

PENGENALAN KONTROL PROSES DI INDUSTRI

MUHAMAD ALI, MT
<http://muhal.wordpress.com>

Tujuan :

Menjaga variabel proses (temperatur, tekanan, aliran (flow), komposisi, level) pada nilai operasi yang diinginkan (set point).

Proses yang berlangsung secara alami bersifat dinamis, dan selalu berubah-ubah. Variabel yang penting berhubungan dengan permasalahan safety, kualitas produk, dan kecepatan produksi tidak akan tercapai kondisi desain.

POIN PENTING:

1. Sistem Kontrol Proses
2. Istilah-istilah yang penting
3. Tipe Sistem Kontrol
4. Strategi Kontrol Sistem

5. SUMMARY

1. Sistem Kontrol Proses

- Proses kontrol secara Manual
- Proses kontrol secara Automatis

1. Sistem Kontrol Proses

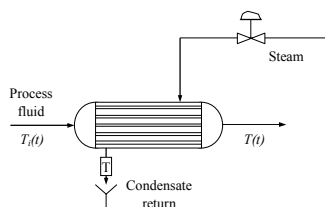


Figure 1-1 Heat exchanger

Tujuan dari unit ini: Memanaskan fluida di dalam vesel dari inlet temperature, $T_i(t)$, menjadi outlet temperature yang diinginkan, $T(t)$.

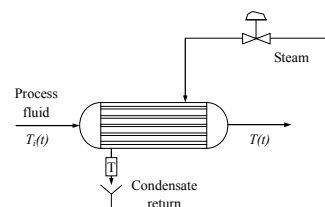


Figure 1-1 Heat exchanger

Pada proses ini banyak variabel dapat mengalami perubahan, menyebabkan temperature outlet menyimpang dari nilai yang diinginkan (set point). Jika ini terjadi, perlu ada aksi kontrol untuk mengoreksi kesalahan.

• Proses Kontrol Secara Manual

• Proses Kontrol Secara Manual

- (1) Mengukur suhu atau temperatur $T(t)$;
- (2) Membandingkan $T(t)$ dengan set point
- (3) Berdasar perbandingan ini, putuskan apa yang harus dilakukan sistem kontrol untuk memperbaiki kesalahan. Katub uap dapat dimanipulasi untuk membetulkan penyimpangan.

➤ Prinsip Kerja

Jika outlet temperatur $T(t)$ lebih besar dari nilai set point, katub uap dapat diputar ke kiri untuk mengurangi aliran uap (energi) terhadap heat exchanger; Jika outlet temperatur $T(t)$ kurang dari set point, katub uap dapat dibuka lebih untuk menaikkan aliran flow ke heat exchanger.

➤ Kelemahan Proses Kontrol Manual

- (1) Operator harus melihat dan memonitor temperatur secara periodik untuk mengambil aksi koreksi jika terjadi penyimpangan terhadap set point.
- (2) Operator yg berbeda akan membuat keputusan berbeda bagaimana mengubah katub uap shg menghasilkan operasi yg tidak konsisten.
- (3) Prosedur koreksi memerlukan banyak operator.

Sehingga, Kita perlu untuk mengubah menjadi kontrol otomatis. Tanpa memerlukan intervensi dari operator.

• Proses Kontrol Automatik:

- (1) Mengukur temperatur outlet dari proses dengan sensor suhu (thermocouple, resistance temperature device, thermistor, dll.)
- (2) Transmitter mengirim sinyal kepada controller
- (3) Controller membandingkan sinyal terhadap set point, dan memutuskan aksi apa untuk menjaga suhu sesuai set point.
- (4) Controller mengirim sinyal ke final control element (Aktuator) untuk memanipulasi steam flow.

Fig. 1-2 Heat exchanger control loop

➤ Tiga Komponen Sistem Kontrol

- (1) Sensor/transmitter Elemen primer dan sekunder.
- (2) Controller. Otak dari sistem kontrol.
- (3) Final control element. Control valve atau (variable-speed pumps, conveyors and electric motors)

Heat exchanger control loop

➤ Tiga Operasi Dasar

(1) **Measurement(M).** Pengukuran variabel yang akan dikontrol

(2) **Decision(D).** Berdasar pengukuran, controller memutuskan aksi untuk menjaga nilai variabel sesuai set point.

(3) **Action(A).** Sebagai keputusan kontroler, sistem harus mengambil tindakan. Tindakan ini dilakukan oleh aktuator (final control element).

Heat exchanger control loop

2 Istilah Penting

- **Variabel Kontrol (variabel proses , pengukuran).** Variabel yang harus dikontrol sesuai set point.
- **Objek atau proses yang dikontrol.** Objek yang harus dikontrol.
- **Set point.** Nilai yang diinginkan dari variabel kontrol.

Heat exchanger control loop

Istilah Penting

- **Manipulated variable.** Variabel yang digunakan untuk menjaga variabel kontrol pada nilai yang diinginkan.
- **Gangguan (Disturbance) (upset).** Suatu variabel yang menyebabkan variabel kontrol menyimpang dari set point.
- **Gangguan.** Suhu Inlet process $T_i(t)$, aliran proses $f(t)$, energi yg terkandung pada steam, kondisi ambient, komposisi process fluid dan fouling.

Heat exchanger control loop

2 Istilah Penting

- **Catatan.** Gangguan (disturbance) selalu terjadi pada setiap proses, kondisi transien yang paling sering. OKI gangguan pada proses kontrol otomatis diperlukan, jika tidak ada gangguan, desain kondisi operasi would prevail, dan tidak perlu ada "monitoring" proses secara kontinu.

With these preceding terms defined, we can say:

Tujuan dari sistem kontrol proses otomatis adalah untuk mengatur dan menjaga manipulated variable untuk menjaga variabel kontrol pada nilai sesuai set point in spite of disturbances.

- **Pentingnya Sistem Kontrol**

- (1) **Safety:** Mencegah kecelakaan kerja terhadap tenaga kerja, melindungi lingkungan dengan mencegah emisi dan meminimalkan waste dan mencegah kerusakan peralatan.
- (2) **Menjaga Kualitas Produk (komposisi, kemurnian, warna, dll.)**
- (3) **Menjaga laju produksi pada minimum cost.**

So, we can say that the reasons for automation of process plants are to provide safety and at same time maintain desired product quality, high plant throughput, and reduce demand on human labor.

3 Tipe Sistem Kontrol

Dua Tipe Sistem Kontrol

- (1) **Regulatory control :** Pada sebagian proses variabel kontrol menyimpang dari set point karena adanya gangguan, regulatory control mengacu pada sistem yang didesain untuk mengkompensasi adanya gangguan.
- (2) **Servo control:** Pada beberapa proses, gangguan utama adalah set point itu sendiri. Hal ini berarti, set point dapat berubah sebagai fungsi waktu. Servo control mengacu pada Sistem Kontrol yang didesain untuk tujuan ini.

Pada proses di industri, umumnya banyak ditemua regulatory control dari pada servo control.

4 Strategi Kontrol

Points :

- (1) Feedback control (closed-loop control)
(Kontrol Loop Tertutup)
- (2) Feedforward control (open-loop control)
(Kontrol Loop Terbuka)
- (3) Memilih Sistem Kontrol yang tepat

(1) Kontrol Loop Tertutup (Feedback Control)

Points:

- Prinsip Kerja
- Blok Diagram Feedback Control
- Karakteristik Feedback Control

4. Strategi Kontrol

(1) Feedback control (closed-loop control)

- Prinsip Kerja

Jika suhu pada proses turun karena adanya gangguan, maka pengaruh ini harus dipropagasi melalui heat exchanger sebelum outlet temperature turun. Sekali outlet temperature berubah nilainya maka signal dari transmitter menuju controller juga berubah.

Heat exchanger control loop

4. Strategi Kontrol

(1) Feedback control (closed-loop control)

Prinsip Kerja

Kemudian controller akan memperhatikan telah terjadi penyimpangan dari set point dan gangguan ini harus dikompensasi dengan memanipulasi bukaan steam valve. Kontroler mengirimkan signals kepada valve untuk menaikkan bukaan agar menaikkan aliran steam.

Heat exchanger control loop

4. Strategi Kontrol

➤ Respon feedback control (closed-loop control)

Pada saat pertama outlet temperature turun karena turunnnya inlet temperature, kemudian naik, bahkan melebihi set point dan beresilasi secara kontinu sampai stabil.

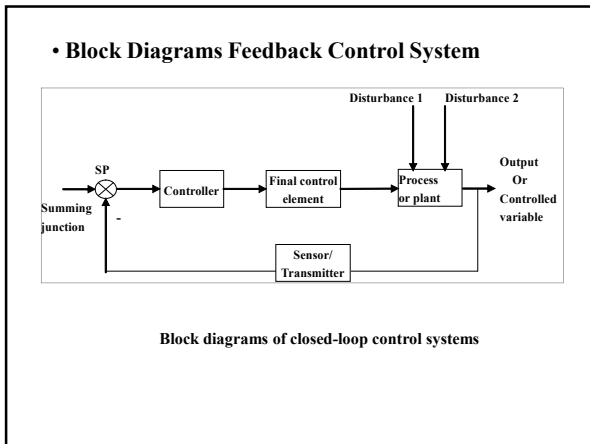
Respon osilasi ini merupakan ciri dari feedback control dan menunjukkan bahwa pentingnya trial and error. Pada saat controller memperhatikan outlet temperature turun dibawah SET POINT, sinyal valve untuk membuka. Tetapi bukaannya melebihi

Response of feedback control

4. Strategi Kontrol

Akibatnya outlet temperature naik melebihi SET POINT. Dari kondisi ini controller mengirim sinyal ke FCE untuk menutup. Kondisi trial and error terus dilakukan sampai temperature mencapai nilai yang stabil pada kisaran SET POINT.

Response of feedback control



4. Strategi Kontrol

- Karakteristik feedback control
 - Keuntungan Feedback Control

Kompensasi Semua Gangguan

The result of any disturbance entering the process is to make the controlled variable deviate from the SET POINT. Once the controlled variable deviates from the set point, the controller changes its output to return the controlled variable to SET POINT(its desired value).

The feedback control loop does not know, nor does it care, which disturbance enters the process. It only tries to maintain the controlled variable at set point, and in this way compensates for all disturbances. The feedback controller works with minimum knowledge of the process. Actually, the only information it needs is in which direction to move, and how much to move is usually adjusted by trial and error.

4. Strategi Kontrol

- Karakteristik feedback control
 - Kelemahan

Can compensate for a disturbance only AFTER the controlled variable has deviated from the set point because of the disturbance.

Can not give the controlled variable a timely control (laggard 滞后的)

(2) Feedforward Control (Open-Loop Control)

Poin:

- Prinsip Kerja
- Blok Diagram Feedforward Control
- Karakteristik Feedforward Control

- Prinsip Kerja

Feedforward control merupakan strategi kontrol proses yang banyak digunakan di industri. Strategi ini sangat sederhana dan sudah populer.

Tujuan dari feedforward control adalah untuk mengukur gangguan dan mengkompensasinya sebelum controlled variable menyimpang dari nilai set point. Jika kompensasinya benar, maka penyimpangan controlled variable akan minimum.

(2) Feedforward control (open-loop control)

Suppose that “major” disturbance is the inlet temperature $T_f(t)$. Untuk mengimplementasikan feedforward control, gangguan harus diukur dan kemudian dibuat keputusan untuk memanipulasi steam valve untuk kompensasi kesalahan.

Fig 1-5 Feedforward control

(2) Feedforward control (open-loop control)

Fig 1-5 shows this control strategy.

- measure the inlet temperature
- Feedforward controller makes the decision about how to manipulate the steam valve to maintain the controlled variable at set point.

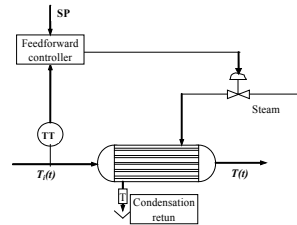


Fig 1-5 Feedforward control

• The Block diagrams of Feedforward control

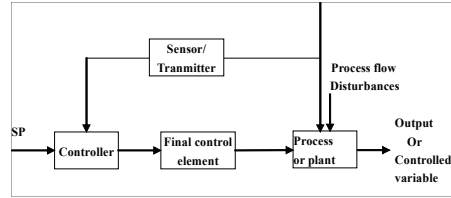


Fig 1-6 Block diagrams of feedforward control

• The characteristics of feedforward control

- The disadvantage of feedforward control

Feedforward control cannot compensate for all disturbances that enter the process

• The characteristics of feedforward control

- The disadvantage of feedforward control

In this example, The feedforward control system can compensate only one of disturbances. If any of the other disturbances enter the process, this strategy will not compensate for it, and the result will be a permanent deviation from set point of the controlled variable.

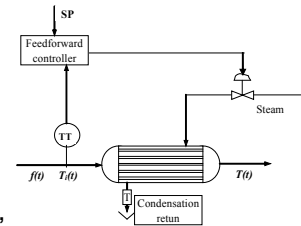


Fig 1-5 Feedforward control

• The characteristics of feedforward control

- The advantage of feedforward control

It has the characteristic of forward control

So, if we use this strategy correctly, the controlled variable will not deviate set point.

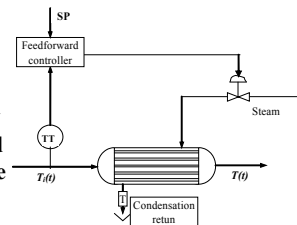


Fig 1-5 Feedforward control

Some examples:

- Washing machine
 - Oven
 - Microwave oven
 - Air conditioner
- Feedforward control system (grouping Washing machine, Oven, Microwave oven)
- Feedback control system (grouping Air conditioner)

(3) Choose a proper control system

Review:

- Feedback control system
- Feedforward control system

?:

How to choose a proper control system?

• Memilih Sistem Kontrol

- Apakah sistem kontrol dapat, menghasilkan output sesuai dengan yang diinginkan
- Harga

• Perbandingan

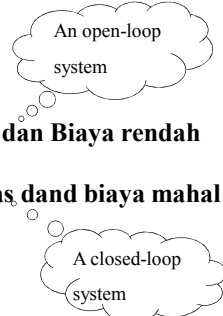
Feedforward Control System	Feedback Control System
Tidak dapat mengkompensasi semua gangguan	Dapat mengkompensasi semua gangguan
Struktur Sederhana dan biaya murah	Struktur Kompleks dan Biaya Mahal

• Pilihan

Trade-off:

- Sederhana dan Biaya rendah
- Kompleksitas dand biaya mahal

Premise: Ensure the requirement of industrial production



• Feedforward control with feedback control

In this example, Feedforward control now compensate for the "major" disturbance; feedback control compensate for all other disturbances.

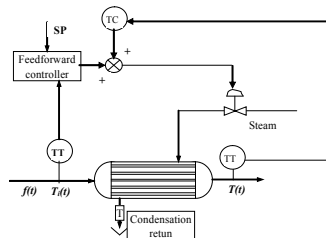


Fig 1-6 Feedforward control with feedback control

• feedforward control with feedback control

Notice: the three basic operations, M,D,A are still present in this more "advanced" control strategy.

The sensors and transmitters perform the measurement.

Both feedforward and feedback controller make the decision. The steam valve takes action.

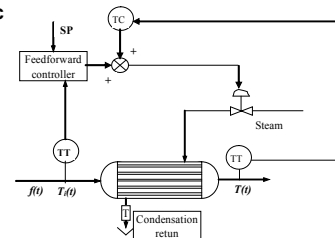


Fig 1-6 Feedforward control with feedback control

1.5 SUMMARY

- **The need for automatic process control**
- **The principles of a control system, we can use three letters to describe, M, D and A**
- **Present the basic components of a process control system: sensor/transmitter, controller, and final control element**

1.5 SUMMARY

- **Present two types of control strategies: Feedforward control or feedback control, we also discussed their advantages and disadvantages,**
- **Give the principles of choosing the proper control system**

Terima Kasih!