

BAB II

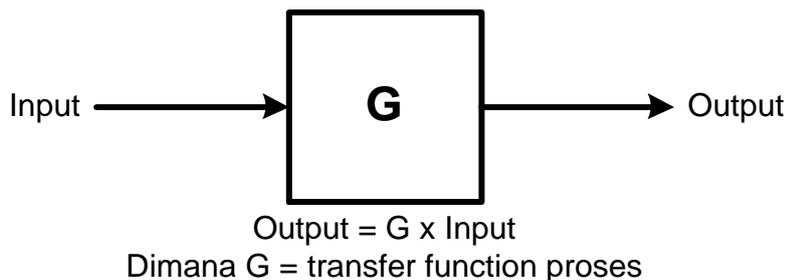
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dinamika Proses

Dinamika Proses adalah suatu hal yang terjadi di dalam suatu sistem, dengan adanya *process variable* yang cepat berubah dengan berubahnya *manipulated variable* (bukan *control valve*), ada pula yang lambat berubah. Ada proses yang sifatnya lamban, ada yang reaktif, ada yang mudah stabil, dan ada pula yang mudah menjadi tidak stabil. Sehingga, pengendalian prosesnya akan berbeda-beda.

Dinamika proses selalu dikaitkan dengan unsur kapasitas (*capacity*) dan kelambatan (*lag*). Dalam bahasa ilmu sistem pengendalian, dikatakan kapasitas proses tergantung pada sumber energi yang bekerja pada proses. Kalau sumber energi kecil dan kapasitas prosesnya besar, proses akan menjadi lambat. Kalau sumber energinya besar dan kapasitasnya prosesnya kecil, proses akan menjadi cepat.

Kata kapasitas dan kelambatan itulah yang kemudian dipakai sebagai standar (ukuran) untuk menyatakan dinamika proses secara kualitatif. Selain bentuk kualitatif, dinamika proses juga dinyatakan secara kuantitatif dalam bentuk *transfer function*. Secara umum, *transfer function* suatu elemen proses ditandai dengan huruf G, dan gambar dalam bentuk diagram kotak seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Diagram Kontak Sebuah Proses

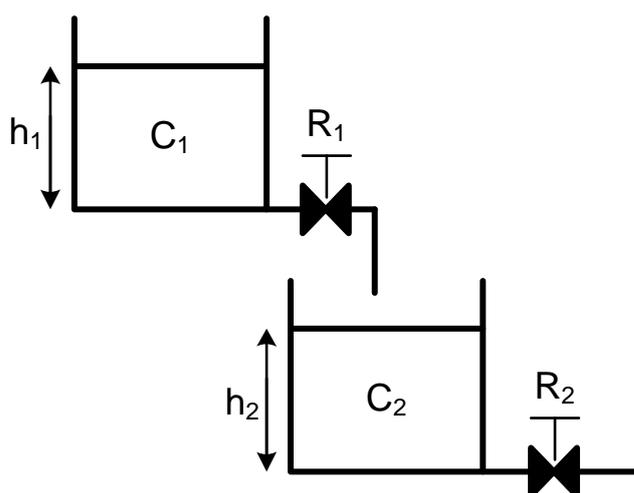
(Frans Gunterus, 1994)

Transfer function (G) mempunyai dua unsur *gain*, yaitu *steady state gain* yang sifatnya statik, dan *dynamic gain* yang sifatnya dinamik. Unsur *dynamic gain* muncul karena elemen proses mengandung unsur kelambatan. Oleh karena itu, bentuk *transfer function* elemen proses hampir pasti berbentuk persamaan matematik fungsi waktu yang ada dalam wujud persamaan differensial.

Persamaan differensial adalah persamaan yang menyatakan adanya kelambatan antara *input-output* suatu elemen proses. Semakin banyak pangkat persamaan differensial, semakin lambat dinamika proses. Sebuah elemen proses kemudian dinamakan proses orde satu (*first order process*) karena persamaan differensialnya berbangkat satu. Dinamakan proses orde dua (*second order process*) karena differensialnya berpangkat dua. Dinamakan proses orde banyak (*higehr order process*) karena differensialnya berorde banyak. Pangkat persamaan dalam differensial mencerminkan jumlah kapasitas yang ada di elemen proses. (Frans Gunterus, 1994)

2.2. Proses Orde Dua *Non-Interacting Capacities*

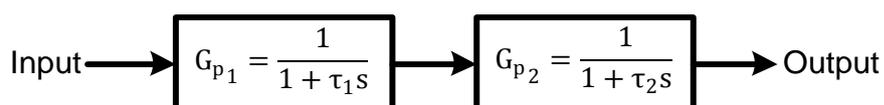
Proses orde dua merupakan gabungan dua proses orde satu. Pada proses orde dua *non-interacting capacities*, ketinggian *level* di kedua tangki tidak saling mempengaruhi. *Level* di tangki kedua tidak akan mempengaruhi besar kecilnya laju alir yang keluar dari tangki pertama. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Proses Orde Dua *Non-Interacting*

(Frans Gunterus, 1994)

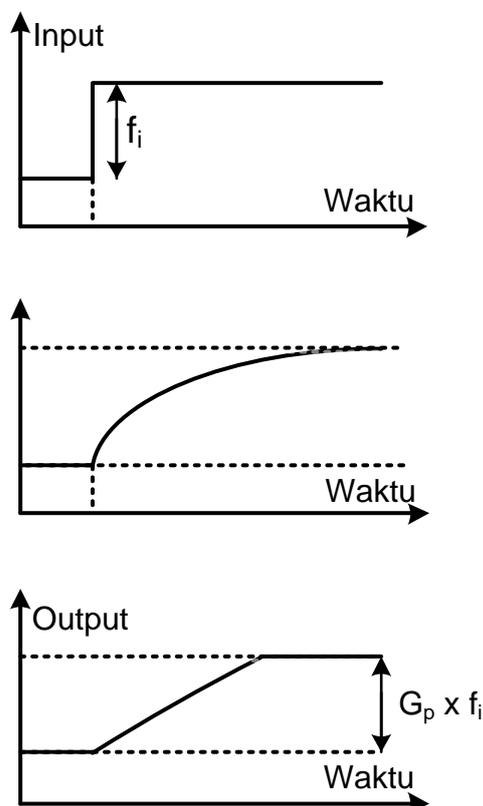
Seperti pada proses orde satu, *transfer function* proses orde dua *non-interacting* juga merupakan persamaan diferensial fungsi waktu. Bahkan, persamaan diferensialnya sekarang berpangkat dua karena prosesnya memang mempunyai dua *lag time* yaitu τ_1 dan τ_2 .



Gambar 3. *Transfer Function* Proses Orde Dua *Non-Interacting*

(Frans Gunterus, 1994)

Hubungan antara *input-output* proses orde dua *non-interacting* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Kurva Waktu Proses Orde Dua *Non-Interacting*

(Frans Gunterus, 1994)

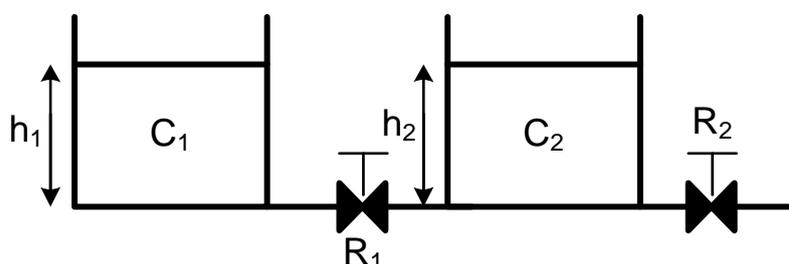
Kurva waktu tersebut menunjukkan tahap demi tahap perubahan yang terjadi pada *level* di tangki pertama (h_1) atas perubahan F_i dan perubahan *level* di tangki kedua (h_2) atas perubahan *level* di tangki pertama (h_1).

Karena sifat prosesnya tetap *self-regulation*, setelah ada gangguan keseimbangan dengan bertambahnya F_i sebanyak f_i , *level* di tangki pertama (h_1) akan naik seperti layaknya proses orde satu *self-regulation*. Tangki kedua akan menerima penambahan *flow* dari tangki pertama yang naiknya

sebanding dengan kenaikan *level* di tangki pertama (h_1). Akibatnya, *level* di tangki kedua (h_2) akan naik juga, tetapi secara jauh lebih lambat lagi. Bila pada keadaan akhir (*steady state*) ternyata *level* (h_2) naik 20% sebagai akibat dari kenaikan F_i sebanyak 10%, *steady state gain* proses orde dua ini dikatakan sama dengan dua ($G_p = 2$). (Frans Gunterus, 1994)

2.3. Proses Orde Dua *Interacting Capacities*

Pada proses orde dua *non-interacting*, *flow* yang keluar dari tangki pertama tidak berpengaruh pada tingginya *level* di tangki kedua (h_2). Sedangkan pada proses orde dua *interacting-capacities*, *flow* yang keluar dari tangki pertama akan berpengaruh pada tinggi *level* di tangki kedua (h_2). Hal ini disebabkan *flow* yang awalnya mengalir karena beda tekanan h_2 dengan atmosfer, sekarang mengalir karena beda tekanan h_2 dikurangi h_1 . Karena keadaan saling mempengaruhi itulah, proses itu disebut proses orde dua *interacting-capacities*. Contoh proses orde dua *interacting-capacities* dapat dilihat pada gambar 5.

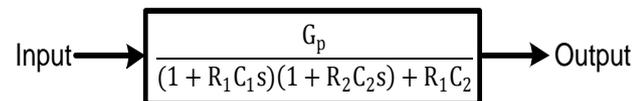


Gambar 5. Proses Orde Dua *Interacting-Capacities*

(Frans Gunterus, 1994)

Adapun *transfer function* proses orde dua *interacting-capacities* lebih kompleks dari *transfer function* proses orde dua *non-interacting*. Perbedaan *transfer function* proses orde dua *non-interacting* dengan *transfer*

function proses orde dua *interacting-capacities* ada pada faktor R_1C_2 . Kalau R_1C_2 kecil, dapat diharapkan bahwa dinamika proses orde dua *interacting* akan sama dengan dinamika proses orde dua *non-interacting*. *Transfer function* proses orde dua *interacting-capacities* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. *Transfer Function* Proses Orde Dua *Interacting-Capacities*

(Frans Gunterus, 1994)

Faktor R_1C_2 akan menjadi kecil jika salah satu di antara R_1 dan C_2 kecil. Kesamaan itu jelas bukannya tergantung pada *lag time* atau *time constant* masing-masing elemen, R_1C_1 dan R_2C_2 , melainkan lebih tergantung pada unsur kapasitas, C_2 . Secara kualitatif, suatu proses orde dua *interacting* dapat disetarakan dengan proses orde dua *non-interacting* apabila perbandingan C_1 dan C_2 lebih kecil dari 10 : 1. (Frans Gunterus, 1994)