

Pengantar Sistem Kendali

Heri Purnawan

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Islam Lamongan (UNISLA)

Disampaikan pada Matakuliah **Dasar Sistem Kontrol**
Program Studi Teknik Elektro, UNISLA

September 23, 2024

Variabel Terkendali dan Sinyal Kendali

- ◀ **Variabel terkendali (controlled variable)** adalah kuantitas atau kondisi yang diukur dan dikendalikan.
- ◀ **Sinyal kendali (control signal) atau variabel termanipulasi (manipulated variable)** adalah kuantitas atau kondisi yang divariasikan oleh pengendali sehingga mempengaruhi nilai variabel terkendali. **Umumnya, variabel terkendali adalah output dari suatu sistem.**

Kendali bermakna mengukur nilai variabel terkendali dari sistem dan mengaplikasikan sinyal kendali pada sistem untuk mengoreksi nilai yang diukur dari nilai yang diharapkan.

Plant, Proses, Sistem

◀ Plant

- Bisa bagian peralatan (mungkin bisa satu set bagian mesin yang berfungsi bersama-sama).
- Tujuan → untuk melakukan operasi tertentu.
- Contohnya: perangkat mekanik, tungku pemanas, satelit, pesawat, reaktor kimia, dll.

◀ Proses

- Fenomena alam yang ditandai dengan perubahan bertahap yang mengarah pada hasil tertentu (menurut kamus *Merriam-Webster*).
- Serangkaian tindakan atau operasi yang dilakukan untuk mengakhiri (menurut kamus *Merriam-Webster*).
- Contohnya: proses kimia, biologi, ekonomi, dll.

- ◀ **Sistem** adalah kombinasi dari komponen-komponen yang bertindak bersama-sama dan melakukan tujuan tertentu.

Gangguan dan Umpan Balik Kendali

◀ **Gangguan (disturbance)**

- Sinyal yang cenderung mempengaruhi nilai keluaran dari sebuah sistem.
- Jika gangguan dihasilkan dari dalam sistem, biasanya dinamakan gangguan internal, sedangkan gangguan eksternal adalah gangguan yang dihasilkan dari luar sistem dan bisa menjadi sebuah input.

◀ **Umpan balik kendali (feedback control)**

- Merujuk pada sebuah operasi ketika adanya gangguan, cenderung mengurangi perbedaan antara keluaran dari sebuah sistem dan beberapa input referensi.
- Hanya gangguan yang tidak dapat diprediksi yang dapat diperbaiki oleh metode ini.
- Gangguan yang dapat diprediksi atau diketahui selalu dapat dikompensasi dalam sistem.

Open Loop vs Closed Loop

◀ Sistem Kendali Open Loop

- Keluaran tidak punya pengaruh pada aksi kendali.
- Keluaran tidak diukur dan tidak diumpan balikkan untuk perbandingan dengan referensi input.
- Tidak bisa menangani sistem ketika adanya gangguan.
- Dapat digunakan jika hubungan antara input dan output diketahui, dan jika tidak ada gangguan internal dan eksternal.

Contohnya:

- Mesin Cuci
 - Perendaman, pencucian, pembilasan di mesin cuci beroperasi berdasarkan waktu tertentu.
 - Mesin tidak mengukur keluaran, yaitu kebersihan pakaian.
- Kendali lampu lalu lintas → sinyal dioperasikan berdasarkan waktu tertentu.

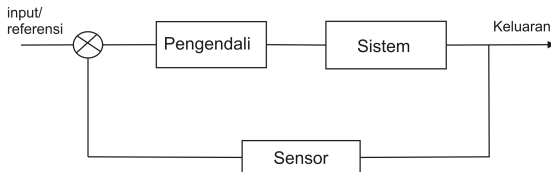


Gambar 1: Sistem kendali *open loop*

Open Loop vs Closed Loop

◀ Sistem Kendali *Closed Loop*

- Sering disebut sebagai sistem kendali umpan balik.
- Sinyal kesalahan aktuator, yang merupakan perbedaan antara sinyal input dan sinyal umpan balik (yang mungkin merupakan sinyal keluaran itu sendiri atau fungsi dari sinyal keluaran), diumpankan ke pengendali untuk mengurangi kesalahan dan menjadikan keluaran sistem sesuai dengan nilai yang diinginkan.



Gambar 2: Sistem kendali *closed loop*

Open Loop

◀ Kelebihan

- Konstruksinya sederhana dan peneliharaan yang mudah
- Lebih murah dari pada sistem kendali *closed loop*.
- Tidak ada masalah stabilitas.
- Nyaman, ketika keluaran sulit diukur atau mengukur keakuratan keluaran. Contohnya dalam sistem mesin cuci, akan cukup mahal untuk menyediakan peralatan untuk mengukur kualitas hasil cucian (kebersihan pakaian).

◀ Kekurangan

- Gangguan dan perubahan dalam kalibrasi menyebabkan kesalahan, dan keluaran mungkin berbeda dari yang diinginkan.
- Untuk mempertahankan kualitas keluaran, kalibrasi ulang dibutuhkan dari waktu ke waktu.

Closed Loop

◀ Kelebihan

- Kenyataannya bahwa penggunaan umpan balik membuat respon sistem relatif tidak sensitif terhadap gangguan eksternal dan variasi internal (parameter) pada sistem.

◀ Kekurangan

- Kestabilan merupakan permasalahan utama didalam sistem kendali *closed loop*, yang mungkin cenderung memperbaiki kesalahan, dengan demikian dapat menyebabkan osilasi amplitudo yang konstan atau berubah-ubah (dapat menjadikan sistem tidak stabil).
- Hanya memiliki keunggulan ketika adanya gangguan yang tak terprediksi dan/atau variasi yang tak terprediksi pada komponen sistem.

Desain dan Kompensasi

- ◀ Sistem kendali didesain untuk melakukan tugas-tugas tertentu.
 - Persyaratan pada sistem kendali biasanya dijabarkan sebagai spesifikasi kinerja.
 - Spesifikasi tersebut bisa diberikan dalam bentuk respon *transient* (seperti *maximum overshoot* dan *settling time* pada fungsi *step*) dan *steady-state* (seperti *steady-state error* pada input fungsi *ramp*) atau bisa diberikan dalam bentuk respon frekuensi.
 - *Overshoot* → respon keluaran melebihi *setpoint* (referensi yang diinginkan)

Desain dan Kompensasi

- ◀ Bagian terpenting dari desain sistem kendali adalah untuk menyatakan spesifikasi kinerja dengan tepat, sehingga akan menghasilkan sistem kendali yang optimal untuk tujuan yang diberikan.
- ◀ Kompensasi → desain ulang atau penambahan perangkat yang sesuai.
- ◀ Kompensator → sebuah perangkat yang dimasukkan ke dalam sistem dengan tujuan memenuhi spesifikasi tertentu.