

Sistem Kendali Temperature pada Unit *Boiler* di Kilang PPSDM Migas Berbasis PLC

Jatmiko¹, Rahmat Widodo¹, Fanny Leestiana¹

¹PPSDM Migas, Cepu

INFORMASI NASKAH ABSTRAK

Diterima: 17 Maret 2022

Direvisi: 30 Maret 2022

Diterima: 31 Maret 2022

Terbit: 14 April 2022

Email korespondensi:

jatmiko@esdm.go.id

Laman daring:

<https://doi.org/10.37525/sp/2022-1/324>

Kilang PPSDM Migas memiliki peralatan penunjang dalam proses pengolahan minyak bumi, salah satunya adalah *boiler*. *Boiler* digunakan untuk menghasilkan uap air yang digunakan untuk proses produksi pengolahan minyak bumi. Penggunaan uap air sangat vital pada proses pengolahan, sehingga tingkat kondisi uap air harus terjaga sesuai dengan ketentuan. Salah satu faktor kondisi yang sangat penting adalah temperatur di *boiler*. Hal ini menyebabkan harus ada sistem kendali yang menjaga supaya temperatur uap air sesuai dengan ketentuan. Penelitian kali ini memanfaatkan sistem PLC sebagai sistem kendali untuk mengatur temperatur uap air pada unit *boiler* di kilang PPSDM Migas. Variabel *input* yang digunakan pada sistem kendali ini adalah sensor suhu maksimum, sensor suhu minimum dan level minimum. Sedangkan variabel *output* yang digunakan adalah *burner* dan *deaerator*. Sistem kendali pada penelitian ini mengacu pada 4 keadaan. Pertama adalah kondisi normal, dimana semua variabel *input off* dan semua variabel *output on*. Kedua adalah temperatur maksimum, kondisi ini terjadi ketika sensor suhu maksimum *on* memberikan *input* sehingga variabel *output* yang menyala hanya *deaerator*. Kemudian kondisi ketika temperatur sudah mencapai temperatur minimum, sehingga sensor suhu minimum menyala menyebabkan hanya *burner* yang menyala. Kondisi terakhir adalah ketika level air sudah lebih kecil dari 20%, kondisi ini menyebabkan sensor level minimum menyala memberikan *input* dan kondisi *output* yang terjadi sama dengan kondisi ketika mencapai temperatur maksimum.

Kata kunci: *Boiler*, PLC, Temperatur

PENDAHULUAN

Boiler adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk mengubah energi kimia pada bahan bakar menjadi energi kalor yang diterima oleh uap air. Bahan bakar pada *boiler* digunakan untuk memanaskan air dan mengubah fasa air dari cairan menjadi uap. Uap hasil produksi *boiler* banyak digunakan pada berbagai macam industri proses salah satunya pada industri pengolahan minyak bumi.

PPSDM Migas sebagai lembaga pusat pengembangan sumber daya manusia di bidang migas memiliki kilang yang tidak hanya berfungsi sebagai alat peraga pelatihan tapi juga memproduksi menghasilkan pertasol, solar dan residu. Sebagai sebuah *process plant* yang mengolah minyak bumi, kilang PPSDM Migas memiliki *boiler* yang berfungsi menyuplai uap air untuk proses produksi.

Boiler yang digunakan di kilang PPSDM Migas Cepu adalah *Boiler* Wanson. *Boiler* ini merupakan *boiler* dengan jenis *fire tube*, serta beroperasi pada tekanan dan kapasitas rendah dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Tipe : 550 MS
- Tekanan Max : 10 Kg/cm²
- Tekanan operasi : 6 Kg/cm²
- Air umpan : Air lunak
- Suhu air umpan : 80°C

- Suhu steam normal : 190°C
- Suhu steam operasi : 185°C
- Bahan bakar : cair (residu/solar)
- Suhu bahan bakar : 90°C

Uap yang dihasilkan oleh *boiler* pada operasi kilang digunakan untuk:

- Penggerak mesin (piston penggerak dan turbin uap)
- Proses pengolahan minyak pada unit kilang dan *wax plant*
- Pemanas untuk fluida, seperti minyak berat yang bertujuan untuk menurunkan titik didih fraksi agar mudah menguap
- Membersihkan sisa minyak berat yang masih tertinggal dalam pipa yang dapat mengakibatkan penyumbatan pada pipa

Berdasarkan fungsi dari *boiler* di atas, salah satu variabel penting yang diatur pada *boiler* adalah temperatur. Temperatur pada uap *boiler* sangat vital karena pemanfaatan uap dari *boiler* memiliki spesifikasi nilai temperatur tertentu untuk dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan kilang. Hal ini akan sangat berkaitan dengan proses dan keamanan jika temperatur yang dihasilkan lebih kecil atau lebih besar dari kebutuhan.

Salah satu sistem kendali yang dapat digunakan adalah PLC (*Programmable Logic Controller*) dengan bahasa pemrograman berupa *diagram ladder* dalam bentuk grafis. Diagram ini menggunakan simbol yang secara umum mirip dengan rangkaian kendali pada relay.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem kendali menggunakan PLC *Allen Bradley* untuk mengendalikan temperatur uap air pada *boiler*. Sistem kendali yang akan dibentuk menggunakan 3 variabel *input*, yaitu temperatur maksimum, temperatur minimum dan level air kurang dari 20%. Ketiga variabel *input* tersebut akan menyalakan 2 variabel *output*, yaitu pompa *deaerator* dan *burner*. Sistem kendali tersebut akan bekerja pada 4 kondisi yang berbeda yaitu kondisi normal, kondisi mencapai temperatur maksimum, kondisi mencapai temperatur minimum dan kondisi level air lebih kecil dari 20%.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur. Kemudian pada tahap kedua metode penelitian yang digunakan adalah observasi lapangan, pada tahap ini dilakukan observasi objek penelitian di kilang PPSDM Migas Cepu dan dilakukan wawancara kepada operator lapangan. Tahap terakhir yang dilakukan pada penelitian ini adalah percobaan, pada tahap percobaan dilakukan eksperimen penyusunan program PLC untuk menentukan bagaimana skema *ladder diagram* yang tepat.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tahapan penelitian ini adalah menentukan variabel *input* dan *output* yang akan digunakan pada sistem kendali PLC, kemudian menentukan tabel tingkat kondisi dan kondisi *output* pada kondisi *input* yang berbeda-beda. Tahapan terakhir pada penelitian ini adalah melakukan penyusunan untuk *ladder diagram*.

Variabel *input* dan *output* terdapat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa variabel *input* yang digunakan adalah sensor suhu maksimum, suhu minimum dan level minimum, sedangkan untuk variabel *output* yang digunakan adalah *burner* dan *deaerator pump*.



Tabel 1. *Input dan Output*

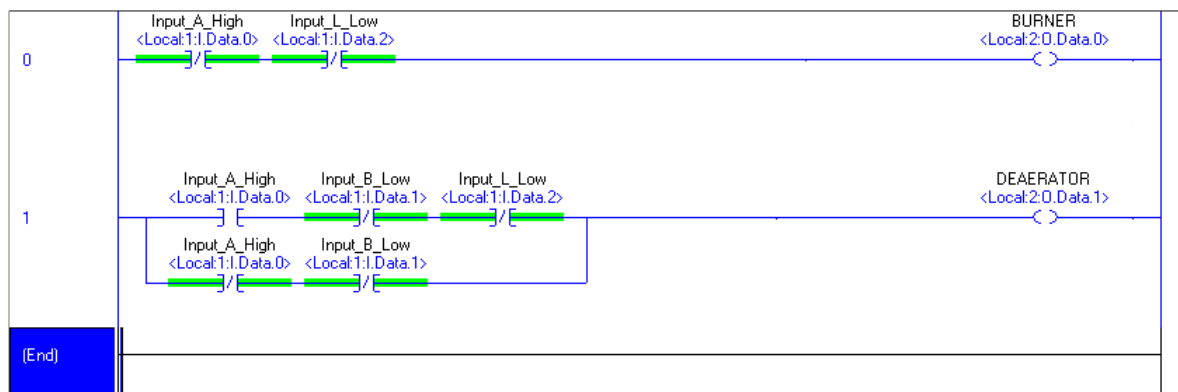
<i>Input</i>	<i>Output</i>
Sensor suhu max. (A)	<i>Burner</i>
Sensor suhu min. (B)	<i>Deaerator pump</i>
Sensor level min. (L)	

Langkah kedua yang dilakukan setelah menentukan variabel *input* dan *output* adalah menentukan tabel untuk kondisi *output* sesuai dengan kondisi variabel *input*. Tabel 2 menunjukkan bahwa ketika kondisi operasi normal semua nilai *output* 1 (*on*), hal ini dikarenakan tidak dibutuhkan kenaikan/penurunan temperatur. Ketika kondisi mencapai temperatur maksimum, sensor suhu maksimum bernilai 1 (*on*), kondisi *input* tersebut akan menyebabkan *burner* akan *off* karena membutuhkan penurunan temperatur. Kondisi ketika temperatur minimal telah tercapai akan menyebabkan sensor suhu minimum memerikan *input* bernilai 1 (*on*), hal ini akan menyebabkan nilai *output deaerator* 0 (*off*) karena dibutuhkan peningkatan temperatur. Sedangkan untuk kondisi ketika level sudah bernilai 20% akan menyebabkan sensor level minimum bernilai 1 (*on*), hal ini akan menyebabkan kondisi *output* akan sama ketika mencapai temperatur maksimum karena dibutuhkan penurunan nilai jumlah air yang menjadi uap sehingga level air di *boiler* akan meningkat dan lebih besar dari 20%.

Tabel 2. Keadaan/kondisi

Kondisi	Input			Output	
	A (High)	B (Low)	L (Low)	Burner	Deaerator
Normal	0	0	0	1	1
Temperatur Maksimal	1	0	0	0	1
Temperatur Minimal	0	1	0	1	0
Level Min < 20%	0	0	1	0	1

Berdasarkan tingkat keadaan pada Tabel 2 dapat disusun *ladder diagram* sesuai dengan Gambar 1.



Gambar 1. Susunan *ladder diagram*

Keterangan:

- <Local:1:I.Data.0> = *Input* sensor suhu max.
- <Local:1:I.Data.1> = *Input* sensor suhu min.
- <Local:1:I.Data.2> = *Input* sensor level min.
- <Local:2:O.Data.0> = *Output* burner

- <Local:2:O.Data.1> = *Output deaerator*

A. *Kondisi normal*

Pada saat kondisi normal, mula-mula pada input A (*High*), B (*Low*) dan L (*Low*) semuanya bernilai/berlogika 0 maka secara otomatis hal ini akan menyebabkan *output burner* dan *output deaerator* akan bekerja/aktif seperti biasa (normal).

Rung 0 menunjukkan saat *input* A dan L bernilai logika 0 (off) maka secara langsung *switch* akan terhubung ke *output* tanpa ada halangan, hal ini dikarenakan kedua *switch* tersebut bersifat *normally closed*. Hal tersebut menyebabkan *switch* tidak akan berpengaruh dan keadaan *switch* selalu aktif saat nilai logika 0 pada variabel *input*. Sehingga *output burner* bekerja atau aktif (1).

Rung 1 memiliki *ladder* yang paralel maka saat hanya salah satu yang aktif sudah dapat terhubung ke *output*. Pada bagian atas *input* A pada kondisi *normally open*, sehingga *ladder* tidak akan terhubung ketika nilai logika A adalah 0 (off). Tapi pada jalur yang lain *input* A dan B bersifat *normally closed*, walaupun nilai logika 0 maka *switch* tetap terhubung ke *output* sehingga *output deaerator* akan bekerja atau aktif (1).

B. *Kondisi temperatur maksimum*

Pada saat kondisi temperature maksimum, *input* A (*High*) akan bernilai / berlogika 1, sedangkan *input* B (*Low*) dan L (*Low*) tetap bernilai 0. Maka secara otomatis *burner* akan bernilai 0 atau akan berhenti bekerja, sedangkan pada *output deaerator* tetap bekerja/bernilai 1. Hal ini dikarenakan keadaan temperatur di dalam *boiler* sudah maksimum atau melebihi batas normal sehingga secara otomatis *burner* akan dimatikan untuk menjaga kestabilan suhu di dalam *boiler*. Setelah suhu/temperatur sudah kembali normal maka *burner* akan beroperasi lagi seperti biasanya.

Ketika *input* A menyala pada rung 0 akan menyebabkan *burner* berhenti bekerja. Hal ini dikarenakan *switch* tersebut bersifat *normally closed*.

Kemudian pada rung 1, karena *input* A bernilai 1 maka *switch input* A yang bersifat *normally open* akan secara otomatis terhubung, sedangkan *input* B dan L diberikan *input* 0 akan tetap terhubung karena *switch*-nya bersifat *normally closed*. Sehingga *output* pada *deaerator* akan menyala.

C. *Kondisi temperatur minimum*

Pada saat temperatur minimum, *input* B (*Low*) akan bernilai 1 sedangkan *input* A (*High*) dan L (*Low*) tetap bernilai 0. Hal tersebut menyebabkan *burner* akan bekerja dan *output deaerator* akan berhenti bekerja. Hal ini dikarenakan keadaan temperatur di dalam *boiler* minimum atau di bawah dari batas normal sehingga secara otomatis *burner* akan dinyalakan untuk menaikkan temperatur sesuai dengan batasan yang telah ditentukan.

Rung 0 menunjukkan ketika *input* A (*High*) dan L (*Low*) bernilai 0 (off) akan menyebabkan *relay* terhubung/aktif. Hal tersebut menyebabkan *burner* akan menyala.

Kondisi pada rung 1, nilai *input* B bernilai 1 (on) maka *relay input* B yang bersifat *normally close* akan terputus dan mematikan *deaerator*.

D. *Kondisi level minimum < 20%*

Kondisi ketika level minimum kurang dari 20% akan menyebabkan *input* L (*Low*) akan bernilai 1, sedangkan *input* A (*High*) dan B (*Low*) bernilai 0. Kondisi ini menyebabkan *deaerator* akan aktif dan *burner* akan berhenti bekerja. Pada rung 0, *input* L (*Low*) bernilai 1 (on) maka akan menyebabkan *relay* terputus. Kondisi *relay* tersebut akan menyebabkan *burner* berhenti bekerja.

Pada rung 1, *input* A akan bernilai 0. Kondisi tersebut akan menyebabkan pada kondisi *input* A yang bersifat *normally open* akan secara otomatis terputus. Sedangkan untuk *input* A dan B yang berada di bawah akan memiliki nilai *input* 0 akan menyebabkan *relay* tetap terhubung, sehingga *deaerator* akan menyala.



KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan telah berhasil dibuat sebuah sistem kendali temperatur pada *boiler* menggunakan PLC. Sistem kendali yang dibuat menggunakan temperatur maksimal, temperatur minimal dan level minimal sebagai *input*. Sedangkan variabel *output* yang digunakan adalah *burner* dan *deaerator*. Sistem kendali tersebut akan bekerja 4 keadaan yang bekerja yaitu ketika kondisi normal, mencapai temperatur maksimum, temperatur minimum dan kondisi ketika level air lebih kecil dari 20%.

DAFTAR PUSTAKA

- George, RA. (1994). *Sistem Pengendalian Instrument dan Control Valve*. Cepu : Pengembangan Tenaga Perminyakan dan Gas Bumi (PPT MIGAS)
- George, RA. (1994). *Pengukuran Aliran dan Level*. Cepu : Pengembangan Tenaga Perminyakan dan Gas Bumi (PPT MIGAS)
- Nawawi, A. (2015). SISTEM LOAD SHEDDING PADA GENERATOR. *Swara Patra : Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 5(2).
<http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/144>
- Nurpadmi, N. (2015). Otomasi Sistem Pengisian Crude Oil pada Tangki T101 dan 102 di Pusdiklat Migas. *Swara Patra : Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 5(2). <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/152>
- Nurpadmi, N. (2018). Otomasi Sistem Pengosongan Tangki T101 dan T102 untuk Pengolahan Kilang PPSDM MIGAS Menggunakan PLC. *Swara Patra : Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 8(1), 68–79. <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/18>
- Pasha, M.D. & Puspaningrum, D.K. (2021). Simulasi Otomasi Process Shut Down Deaerator pada Unit Boiler dengan Parameter Suhu dan Level Berbasis PLC Allen - Bradley. *Swara Patra : Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 11(2), 51–6. <https://doi.org/10.37525/sp/2021-2/295>
- Puspaningrum, D.K. (2019). Program Monitoring dan Otomasi Tangki Timbun dengan Sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) di Kilang PPSDM Migas. *Swara Patra : Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 9(2), 63–7. <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/235>
- S, Sarjono. (1994). *Pengukuran Temperature*. Cepu : Pengembangan Tenaga Perminyakan dan Gas Bumi (PPT MIGAS)
- S, Najono.(1994). *Training Procedures Model SLPC Programmable Controller*. Cepu: Pengembangan Tenaga Perminyakan dan Gas Bumi (PPT MIGAS)
- Budi, Suko Handoyo. (2002). *Programable Logic Control (PLC)*, PUSDIKLAT MIGAS, Cepu,