

# Desain Sistem Kontrol

Tempat Kedudukan Akar

Ermanu Azizul Hakim

Teknik Elektro – Fak. Teknik  
Universitas Muhammadiyah Malang

## Pengantar

Dalam sistem linear tak berubah waktu, penampilan keadaan peralihan ditentukan oleh karakteristik sistem yang dapat dilihat dari letak kedudukan pole dan zero persamaan karakteristiknya dalam bidang  $s$ . Sedangkan penampilan dalam keadaan mantap ditentukan oleh tipe sistem.

Ermanu A.H

MK Sistem Kontrol - TE UMM

2

Dalam bab ini akan dibahas tentang analisa karakteristik sistem dengan menyelidiki letak kedudukan pole dan zero sistem dalam bidang  $s$  saat ada satu atau lebih parameter sistem yang berubah.

Ermanu A.H

MK Sistem Kontrol - TE UMM

3

## Konsep Dasar

Sistem kontrol linear memiliki fungsi alih lup tertutup :

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}$$

dengan  $1 + G(s)H(s) = 0$  adalah

*persamaan karakteristik.*

Ermanu A.H

MK Sistem Kontrol - TE UMM

4

Akar-akar persamaan karakteristik haruslah memenuhi  $1 + G(s)H(s) = 0$ .  
Jika  $G(s)H(s)$  dinyatakan dalam fungsi berikut :

$$G(s)H(s) = KG_1(s)H_1(s) \\ = \frac{K(s+z_1)(s+z_2)\cdots(s+z_m)}{(s+p_1)(s+p_2)\cdots(s+p_n)}$$

Maka  $1 + G(s)H(s) = 0$  dapat ditulis juga dengan  $1 + KG_1(s)H_1(s) = 0$  sehingga

$$G_1(s)H_1(s) = -\frac{1}{K}$$

Ermanu A.H

MK Sistem Kontrol - TE UMM

5

Untuk memenuhi persamaan ini kondisi yang harus dipenuhi adalah

$$|G_1(s)H_1(s)| = \frac{1}{|K|} \quad -\infty < K < \infty$$

$$G_1(s)H_1(s) = (2k+1)\pi \quad K \geq 0$$

$$G_1(s)H_1(s) = 2k\pi \quad K \leq 0$$

Ermanu A.H

MK Sistem Kontrol - TE UMM

6

## TKA dengan MATLAB

Berikut ini akan dijelaskan bagaimana program MATLAB digunakan untuk menganalisis sistem kontrol

Perintah MATLAB ver 5.3 ke atas yang digunakan diantaranya : *tf, conv, feedback, series, parallel, cloop, rlocfind, rlocus, sgrid, step*

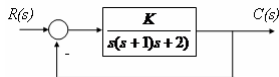
Jika kita tulis  $G(s)H(s) = A(s)/B(s)$ , maka persamaan memiliki bentuk :

$$B(s) + K A(s) = 0$$

Karena TKA secara aktual adalah kedudukan dari semua pole lup tertutup yang mungkin ada, maka dari TKA kita dapat memilih penguatan sedemikian hingga sistem lup-tertutup akan melakukan seperti yang kita inginkan.

## Contoh ilustrasi

Perhatikan sistem berikut :



Sketsalah daigram TKA dan tentukan harga K sedemikian rupa sehingga rasio redaman z dari sepasang pole lup tertutup konjugasi kompleks yang paling dominan adalah 0,5.

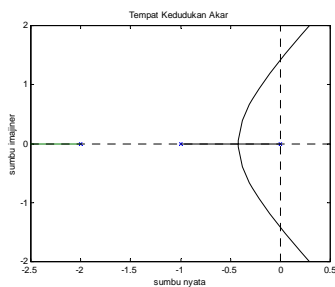
## Solusi

Fungsi alih lup terbuka sistem sebagai berikut :

$$G(s)H(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2)}$$

Maka tempat kedudukan akar dapat disusun dengan perintah *rlocus* :

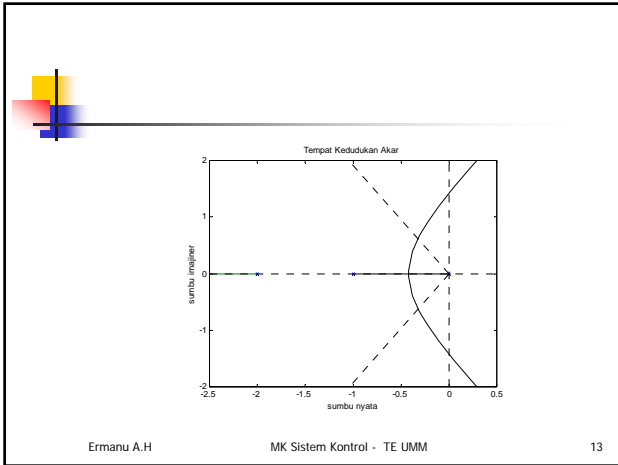
- » `gh=tf([1],conv([1 0],conv([1 1],[1 2])));`
- » `rlocus(gh)`
- » `axis([-2.5 0.5 -2 2])`



## Pemilihan harga K dari TKA

Kita dapat menggunakan perintah *sgrid*(zeta,wn) untuk memetakan garis konstanta rasio redaman dan frekuensi alamiah. Misal kita menginginkan lewatan lebih kecil dari 20% (yang artinya rasio redaman zeta sebesar dari 0,46) dan waktu naik bebas, maka perintah :

- » `zeta=0.46;`
- » `wn=0;`
- » `sgrid(zeta,wn);`

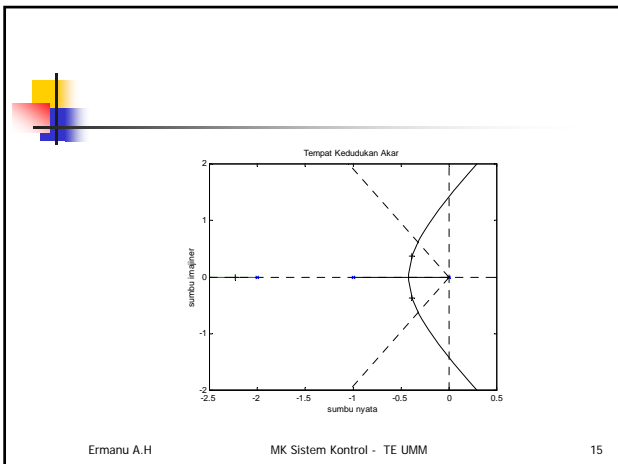


Kita dapat menggunakan perintah `rlocfind` untuk memilih pole yang dikehendaki.

- » `[k,pole] = rlocfind(gh)`

Klik pada peta letak titik pole lup-tertutup yang kita inginkan.

Ermanu A.H MK Sistem Kontrol - TE UMM 14



hasilnya :

selected\_point =  
-0.3848 + 0.3743i

k =  
0.6409

pole =  
-2.2328  
-0.3836 + 0.3740i  
-0.3836 - 0.3740i

Ermanu A.H MK Sistem Kontrol - TE UMM 16

## Tanggapan Lup-Tertutup

Untuk mendapatkan tanggapan tangga (*step response*), kita perlu mengetahui fungsi alih lup tertutup. Kita dapat menentukannya menggunakan aturan perintah :

- » `sys=feedback(k*gh,1);`
- » `[y,t]=step(sys);`
- » `plot(t,y)`

Ermanu A.H MK Sistem Kontrol - TE UMM 17

