

## Studi Sistem Kendali pada Reaktor C4001 Cycle Gas dan Atmosfer (ATM) Blowdown berbasis *Distributed Control System* (DCS) di PT Chandra Asri Pacific

Alimuddin<sup>1</sup>, Hans Utomo<sup>1</sup>, Ria Arafiah<sup>2</sup>, Muhammad Iman Santoso<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten.

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Komputer Fakultas MIPA, Universitas Negeri Jakarta

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon Banten

### Informasi Artikel

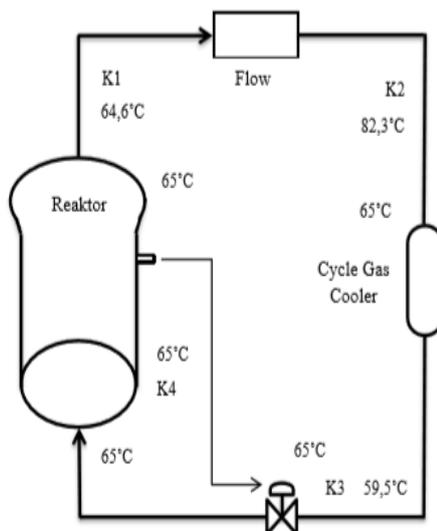
Naskah Diterima : 30 Mei 2024

Direvisi : 31 Mei 2024

Disetujui : 2 Juni 2024

\*Korespondensi Penulis :  
alimuddin@untirta.ac.id

### Graphical abstract



### Abstract

This research explores the control system for the Reactor in the gas cycle and atmosphere blowdown process at PT Chandra Asri Pacific. The focus is on function, performance and temperature control in the Reactor reaction process. The results show a stable and optimal control system analysis. The actual temperature data in conditions 1 to condition 4 shows values of 64.6 °C, 82.3 °C, 59.5 °C, 65 °C respectively. The operator sets the set point for the optimal control system process on the Reactor with a target value in condition 1 of 65 °C, condition 2 of 65 °C, condition 3 of 65 °C, condition 4 of 65 °C. In conclusion, the Reactor gas cycle control system atmosphere to improve optimal process quality and efficiency of processes and systems in the Reactor which can reach the desired temperature in every condition which shows positive results in optimizing the Reactor control system.

**Keywords:** Reactor, control system, temperature, gas cycle, atmosphere

### Abstrak

Penelitian ini membahas sistem kendali reaktor pada proses siklus gas dan atmosfer blowdown di PT Chandra Asri Pacific. Fokusnya adalah fungsi, kinerja, dan pengendalian temperatur dalam proses reaksi Reaktor. Hasil menunjukkan analisis sistem kendali yang stabil dan optimal. Data aktual suhu pada kondisi 1 hingga kondisi 4 menunjukkan nilai yaitu masing-masing sebesar 64,6 °C, 82,3 °C, 59,5 °C, 65 °C. Operator mengatur set point untuk proses sistem kendali optimal pada Reaktor dengan nilai target pada kondisi 1 sebesar 65 °C, kondisi 2 sebesar 65 °C, kondisi 3 sebesar 65 °C, kondisi 4 65 °C. Kesimpulan sistem kendali Reaktor siklus gas atmosfer untuk meningkatkan kualitas proses yang optimal dan efisiensi proses dan sistem pada Reaktor dapat mencapai suhu yang diinginkan di setiap kondisi dimana menunjukkan hasil yang positif dalam pengoptimalan sistem kendali reaktor.

**Kata Kunci:** Reaktor, sistem kendali, suhu, siklus gas, atmosfer

© 2024 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

## 1. PENDAHULUAN

Dengan pergeseran paradigma pada suatu dunia teknologi, kemajuan sebuah generasi terbaru telah dapat memberikan kontribusi yang signifikan dengan meningkatnya kompleksitas dalam sistem teknologi industri. Fenomena tersebut tidak mencakup perangkat keras yang lebih baik. Kontroler PID (proportional integral derivative) adalah kendali yang mempunyai suatu nilai umpan balik yang umumnya digunakan pada industri [1]. Penggunaan PID sering juga diaplikasikan dalam dunia industri untuk dapat mempermudah atau mengurangi operasi produksi pada industri [2].

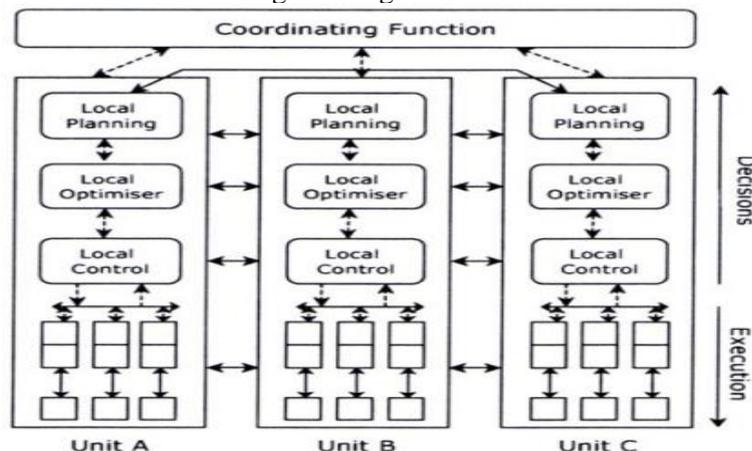
Perkembangan kompleksitas operasional tersebut dalam industri, penggunaan *Distributed Control System* (DCS) dimana sebagai platform kendali yang dapat menjadi solusi. *Distributed Control System* (DCS) dapat memberikan sebuah integrasi yang jauh lebih baik dengan pemantauan real-time langsung, dan kemampuan pengendalian yang baik. Sistem ini terdistribusi dalam semua sistem manufaktur yang ada dalam industri, dimana pada proses atau sistem lainnya, ada setiap sub sistem dapat dikontrol oleh sebuah atau lebih sistem kendali, dengan mengatasi keterbatasan terpusat pada suatu lokasi tertentu.

Secara umum, suhu akan dapat berubah dengan seiring berjalannya waktu yang mempunyai suatu parameter, seperti suhu, dan sistem kendali dapat digunakan untuk mengatur parameter tersebut [3], [4]. Kontribusi terhadap pertukaran panas yang mana dapat mendekati suhu, dan fungsi transfer juga digunakan untuk mengkarakterisasi nilai dari masukan dan keluaran hubungan sistem [5], [6]. Sistem yang cerdas yang mana sistem tersebut dapat mengumpulkan, menganalisis, dan merespons data yang dikumpulkan dengan baik yang salah satunya menggunakan data dari sensor untuk mengatur perangkat pengendali suhu [7], [8].

Industri kimia adalah suatu sektor dalam industri yang dimana mempunyai risiko yang tinggi dalam kesalahan kerja dan biasanya terdapat alat proses salah satunya reaktor untuk digunakan sebagai destilasi proses [9]. Reaktor, dimana sebagai sebuah perangkat dari proses reaksi, dapat berfungsi sebagai tempat terjadinya berbagai reaksi kimia [10]. Proses reaksi dapat mendukung proses suatu konversi pada bahan baku yang menjadi produk. Reaktor juga dapat sebagai komponen integral pada proses produksi, stabilitas pada reaktor menjadi faktor utama. *Valve* adalah suatu perangkat mekanis yang dimana dapat mengendalikan aliran seperti fluida [11]. Aliran fluida sering membutuhkan katup untuk dapat mengendalikan besaran aliran pada fluida untuk menghindari terjadinya kegagalan dalam pengendalian aliran [12]. Potensi terjadinya kegagalan pada tidak hanya aliran fluida yang hilang akan tetapi menyebabkan hasil kualitas produk yang diproduksi kurang baik, tetapi juga akan mengurangi pada kinerja secara keseluruhan dalam sebuah pabrik. Oleh sebab itu, implementasi suatu sistem kendali *Distributed Control System* (DCS) yang dimana dapat diandalkan dalam pengendalian tidak terpusat [13]. Pengendalian pada parameter dan efektif dalam reaktor menjadi suatu keharusan dalam industri kimia. Adapun faktor tersebut penulis memilih judul analisis sistem kendali pada Reaktor C4001 *cycle gas* Dan Atmosfer (ATM) *blowdown* berbasis *Distributed Control System* (DCS) di PT Chandra Asri Pacific.

**2. METODE PENELITIAN**

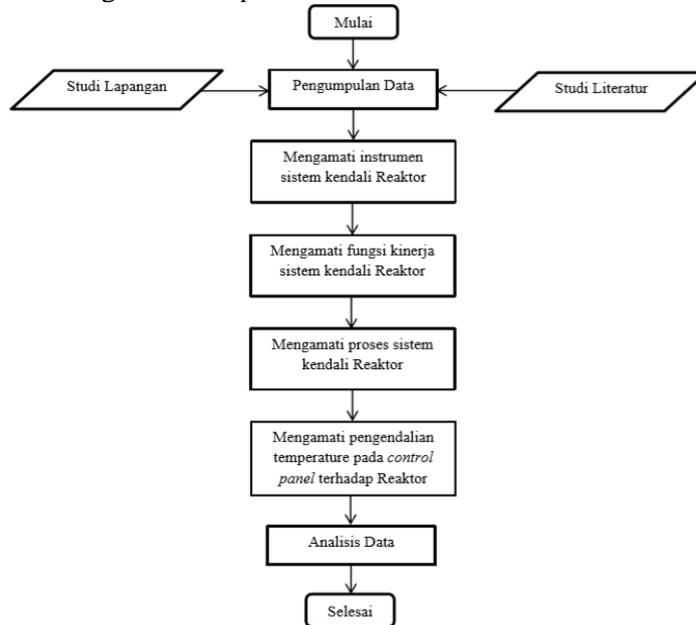
Sistem kendali DCS terdiri dari beberapa peranti *device electronic* yaitu koordinasi *computer local planning*, *computer local optimiser* dan *local control*, *display*, *database* dan saluran data. Komputer pusat sebagai server berfungsi menghubungkan dengan semua sistem operasi. Komputer umum merupakan unit kendali atau monitoring yang digunakan untuk mengoptimasi, pengaturan lanjutan. Komputer lokal atau Monitoring dan kendali kontroler digunakan untuk mengendalikan secara langsung suatu proses berbasis ON OFF atau PID. *Display* berfungsi untuk menampilkan suatu grafik atau analisis dari suatu proses. *Database* berfungsi untuk mengumpulkan dan menyimpan data-data. Saluran data merupakan saluran transmisi data digital yang menghubungkan semua peranti-peranti *device electronic* dalam sistem. Interkoneksi sistem DCS sebagaimana gambar 1 dibawah ini



Gambar 1. Konfigurasi *Distributed Control System* [14]

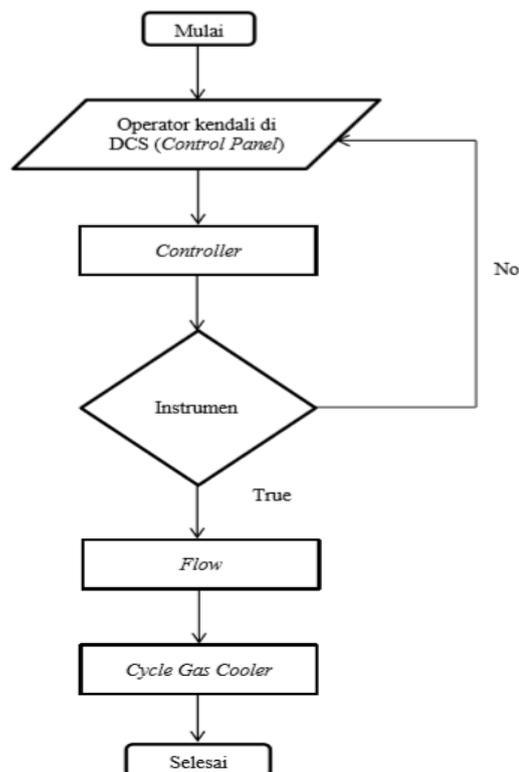
Penerapan sistem kendali di perusahaan sudah banyak diantaranya pada sistem kendali termokopel dan termokontrol [15-17].

Diagram alir penelitian adalah tahapan dalam suatu penelitian. Diagram alir penelitian dapat berguna untuk memberikan informasi dari dilakukannya penelitian hingga selesai. Tahapan yang dilakukan selama penelitian ini digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Gambar 2 merupakan diagram alir proses yang memperlihatkan kerangka kerja dari penelitian untuk meningkatkan kualitas proses yang optimal dan efisiensi dengan mengendalikan suhu sesuai syang telah ditetapkan. Penelitian mengenai studi sistem kendali pada Reaktor C4001 di PT Chandra Asri Pacific melibatkan beberapa langkah.



Gambar 3. Flowchart Proses Sistem Kendali Reaktor C4001

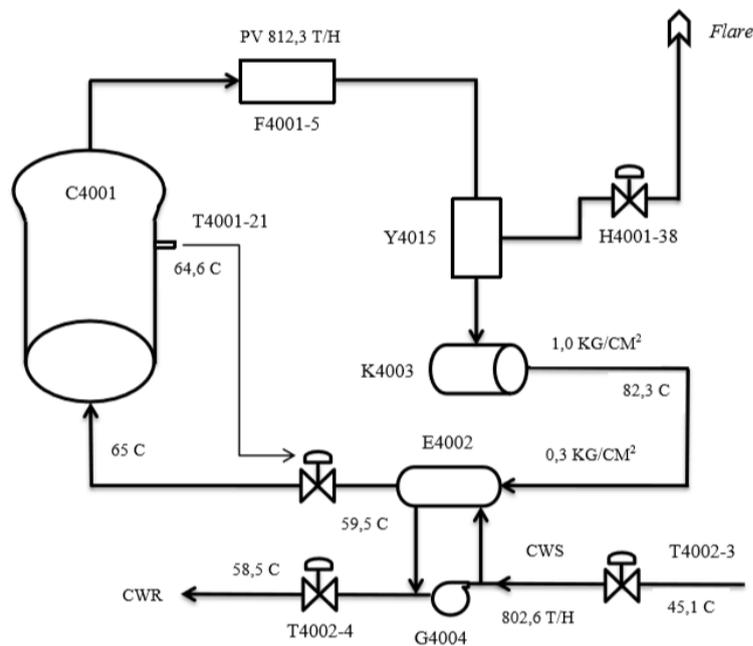
Pada gambar 3 flowchart proses sistem kendali diatas. Jika kondisi Instrumen memberikan suatu hasil yang valid (True), maka perintah berikutnya akan diteruskan pada controller yang mengatur aliran (Flow) proses berikutnya nya. Aliran tersebut kemudian akan menuju ke Cycle Gas Cooler dengan tujuan pendinginan gas siklus. Ketika instrumen tidak memberikan hasil yang valid (No), maka sistem tersebut akan dapat kembali ke kendali di DCS untuk tindakan pengendalian. Proses ini terus berulang hingga mencapai tahap yang benar atau selesai. ini menggambarkan alur pengendalian dalam sistem kendali tersebut, yang menunjukkan kontroler, dan instrumen pada proses siklus pendinginan.

Reaktor memiliki berbagai sistem pengendalian, dimana fokus utama yang membutuhkan pengaturan suhu yang baik dan optimal. *flow* berfungsi sebagai sensor masuknya aliran gas, sementara pengendali suhu digunakan untuk proses pengaturan suhu pada *cycle gas cooler*. Kontrol panel DCS berperan sebagai pemantauan proses. Data suhu yang terukur oleh DCS akan dibandingkan dengan nilai yang diinginkan yang telah diatur oleh pengendali suhu.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Tampilan Reaktor C4001 di *Distributed Control System* (DCS) *Cycle Gas* dan Atmosfer (ATM) *Blowdown*

Pada sistem kendali reaktor C4001, terdapat tampilan gambar 4.2 sistem kendali *Distributed Control System* (DCS) *cycle gas* dan atmosfer (ATM) *blowdown* sebagai berikut pada Gambar 4.



Gambar 4. Reaktor C4001 di *Distributed Control System* (DCS)

Pada gambar 4 diatas dalam sistem kendali reaktor C4001 *cycle gas* dan atmosfer (ATM) *blowdown* (DCS), terdapat sebuah reaktor C4001 dimana berfungsi sebagai inti utama dalam menjalankan reaksi, untuk menjaga reaksi berjalan dengan baik dibutuhkan proses instrumen sistem kendali. Keluaran hasil dari reaktor berupa *cycle gas* atau aliran gas yang kemudian diukur menggunakan *flow* sensor F4001-5, memberikan nilai pengukuran sebesar PV 812,3 T/H. Langkah berikutnya adalah memastikan bahwa pada aliran gas hasil reaksi tersebut benar-benar bersih sebelum melanjutkan ke tahap proses selanjutnya. Untuk itu, digunakan proses *filter* dengan alat *filter* Y4015.

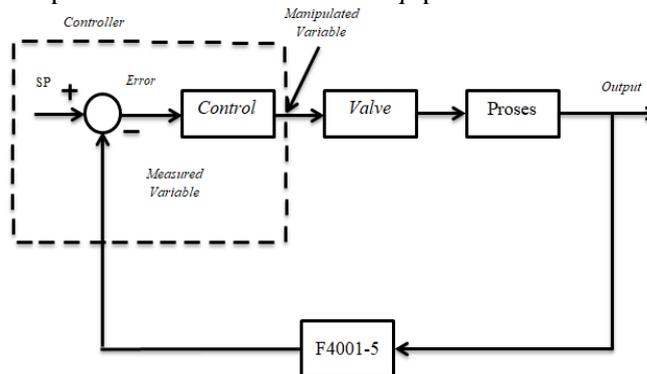
Setelah melalui *filter* Y4015, gas mengalir ke *compressor* K4003. Penting untuk dicatat bahwa fungsi dari *compressor* bukanlah seperti untuk meningkatkan tekanan gas, akan tetapi untuk menjaga aliran gas tersebut agar tetap stabil, yang mana fungsinya mirip seperti *blower*. Proses selanjutnya, *cycle gas* menjalani proses pendinginan dalam *cycle gas cooler* dengan tujuan mencapai suhu set point pada reaktor sebesar 65°C. Setelah mencapai suhu yang diinginkan, *cycle gas* kembali ke reaktor untuk memulai kembali proses reaksi.

Seluruh sistem reaktor C4001 *Cycle Gas* dan atmosfer (ATM) *blowdown* (DCS) ini dirancang dengan cermat untuk memastikan kendali yang optimal terhadap efisiensi dan kestabilan dalam proses reaktor C4001. Dengan menggunakan instrumen *flow* sensor, *filter*, *compressor*, dan *cycle gas cooler*,

setiap langkah diambil untuk memastikan bahwa hasil reaktor tetap bersih dan sesuai dengan parameter yang diinginkan, sehingga menjaga kinerja sistem secara keseluruhan.

### 3.1.1 Sistem Kendali Flow F4001-5

Dalam sistem kendali Reaktor C4001, tahap awal dimulai dengan langkah pengukuran siklus gas yang mengalir. Berikut ini merupakan sistem kendali *close loop* pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram *Close Loop Flow Sensor F4001-5*

Pada tampilan gambar 5 *Distributed Control System (DCS)* diatas, terdapat diagram *close loop* sistem Kendali Reaktor C4001, Dimana hasil keluaran gas yang dikirim dari Reaktor C4001, terdapat sistem kendali *flow sensor F4001-5*, Dimana *flow sensor* tersebut mengukur laju aliran sebesar 812,3 T/H. Dimana berarti jumlah massa gas yang mengalir melalui suatu titik dalam sistem tersebut dari reaktor sebesar 812,3 ton per jam.

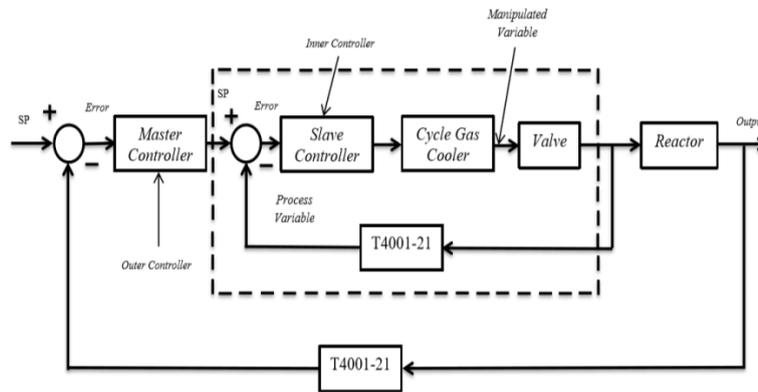
Penting dalam memahami bahwa nilai yang terukur tersebut oleh *flow F4001-5* bukan hanya sekadar data. Tetapi angka yang terukur tersebut mencerminkan suatu laju aliran gas aktual dari proses reaktor dan menjadi parameter pada sistem kendali reaktor C4001. Dengan adanya informasi data *flow* ini, sistem kendali berikutnya dapat mengatur proses reaktor C4001, dimana untuk memastikan bahwa suatu laju aliran gas yang masuk tersebut dapat kembali ke dalam reaktor C4001 sesuai pada kebutuhan proses reaksi berikutnya.

Selanjutnya, *cycle gas* yang diukur melalui *flow sensor F4001-5* akan melanjutkan proses pada reaktor C4001. Dimana proses ini membutuhkan pengendalian yang cermat, dan inilah mengapa suatu pengukuran laju aliran *cycle gas* sangat penting. Nilai yang terukur oleh *flow F4001-5* menjadi indikator penting untuk sistem kendali reaktor C4001 dengan tujuan memastikan bahwa laju aliran gas yang masuk tersebut dapat kembali ke dalam reaktor C4001 untuk mencapai tingkat yang dibutuhkan dalam menjaga kondisi ideal.

Dengan demikian, pengukuran dan pemantauan dengan *flow F4001-5* tersebut tidak hanya sekadar mengukur angka pada *cycle gas* dari reaktor C4001, akan tetapi merinci bagian dari proses yang lebih panjang untuk menjaga performa yang optimal dan baik serta stabilitas operasional pada reaktor tersebut.

### 3.1.2 Sistem Kendali Cascade Cycle Gas Cooler E4002

Pada sistem kendali Reaktor C4001, terdapat sistem kendali *cycle gas cooler E4002* yang digunakan dalam proses pendinginan. Berikut adalah gambar 6 diagram *cascade cycle gas cooler E4002* sebagai berikut.



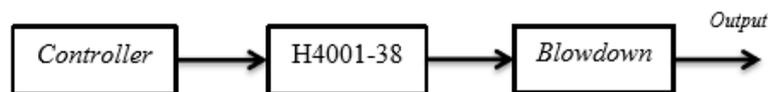
Gambar 6. Diagram Close Loop Cascade Cycle Gas Cooler E4002

Pada tampilan gambar 6 DCS diatas, terdapat diagram *close loop* sistem kendali reaktor C4001, Dimana hasil output gas yang dikirim dari reaktor C4001 terdapat sistem kendali *cycle gas cooler*, dimana reaktor C4001 dari hasil proses reaksi tersebut dimana temperaturnya sebesar 82,3°C. Hal tersebut dilakukan karena *cycle gas cooler* yaitu E4002 dapat mengurangi atau mendinginkan *temperature* dari output reaktor, yang dimana akan dikirim lagi ke reaktor dengan temperatur yang ideal pada nilai yang telah ditentukan *set point*. Jika nilai set point temperatur tersebut sebesar 65°C, maka DCS akan memerintahkan *valve* dari *cycle gas cooler* E4002 untuk mengontrol temperatur atau mendinginkan menjadi 65°C atau mendekati nilai set point 65°C, supaya temperatur ideal kembali lagi ke reaktor, sehingga dapat menjaga keseimbangan temperatur dan kesetabilan proses pada reaktor.

Pada *cascade* sistem kendali pada gambar tersebut yaitu, terdapat *outer loop controller* yang pengendali *master controller* sebagai kontrol utamanya. Jika nilai set point temperatur tersebut sebesar 65°C, maka DCS akan memerintahkan *valve* dari *cycle gas cooler* E4002 untuk mengontrol temperatur atau mendinginkan menjadi 65°C atau mendekati nilai set point 65°C, supaya temperatur ideal kembali lagi ke reaktor, sehingga dapat menjaga keseimbangan temperatur dan kesetabilan proses pada reaktor.

### 3.1.3 Sistem Kendali Blowdown

Pada sistem kendali reaktor C4001, terdapat sistem kendali *blowdown* H4001-38 yang digunakan dalam proses pelepasan. Berikut adalah gambar 7 diagram *open loop blowdown* sebagai berikut.



Gambar 7. Diagram Open Loop Blowdown

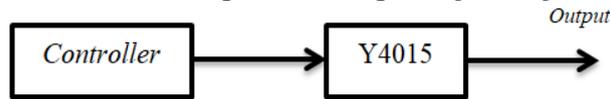
Pada tampilan gambar 7 DCS diatas, terdapat diagram *open loop sistem* kendali reaktor C4001, Dimana hasil keluaran *cycle gas* yang dikirim dari reaktor C4001 akan dibuang ke atmosfer melalui *flare* dan terdapat sistem kendali *open loop valve* H4001-38. Perlu diperhatikan bahwa *blowdown* bukan pembuangan atau pelepasan *pressure* dengan tujuan mengurangi tekanan berlebih, akan tetapi *blowdown* dapat terjadi ketika pada kondisi abnormal dimana darurat atau kondisi yang memungkinkan sistem *cycle gas* reaktor C4001 berbahaya.

*Blowdown*, pada dasarnya, bukan sekadar hanya untuk proses pengurangan tekanan yang berlebih. *Blowdown* dapat menjadi suatu langkah darurat ketika instrument sistem *cycle gas* reaktor C4001 dalam kondisi *abnormal* atau tidak normal dimana dapat mengancam keselamatan lingkungan sekitar. Kondisi abnormal ini dapat terjadi, ketika terdapat kesalahan atau *error* atau tidak aktif alat instrumentasi *cycle gas cooler*. Maka disinilah peran DCS sebagai pengendali sistem dan membuat instruksi kepada *valve* H4001-38 untuk membuka dan memulai proses *blowdown* serta melepaskannya yaitu *cycle gas* tersebut ke atmosfer dengan tujuan untuk menjaga reaktor C4001 tetap dalam keadaan aman dan stabil.

### 3.1.4 Sistem Kendali Filter Y4015

Pada sistem kendali reaktor C4001, terdapat sistem kendali *filter* Y4015 yang digunakan

dalam proses pembersihan. Berikut adalah gambar 8 diagram *open loop compressor* sebagai berikut.



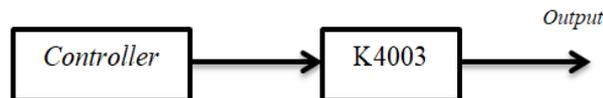
Gambar 8. Diagram *Open Loop Filter*

Pada tampilan gambar 8 DCS diatas, terdapat diagram *open loop* sistem kendali reaktor C4001, Dimana hasil dari keluaran aliran gas yang dikirim dari reaktor C4001 akan dilanjutkan melalui suatu proses pemisahan hasil reaksi atau pembersihan kotoran dari hasil proses yang ada di reaktor tersebut. Terdapat sistem kendali *open loop Filter* Y4015.

Dimana dari hasil reaktor C4001 mengalirkan aliran gas dari hasil reaksi pada reaktor C4001 terdapat kotoran. Hal tersebut harus dilakukan pembersihan atau penyaringan kotoran aliran gas melalui *filter*, dimana ini tujuannya menjaga kebersihan aliran gas untuk dilanjutkan ke proses selanjutnya, sehingga dapat menjaga kebersihan dan keseimbangan dari proses pada reaktor.

### 3.1.5 Sistem Kendali *Compressor* K4003

Pada sistem kendali reaktor C4001, terdapat sistem kendali *Compressor* K4003 yang digunakan dalam proses pengendalian gas. Berikut adalah gambar 9 diagram *open loop compressor* sebagai berikut.



Gambar 9. Diagram *Open Loop Compressor*

Pada gambar 9 diatas, terdapat diagram *open loop* sistem kendali *compressor* gas K4003 dimana aliran *cycle gas* mengalir ke *compressor* K4003. Dimana penting untuk dicatat bahwa fungsi dari instrument *compressor* K4003 tersebut yaitu bukanlah seperti untuk meningkatkan tekanan *cycle gas*, akan tetapi tujuannya untuk menjaga aliran gas tersebut agar tetap stabil, yang mana fungsinya mirip seperti blower untuk mendorong aliran *cycle gas* tersebut tetap stabil untuk dapat melanjutkan ke proses selanjutnya.

*Compressor* K4002 pada dasarnya difungsikan sebagai elemen utama mengendalikan aliran gas dan bertanggung jawab dalam menjaga kestabilan dan keseimbangan aliran *cycle gas* dalam sistem kendali reaktor C4001 tersebut. Dimana ini sangat penting untuk memastikan bahwa ketika proses berjalan secara baik dan konsisten serta efisien. Dengan demikian *compressor* K4002 didesain untuk mempertahankan suatu aliran gas yang optimal dan stabil guna mendukung proses proses pada sistem kendali reaktor C4001.

### 3.2 *Cooling Water Supply* (CWS) dan *Cooling Water Return* (CWR)

Dalam pengendalian *cycle gas cooler*, dimana terdapat *Cooling Water Supply* (CWS) dan *Cooling Water Return* (CWR) dimana merujuk pada bagian proses pendinginan *cycle gas*. Fungsi dari CWS yaitu untuk menyuplai air pendingin sebesar 45,1°C ke dalam sistem *cycle gas cooler* E4002 untuk melakukan proses perpindahan panas atau yang dimana dengan melakukan perpindahan panas dari proses *cycle gas* sebelumnya yaitu temperaturnya sebesar 82,3°C, maka akan menghasilkan nilai yang terlihat dari hasil proses perpindahan panas tersebut keluaranya dapat menjadi lebih dingin atau berubah temperaturnya menjadi sebesar 59,5°C dengan cara perpindahan panas ini lah temperatur yang sebelumnya tinggi menjadi lebih rendah.

Sedangkan fungsi CWR adalah mengembalikan proses perpindahan panas tersebut atau air dingin dari hasil proses perpindahan panas yang dimana setelah digunakan akan diproses kembali dalam proses perpindahan panas sebelumnya dan terlihat nilai hasil dari perpindahan panas tersebut menghasilkan temperatur yang lebih panas sebesar 58,5°C. Dengan proses *Cooling Water Supply* (CWS) dan *Cooling Water Return* (CWR) dimana kedua proses tersebut dapat menjaga temperatur yang optimal dalam proses *cycle gas cooler* E4002.

### 3.3 Parameter Kontrol

Pada Reaktor C4001 di *Distributed Control System (DCS) Cycle Gas* dan Atmosfer (ATM) *Blowdown*. Terdapat parameter sistem yang dimana pada reaktor C4001 tersebut yaitu seperti laju aliran yang mengalir dalam pipa dan temperatu, yang dimana dalam reaktor C4001 ini akan lebih berfokus pada pengendalian suatu sistem kendali temperatur dalam reaktor C4001. Dengan melibatkan instrumentasi seperti *flow*, *filter*, *compressor* dan *cycle gas cooler* dengan tujuan utama untuk mengendalikan *temperature* dan menjaga keseimbangan proses pada reaktor serta menjaga reaktor dari kondisi yang dapat berbahaya. Dalam pengendalian parameter control reaktor C4001 di harus diamati dengan baik supaya dapat menjaga kestabilan proses pada reaktor C4001.

Pengendalian parameter kontrol pada reaktor C4001 merupakan suatu aspek yang penting untuk mengendalikan keseimbangan dan kestabilan proses. Parameter kontrol tersebut, seperti temperatur dan aliran, harus dipantau dan dikontrol dengan optimal supaya sistem dalam reaktor C4001 dapat beroperasi dengan batas dan baik. Misalnya, pengukuran untuk temperatur yang harus akurat yang terhubung dengan *Distributed Control System (DCS)* dapat memungkinkan untuk kontrol dengan akurat dan tepat waktu terhadap perubahan kondisi reaktor C4001 untuk mencegah terjadinya perubahan temperatur yang secara tiba-tiba. Dengan memperhatikan dan pengendalian parameter tersebut dengan optimal, maka sistem kendali pada reaktor C4001 dapat memastikan supaya tetap pada kondisi operasi yang baik dan stabil.

Adapun tabel 1 dalam kendali temperature reaktor C4001 yang dimana terdapat beberapa kondisi dari kondisi awal hingga kondisi kembalinya proses reaksi yaitu sebagai berikut.

Tabel 1 Kendali *Temperature* Pada Reaktor C4001

Parameter	Proses	Nilai	Set Point	Error
Temperatur	Proses Reaksi atau Kondisi 1	64,6°C	65°C	0,61%
Temperatur	Sebelum Melewati Cycle Gas Cooler atau Kondisi 2	82,3°C	65°C	26,61%
Temperatur	Sesudah Melewati Cycle Gas Cooler atau Kondisi 3	59,5°C	65°C	8,46%
Temperatur	Proses Kembali reactor atau kondisi 4	65°C	65°C	0%

Pada tabel 1 Reaktor C4001 diatas tersebut, terdapat parameter temperatur yang dimana temperatur tersebut dikendalikan dengan beberapa instrument proses. Pertama yaitu proses reaksi pada reaktor atau dapat dinamakan sebagai kondisi 1, dengan nilai temperatur sebesar 64,6°C dan untuk nilai set point sebesar 65°C.

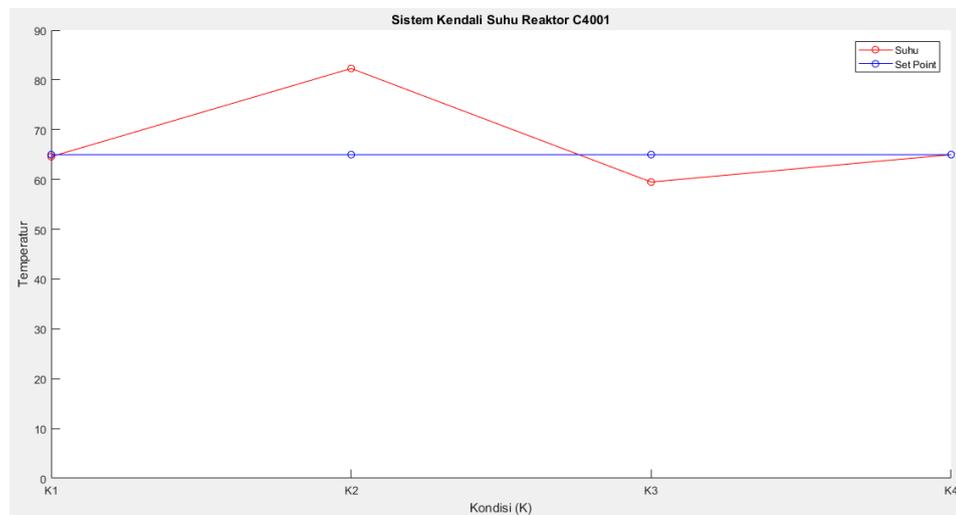
Reaksi pada reaktor kondisi 1 akan di proses melewati *cycle gas cooler* yang dimana terlihat pada kondisi 2 yaitu sebelum melewati proses *cycle gas cooler* nilai temperturnya sebesar 82,3°C, ini terlihat temperatur nilai dari hasil proses reaksi melewati nilai set point yaitu sebesar 65°C dan akan terus meningkat serta dapat berbahaya jika tidak di proses lebih lanjut. Maka dibutuhkan proses *cycle gas cooler* atau kondisi 3 dengan instrument *cooler cycle gas*, dengan bantuan proses *Cooling Water Supply (CWS)* dan *Cooling Water Return (CWR)*.

Pada hasil kondisi 3 atau setelah melewati proses *cycle gas cooler*, nilai dari temperatur tersebut berkurang atau menjadi sedikit lebih dingin yaitu sebesar 59,5°C, nilai temperatur ini sudah cukup aman untuk dikembalikan pada reaktor dengan temperatur set point sebesar 65°C, dan terlihat pada kondisi 4 atau ketika memasuki proses pada reaktor terlihat temperturnya meningkat sama seperti pada kondisi 2 yang pada kondisi 4 tersebut temperturnya menjadi meningkat sebesar 65°C, dimana ini sesuai dengan nilai set point pada reaktor C4001 dengan nilai set point sebesar 65°C. Adapun tabel 2 dan grafik 8 proses kendali *temperature* yang dimana dapat terlihat dibawah ini yaitu sebagai berikut.

Tabel 2 Selisih Nilai Pengukuran Dengan Nilai Set Point

Parameter	Proses	Selisih Nilai Pengukuran Dengan Nilai Set Point
Temperatur	K1	0,4°C
Temperatur	K2	17,3°C
Temperatur	K3	5,5°C
Temperatur	K4	0°C

Pada tabel 2 diatas terlihat nilai selisih dari nilai pengukuran dengan nilai set point pada kondisi 1 sebesar 0,4°C. Pada kondisi 2 nilai selisih pengukuran dengan nilai set point sebesar 17,3°C dimana ini cukup jauh untuk nilai selisih. Pada kondisi 3 nilai selisih pengukuran dengan nilai set point sebesar 5,5°C yang dimana ini turun dari kondisi 2 sebelumnya. Pada kondisi 4 nilai selisih pengukuran dengan nilai set point sebesar 0°C artinya pada kondisi 4 ini nilai selisih dapat dioptimalkan dengan baik dari proses sebelumnya tersebut.



Gambar 10. Grafik Sistem Kendali Temperatur Pada Reaktor C4001

Pada gambar grafik 10 di atas, yaitu menunjukkan grafik sistem kendali temperatur pada reaktor C4001, yang terdapat empat kondisi. Pada kondisi 1 (Proses Reaksi) terlihat untuk nilai temperatur pengukuran kondisi 1 adalah yang berwarna merah sebesar 64,6°C, sedangkan untuk nilai set point temperatur yang berwarna biru sebesar 65°C. Ini menunjukkan pada kondisi 1 tersebut, nilai temperatur pengukuran masih baik karena hampir mendekati nilai temperatur set point. Kondisi 2 (Sebelum Melewati *Cycle Gas Cooler*) terlihat pada nilai temperatur pengukuran kondisi 2 yang berwarna merah sebesar 82,3°C dimana ini terdapat peningkatan temperatur yang cukup tinggi, sementara untuk nilai set point temperatur yang berwarna biru tetap sebesar 65°C. Kondisi 3 (Sesudah Melewati *Cycle Gas Cooler*) nilai temperatur kondisi 3 yang berwarna merah terlihat sebesar 59,5°C, dan untuk nilai set point temperatur yang berwarna biru tetap sebesar 65°C. Dimana ini menunjukkan pada kondisi 3 temperatur dapat dikendalikan dengan baik sehingga nilai temperatur tersebut mendekati set point. Kondisi 4 (Proses Kembali Pada Reaktor) nilai temperatur pengukuran kondisi 4 yang berwarna merah sebesar 65°C, yang mana nilai pengukuran ini sama dengan nilai set point temperatur yang berwarna biru sebesar 65°C. Menunjukkan pada kondisi 4 nilai temperatur sudah sesuai dengan nilai set point yang diinginkan.

#### 4. KESIMPULAN

Sistem kendali pada reaktor C4001 yang dapat berfungsi sebagai inti utama dalam menjalankan reaksi, dan menjaga reaksi proses instrumen sistem kendali. Keluaran dari reaktor berupa aliran gas yang kemudian diukur menggunakan *flow sensor* F4001-5, memberikan nilai pengukuran sebesar PV 812,3 T/H. Memastikan bahwa pada aliran gas hasil reaksi tersebut benar-benar bersih sebelum melanjutkan ke tahap proses selanjutnya. Untuk itu, digunakan proses *filter* dengan alat *filter* Y4015, melalui *filter* Y4015, gas mengalir ke *compressor* K4003. Tujuannya untuk menjaga aliran gas tersebut agar tetap

stabil, yang mana dan proses selanjutnya, *cycle gas* menjalani proses pendinginan dalam *cycle gas cooler* dengan tujuan mencapai suhu set point pada reaktor sebesar 65°C. Setelah mencapai suhu yang diinginkan, *cycle gas* kembali ke reaktor untuk memulai kembali proses reaksi. Seluruh sistem kendali reaktor C4001 *cycle gas* dan atmosfer (ATM) *blowdown* (DCS) ini dirancang dengan cermat untuk memastikan kendali yang optimal terhadap efisiensi dan kestabilan dalam proses reaktor C4001. Dengan menggunakan instrument *flow*, *filter*, *compressor*, dan *cycle gas cooler*, setiap langkah diambil untuk memastikan bahwa hasil reaktor tetap bersih dan sesuai dengan parameter yang diinginkan, sehingga menjaga kinerja sistem secara keseluruhan. Sistem pada reaktor pada biasanya, dan reaktor pada khususnya diperlukan pengecekan secara teratur untuk memastikan sistem kendali dapat beroperasi dengan baik serta dapat mengatasi gangguan yang terjadi. Pengecekan dan perawatan alat instrumentasi seperti *flow* pada sistem kendali dalam Reaktor C4001 dilakukan secara berkala, supaya sistem kendali dapat bekerja dengan optimal dan tidak mengalami gangguan.

## REFERENSI

- [1] Muhardian R., Krismadinata, “Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic,” *Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional*. vol. 6 no. 1, pp. 328-338, Februari 2020.
- [2] Hudati I., A. P. Aji, S. Nurrahma, “Kendali Posisi Motor DC Dengan Menggunakan Kendali PID,” *Jurnal Listrik Instrumentasi dan Elektronika Terapan*. vol. 2 no. 2, pp. 25-30, Oktober 2021.
- [3] Alimuddin, R. Arafiyah, I. Saraswati, R. Alfanz, P. Hasudungan and Taufik, “Development and Performance Study of Temperature and Humidity Regulator in Baby Incubator Using Fuzzy-PID Hybrid Controller,” *Energies*. 14, pp. 1-21, 2021.
- [4] Alimuddin, R. Arafiyah, D. M. Subratad, N. Hudaef, “Development and Performance of a Fuzzy Logic Control System for Temperature and Carbon Dioxide for Red Chili Cultivation in an Aeroponic Greenhouse System,” *International Journal*. vol. 10, no. 2, pp. 2355-2361, 2020.
- [5] Alimuddin, K. B. Seminar, I. D. M. Subrata, N. Nomura, Sumiati, “Temperature Control System In Closed House For Broilers Based On ANFIS,” *TELKOMNIKA*. vol. 10, no. 1, pp. 75-82, 2012.
- [6] Alimuddin, Ria Arafiyah, Sumiati, Sirajuddin, “Model And Simulation Of Temperature Fuzzy Control System On Broilers Closed House,” *SNTE*. pp. 111-115, 2013.
- [7] Alimuddin, M. I. A. Maulana, Masjudin, “Simulation Of The Environmental Temperature Control System Of Aeroponic Plant Horriculture System In Green House,” *1 International Conference for Smart Agriculture, Food, and Environment (IC-SAFE)*, 2020
- [8] Alimuddin, (2020). *Teori Dan Aplikasi Dasar Sistem Kendali Cerdas*, Untirta Press, Serang Banten.
- [9] Priambudi R. W., “Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Berbasis Arduino Uno Pada Prototipe Tabung Reaktor,” *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. vol. 10 no 3, pp. 67-74, 2021.
- [10] Rahayu P., D. K. Putri, Rosalina, N. Indriyani, “Pengaruh Diameter Pipa Pada Aliran Fluida Terhadap Nilai Head Los,” *Jurnal AGITASI*. vol. 2 no. 1, pp. 23-32, 2021.
- [11] Arman R., Y. Mahyoedin, Kaidir, N. Desilpa, “Studi Aliran Air Pada Ball Valve Dan Butterfly Valve Menggunakan Metode Simulasi Computational Fluid Dynamics,” *Jurnal Kajian Teknik Mesin*. vol. 4 no. 1, pp. 38-49, Maret 2019.
- [12] Wicaksono F. A., S. Subekti, K. Indriyanto, “Analisis Pengaruh Penyumbatan Aliran Fluida Pada Pipa Dengan Metode Fast Fourier Transform,” *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*. vol. 6 no. 1, pp. 77-83, April 2021.
- [13] Hidayanti F., F. Rahmah, D. S. Priyatna, A. Aulia, “Proses Upgrade Komunikasi Distributed Control System Dari Remote Input/Output Ke Network Input/Output,” *Jurnal STRING*. vol. 6 no. 3, pp. 305-314, April 2022.
- [14] Chokshi, N. N. and McFarlane, D. C. A., *Distributed Coordination Approach to Reconfigurable Process Control*, Springer-Verlag London Limited 2008
- [15] Alimuddin Alimuddin, Ryan Galih Permana, Studi Kinerja Termokopel Tipe K Pada Mesin Injeksi Haitian 120 Ton Dalam Pembuatan Botol Urine Di PT Unotech Mega Persada, *Jurnal*

- Ilmiah Setrum 12:2 (2023) 119-128, pp.119-128, Desember 2023, [http://doi : 10.36055/setrum.v12i2.23147](http://doi.org/10.36055/setrum.v12i2.23147)
- [16] Alimuddin Alimuddin, Dimico Mazatama, Ria Arafiyah, Muhammad Iman Santoso, Sistem Kendali Suhu pada Mesin Extruder Ex-50-14F menggunakan Thermocontrol Primus Tmp 95 Dan RKC Ch402, Jurnal Ilmiah Setrum, Vol 11, no.2, Desember 2022, <http://dx.doi.org/10.36055/setrum.v11i2.18098>
- [17] Alimuddin, I.; Seminar, K.B.; Subrata, I.D.M.; Sumiati, I.; Nomura, N. A Supervisory Control System for Temperature and Humidity in a Closed House Model for Broilers. Int. J. Electr. Comput. Sci. IJECS-IJENS 2011, 11, 33–41. Available online: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=42c624cb31dd077a66b7310b7f1c9bd8a3853ed3> (accessed on 15 March 2023).