisis data untuk temperatur Furnace

Parameter	Setpoint 70%	Setpoint 60%
Mean	944,654 °C	934,3 °C
Nilai Min	926,5 °C	928,3 °C
Nilai Max	990,2 °C	949,7 °C
Range	63,7	21,4
Standar deviasi	16,5993	6,0862
Koefisien variasi	1,757 %	0,651 %

Tabel 11 Hasil Analisis data untuk setpoint level 65%

Parameter	Level (%)	T.Boiler (°C)	Pressure (barg)	T.Furnace (°C)	Converter In-1 (°C)
Mean	65,896	373,217	15,33	900,09	434,25
Nilai Min	64,3	353,7	14,4	895 °C	425,7 °C
Nilai Max	67,5 %	389,1 °C	16 barg	905,9 °C	440,1 °C
Range	3,2	35,4	1,6	10,9	14,4
Standar deviasi	0,96%	9,79%	0,46%	2,87%	2,92%

Berdasarkan data pengujian, maka pada *level* besarnya nilai PV (*process value*) tidak melebihi atau kurang dari toleransi sebesar 10% (55% - 65%) untuk nilai setpoint 65%. Sebelum menggunakan DCS terdapat osilasi sebesar 8% (51% - 59%), dengan menggunakan DCS sebesar 57,1% - 67,5% (10,4%) untuk setpoint 70%, dan antara 55,7% - 62,3% (6,6%) untuk setpoint *level* air 60%, dan antara 64,3% - 67,5% (3,2%) untuk setpoint 65%. Steam yang dihasilkan dari Boiler berbasis DCS pun mengalami peningkatan produksi dari 64 ton menjadi 98 ton per 8 jam. Dari hasil analisis data



pengujian yang telah dilakukan, maka dapat dilihat bahwa osilasi terkecil terdapat pada setpoint 65%, yaitu 3,2%. Hal ini dipengaruhi oleh gas sulphur yang masuk ke tube-tube pada Boiler, sehingga mempercepat proses penguapan air dan membutuhkan respon yang cepat agar nilai proses (PV) sama dengan nilai setpoint.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai sistem kendali instrumen *level* air pada *steam drum* Boiler berbasis DCS (*Distributed Control Sistem*), dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem pengendali diterapkan untuk memenuhi 3 kelompok kebutuhan, yaitu: menekan pengaruh gangguan eksternal, memastikan kestabilan suatu sistem, dan optimasi kinerja. Dengan sistem kendali instrumen berbasis DCS, mempermudah dalam pengendalian dan pengawasan, menghemat penggunaan kabel dengan sistem fieldbus sehingga memudahkan dalam pengecekan gangguan, dan jika salah satu komputer server mati maka komputer yang lain akan mengambil alih sebagai kendali (*redundancy*).
2. Pengendalian *level* air pada *steam drum* Boiler merupakan salah satu cara agar temperatur yang diinginkan tercapai dan stabil, dengan indikator lainnya seperti *pressure steam*, temperatur gas keluaran Boiler dan total produksi steam yang dihasilkan. Perubahan temperatur boiler mempengaruhi steam yang dihasilkan sehingga berpengaruh pada *level* air pada *steam drum* boiler, semakin tinggi temperatur maka penguapan semakin cepat dan *level* air semakin berkurang dan kestabilan sistem terganggu sehingga dibutuhkan respon yang cepat dari kendali untuk menanggulangi masalah tersebut.
3. Dari hasil analisis data pengujian, maka dapat disimpulkan bahwa untuk kendali DCS pada *level* air pada steam drum Boiler telah berjalan dengan baik, sebab *process value* masih dalam range toleransi 10% dari nilai setpoint. Hal ini diperlihatkan dari beberapa indikasi, yaitu:

- Pada setpoint *level* 65% terjadi osilasi sebesar 3,2% dengan osilasi maksimum sebesar 67,5% dan osilasi minimum sebesar 64,3% dan simpangan baku sebesar 0,96. Sedangkan osilasi yang terjadi untuk kendali *level* air Boiler sebelum digunakan DCS sebesar 51% - 59%, yaitu 8% dan simpangan baku sebesar 2,02.
- Dari beberapa setpoint yang digunakan, maka untuk setpoint *level* 65% merupakan kondisi yang terbaik dengan osilasi terendah, yaitu 3,2% dibandingkan dengan setpoint sebelumnya dan sebelum menggunakan DCS (osilasi sebesar 8%).
- Untuk setpoint *level* 65%, temperatur keluaran Boiler antara 353,7 – 389,1 °C, sehingga masih dimungkinkan mencapai 430 °C dengan bypass dari Furnace untuk proses konversi. Sehingga didapat temperatur inlet-1 pada Converter antara 425,7 – 440,1 °C.
- Steam yang dihasilkan dari Boiler berbasis DCS mengalami peningkatan dari 64 ton menjadi 98,4 ton per 8 jam.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anderson.Norman A, *Instrumentation for Process Measurement and Control,Third Edition*
- [2]. Bolton.W.2006, “Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol” : Erlangga.
- [3]. Petruzella.Frank D.1996, “Elektronik Industri”,Yogyakarta : Andi.
- [4]. Yokogawa Electric Corp.2008. *Centum VP Installation IM 33M01A20-40E* : Yokogawa Electric Corp.Tokyo
- [5]. Yokogawa.2006, *User’s Manual Model EJA 110A,EJA120A And EJA130A Differential Pressure Transmitters*, : Yokogawa Electric Corp.Tokyo