

## KESTABILAN SISTEM

Menentukan kestabilan sistem dengan mencari nilai akar persamaan karakteristik seperti telah dikemukakan di atas akan menemui banyak kesulitan apabila persamaan karakteristik merupakan persamaan yang berderajat tinggi. Untuk keperluan ini Routh test sangat-memudahkannya, Menurut Routh apabila persamaan karakteristik dari sistem merupakan suku banyak sbb.

$$a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0 = 0$$

Maka dibuat deret Routh sbb

Dimana ;  $a_n, a_{n-1}, a_{n-2}, \dots, a_0$  adalah koefisien dari persamaan karakteristik, sedangkan;  $b_1, b_2, b_3$  dan  $c_1, c_2, c_3$  dapat dicari dengan formula sbb;

Semua komponen. real dari akar persamaan karakteristik berharga negatif (artinya sistem stabil) . Jika dan hanya jika semua elemen pada kolom pertama ( $a_n, a_{n-1}, b_1, b_2, \dots$ ) tanda yang sama/ tidak mengalami perubahan tanda yang artinya sistem stabil. Sebaliknya jika pada elemen kolom pertama mengalami perubahan tanda artinya sistem tidak stabil (komponen real akar persamaan karakteristik berharga positif).

Contoh 1 . Sebuah sistem -pengaturan mempunyai persamaan karakteristik .

$$s^3 + 6s^2 + 12s + 8 = 0$$

Diminta : Tentukanlah sistem tersebut stabil atau tidak

Jawab: Menurut Routh dapat disusun deret sebagai:

Contoh 2 . Sebuah sistem Pengaturan mempunyai persamaan karakteristik

$$s^3 + 3s^2 + 3s + 1 + K = 0$$

Diminta : Tentukan harga agar sistem stabil

Jawab : Menurut Routh

## Tambahan Contoh soal-soal Sistem Pengaturan

1. Dari system pengaturan posisi seperti pada gambar:

Fungsi alih motor dan beban adalah:

$$G_m = \frac{K_m}{s(s C_m + 1)}$$

Diminta

- a. Jelaskan yang di maksud dengan  $K_m$
- b. Pada fungsi alih di atas terdapat faktor  $s$  di depan tanda kurung,. Faktar  $s$  ini menyatakan apa ?
- c. Jelaskan bahwa output posisi dari motor tidak akan pengaruhi noise-noise yang berasal dari amplifier.

Jawab :

- a. Fungsi alih motor dan beban.

$$G_m = \frac{K_m}{s(s C_m + 1)}$$

Notasi  $K_m$  disini merupakan gabungan konstanta-konstanta antara : motor itu sendiri , gear mekanis dan baban. Nilai  $K_m$  ditentukan oleh hubungan. :

$$K_m = \frac{K}{R_\alpha D}, \text{dimana}$$

$K$  = konstanta motor

$R_\alpha$  = resistansi jangkar

$D$  = koefisien gesekan beban

- b. factor  $s$  dalam fungsi alih tersebut menyatakan tipe system. Jadi system diatas merupakan system tipe 1.

c. Noise hanya berpengaruh pada frekwensi tinggi. Terhadap sistem yang bekerja pada frekuensi rendah tidak berpengaruh. Jadi karena DC motor bekerja pada frekuensi rendah. maka outputnya tidak dipengaruhi oleh noise.

2. Suatu system pengaturan dengan input fungsi unit step mempunyai output  $C_{(t)}=1-e^{-t}$

Diminta : Carilah rise time ( $t_r$ ) dan delay time ( $t_d$ ).

Jawab ; grafik dari  $C_{(t)}=1-e^{-t}$  adalah sebagai berikut:

a. Delay time  $t_d$  dicapai pada saat  $C_{(t)}$  mencapai harga 50% nya. Dengan memasukan  $t_d$  kepada  $t$  dan  $C(t) = 50\% = 0,5$  didapat;

Jadi output mencapai. harga 50% nya ( $t_d$ ) setelah  $t_d \approx 0,69$  detik .

b. Rise time dicapai pada saat  $C(t)$  mencapai harga 90%-nya. Dengan menggantikan,  $t$  dengan  $t_r$  pada persamaan  $C(t)$  dan harga

3. Sebuah system pengaturan mempunyai fungsi alih loop terbuka :

Bila input  $r(t) = 5 t$ , tentukan steady state error  $C_{(t)ss}$

1. Sebuah system pengaturan mempunyai fungsi alih loop terbuka

Diminta ;

- a. carilah unit step, ramp dan parabolic error koefisien ( $K_p$ ,  $K_v$ , dan  $K_a$ )
- b. bila input  
carilah stedy state errornya

5. dua buah system pengaturan dengan balok diagram seperti pada gambar, untuk harga-harga  $K_1=K_2=100$

Bandingkan kepekaan / sensitifitas kedua system tersebut terhadap parameter  $K_1$ .

Jawab :  $K_1=K_2=100$

Fungsi alih untuk :

Perubahan 10% dari  $K_1$  menghasilkan perubahan 0,1 % untuk  $T_1$  dan perubahan 1 % untuk  $T_2$ .  
Jadi system 2 memiliki sensitifitas 10x lebih besar dari sistem1

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Sulasno, Thomas, 1991, Dasar Sistem Pengaturan, Satya Wacana, Semarang
- Pakpahan, Sahat, 1988, Kontrol Otomatik Teori dan Penerapan, Erlangga, Jakarta
- Widodo, R.J, 1976, Sistem Pengaturan Dasar, ITB
- Widodo, R.J, 1986, Diktat Kursus Sistem Penyaluran, ITB
- Distefano, Joseph.J, et.al, Theory and Problems of Feedback and Control Systems, 1983, Schaum Outlines Series, Mc.Graw Hill International Brok Company, Singapore
- Kuo, Benyamin.C, 1976, Automatic Control Systems, Preutice Hall of India, New Delhi
- Dorf, Richard.C. (Farid Ruskanda), 1980, Sistem Pengaturan, Erlangga, Jakarta
- Jones, Alam.J,1990, Sensor Technology Materials and Devices, Department of Industri, Technology and commerce, Commonwealth Australia
- Killian, 2004, Modern Control Technology Components and Systems, e book, Delmar
- Ogata, Katshuhiko, 1997, Modern Control Engineering, Preutice-Hall International, Singapore