

# BAB I

## PENDAHULUAN

---

Ide tentang sistem skala besar datang pada saat permasalahan pengendalian pada prakteknya tidak dapat diterapkan secara efisien oleh prinsip dan metode sistem multivariabel. Hal ini terjadi karena sistem yang harus dikendalikan terlalu besar dan permasalahannya terlalu kompleks, sehingga komputasi yang terlalu banyak akan sulit diatasi, contoh:

1. Sistem tenaga multiarea dengan beberapa unit pembangkit tenaga yang mendistribusikan daya listrik ke banyak tempat, seperti pabrik-pabrik baik besar maupun kecil ataupun perumahan, sehingga daya dan tegangan harus dikendalikan pada banyak tempat.
2. Sistem *Coupled Water Reservoir*. Disini kesulitan pengendalian terletak pada kekomplekan interaksi dinamis antara reservoir dan ketidakpastian jumlah aliran keluar (*outflow*) ke konsumen dan aliran masuk (*inflow*) dari lingkungan.
3. Sistem *traffic*. Sistem ini memiliki sifat dinamis yang kompleks namun hanya memiliki data pengukuran dan input pengendalian yang relatif sedikit serta daerah struktur yang luas dengan banyak komponen yang berbeda.
4. Proses Pembuatan Semen

5. Reaktor industri kimia
6. Steel rolling mills
7. Jaringan distribusi gas, dll

Sistem pengendalian skala besar pertama kali diperkenalkan pada tahun 1960 oleh Dantzig dan Wolfe yang mendekomposisikan permasalahan pemrograman linier, kemudian dikembangkan dengan pendekatan *multilevel* oleh Mesarovic, *et al.* tahun 1970 dan Cohen tahun 1978. Pengendalian loop tertutup berhirarki dan struktur berhirarki dengan gangguan diteliti oleh Singh dan Titli (1978, 1979), Findeisen, *et al.* (1980), Singh (1980) dan Bournoussou dan Titli (1982), sedangkan Lunze (1992) dan Jamshidi (1997) memberikan penjelasan yang lebih lengkap mengenai sistem pengendalian berhirarki.

### **1.1. DIMENSI TINGGI**

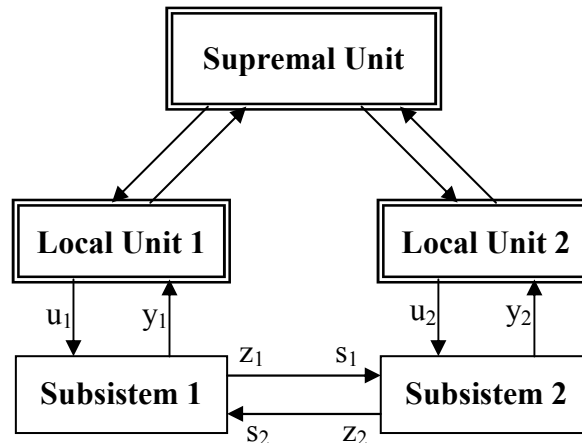
Sistem skala besar mempunyai sejumlah besar input dan output, di mana komponennya melakukan berbagai macam interaksi dinamis, dan sistem tersebut mendapatkan bermacam-macam gangguan external. Akibatnya, model matematis dari sistem ini dan dari sistem lingkungannya mempunyai orde dinamik yang besar dan mencakup banyak parameter sistem. Misalnya suatu sistem tenaga terdiri dari 20 stasiun tenaga dengan orde dinamik 6 dan keseluruhan sistem merupakan orde ke 120. *Constrain* waktu sebenarnya, yang diikutkan pada implementasi pengendalian *on-line* akan membuat dimensi permasalahan semakin besar dan jumlah langkah komputasinya menjadi sangat banyak. Pengendalian seperti ini tidak ekonomis atau bahkan tidak mungkin untuk memecahkan analisa

desain dan permasalahan pengendalian secara bersama-sama sehingga permasalahan ini harus disederhanakan atau didekomposisi dahulu supaya menjadi lebih sederhana.

## **I.2. DEKOMPOSISI**

Kesulitan untuk mengendalikan suatu sistem berdimensi besar menyebabkan lebih menguntungkan untuk membagi keseluruhan permasalahan ke dalam sub-sub permasalahan yang lebih kecil untuk kemudian dipecahkan secara terpisah dan digabungkan kembali solusi-solusinya untuk mendapatkan suatu solusi global. Sub-sub permasalahan tersebut tidak sepenuhnya independen. Beberapa koordinasi atau modifikasi solusi dari sub-sub permasalahan tersebut dibutuhkan untuk mengatur hubungan antara tiap sub permasalahan. Upaya ini dibutuhkan untuk menyesuaikan sub-sub permasalahan tersebut dalam suatu sistem komputasi terdistribusi. Karena itu dibutuhkan konsep dan teknik untuk mereformulasikan suatu permasalahan pengendalian sebagai suatu himpunan interdependen sub permasalahan dan memecahkan sub permasalahan tersebut sebagai suatu sistem pengendalian terdistribusi (*Distributed Control System/DCS*).

Dasar pendekomposisian permasalahan analisa dan pengendalian diberikan oleh proses yang akan dikendalikan. Gambar 1.1. merepresentasikan suatu sistem dengan pengendalian berhirarki, di mana kotak bergaris tepi tunggal berarti subsistem proses, sedangkan kotak bergaris tepi ganda menandakan pengambil keputusan.



Gambar 2.1. Sistem Multilevel

### I.3. DESENTRALISASI

Unit-unit dalam suatu struktur hirarki tidak sepenuhnya independen, namun masing-masing unit harus dapat merespon data yang dikirimkan oleh unit-unit lain. Desentralisasi sangat memperhatikan struktur informasi dari proses pengambilan keputusan. Pada pengambilan keputusan terdesentralisasi, unit-unit keputusan sepenuhnya independen atau sekurang-kurangnya mendekati independen. Karena itu, jaringan, yang menggambarkan aliran informasi antar pengambil keputusan, dapat dibagi ke dalam bagian-bagian yang seluruhnya independen. Pengambil keputusan yang dimiliki oleh masing-masing sub jaringan seluruhnya terpisah satu sama lain. Karena sebuah divisi lengkap hanya mampu menangani permasalahan yang spesifik, maka desentralisasi juga digunakan bila pengambil keputusan berkomunikasi, tetapi komunikasi ini terbatas pada interval waktu tertentu atau pada sebagian informasi yang tersedia saja.

Pada struktur desentralisasi, koordinasi tidak mungkin terjadi atau mungkin hanya terbatas pada pertukaran informasi yang diijinkan saja. Tetapi

karena penyederhanaan dalam implementasi, maka struktur desentralisasi sering digunakan, namun akan mengurangi kualitas solusi.

Di satu sisi, solusi diperoleh dengan menggunakan pengambil keputusan independen yang lengkap. Masing-masing pengambil keputusan hanya membutuhkan jumlah informasi yang terbatas, bukan dari keseluruhan model proses. Keuntungan ini tidak hanya bergantung pada waktu dan usaha yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah, namun juga bergantung pada fleksibilitas unit-unit pengendalian saat gangguan pada plant muncul. Bila suatu subsistem terdiskoneksi dari sub-sub sistem yang lain, maka unit pengambil keputusannya secara simultan akan terputus dari sistem namun tetap beroperasi pada level subsistemnya.

Di sisi lain, karena keputusan-keputusan independen yang diterima mungkin tidak harmonis, maka desentralisasi harus digunakan daripada hanya sekedar dekomposisi.

Sistem pengendalian terdesentralisasi dapat dideskripsikan sebagai berikut:

- Pengendali desentralisasi merupakan suatu pengendali umpanbalik yang terdiri dari stasiun-stasiun pengendalian independen, di mana masing-masing menerima pengukuran data  $y_i$  dan mempengaruhi input pengendalian  $u_i$  yang berhubungan langsung.
- Sistem terdesentralisasi merupakan hasil pembagian permasalahan desain ke dalam sub-sub sistem sehingga masing-masing dapat diselesaikan secara terpisah.

Desentralisasi ini dapat didekomposisi ke dalam sub-sub sistem, yang disebut *weakly coupled*.

Dengan pendivisian seluruh permasalahan pengendalian menjadi beberapa sub permasalahan yang harus dipecahkan melalui informasi yang berbeda-beda untuk proses yang sama, maka timbullah masalah baru. Tujuan yang diinginkan oleh pengambil keputusan mungkin bersifat harmonis atau kontradiktif. Jumlah dan jenis informasi yang dibagikan oleh pengambil keputusan mempengaruhi *solvability* (kemampuan untuk memecahkan) sistem . Oleh karena itu, struktur informasi, di mana pemecahan permasalahan pengendalian sangat bergantung padanya, harus disajikan secara mendetail. Hal ini merupakan aspek baru dari sistem skala besar dalam perbandingannya dengan sistem 'kecil'.

Karena sistem skala besar sukar didefinisikan sampai seberapa besar ordenya dan sampai seberapa kompleks parameter pengendaliannya, maka untuk selanjutnya suatu sistem dikatakan sistem skala besar jika sistem tersebut memerlukan dekomposisi dan desentralisasi dalam pengendaliannya sehingga membentuk sub sistem-sub sistem yang akan dikendalikan oleh pengendali level 1 dan pengendali level 2 mengkoordinasikan hubungan yang terjadi antar sub sistem. Dengan kata lain, pengendali level 2 mengendalikan kerja dari pengendali level 1 yang mengendalikan satu sub sistem dalam hubungannya dengan pengendali level 1 yang mengendalikan sub sistem lain. Level pengendali ini dapat diperbesar sesuai dengan sistem skala besar yang akan dikendalikan.