

# KESTABILAN ROOT MENGGUNAKAN MATLAB

Ali Ibnun Nurhadi

Dadang Lukman Hakim

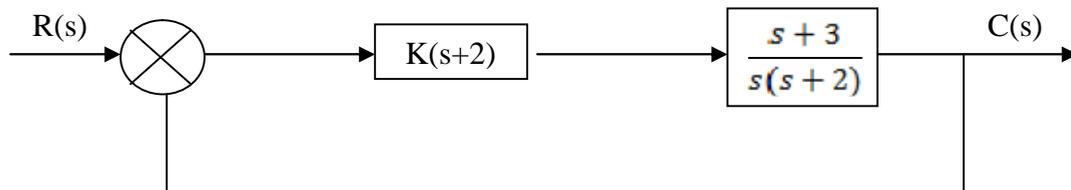
Sumber : Teknik Kontrol Automatik ( Sistem Pengaturan )  
Katsuko Ogata , Edi Leksono, ERLANGGA, 1994.

Buatlah sketsa diagram tempat kedudukan akar dari sistem yang ditunjukkan pada gambar 8-37(a) (Penguatan  $K$  dianggap positif). Amati bahwa untuk harga  $K$  yang kecil sistem tersebut mempunyai redaman lebih dan untuk harga  $K$  menengah sistem tersebut mempunyai redaman kurang.

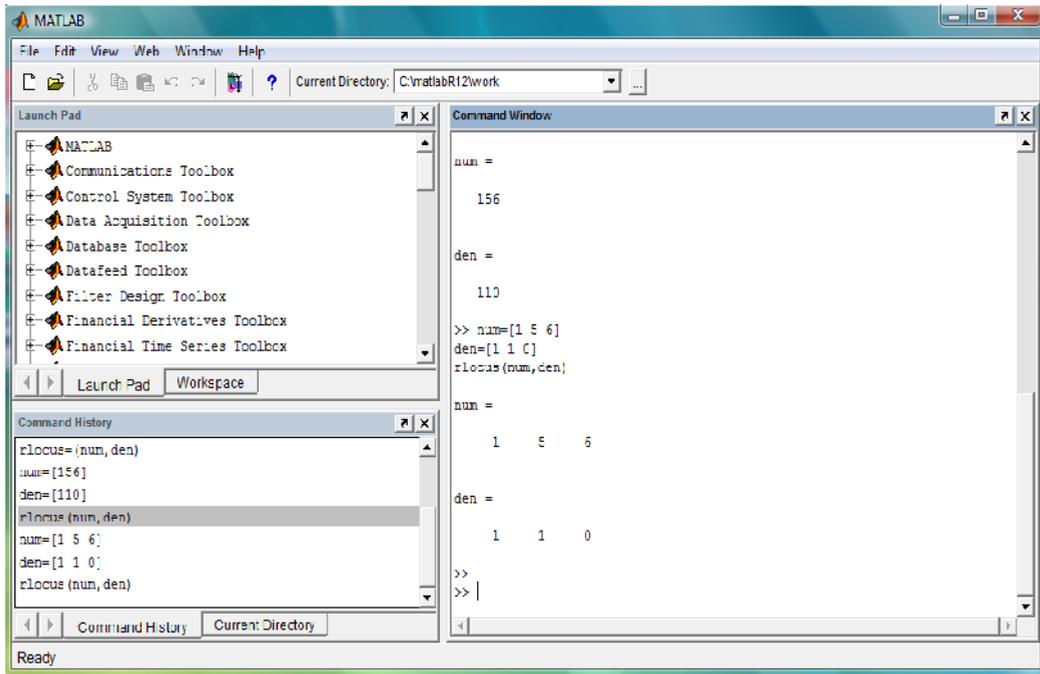
## Solusi

Prosedur penggambaran tempat kedudukan akar adalah sebagai berikut :

- Gambar pole dan zero loop terbuka pada bidang kompleks. Tempat kedudukan akar berada pada sumbu nyata negative antara 0 dan -1 dan antara -2 dan -3.

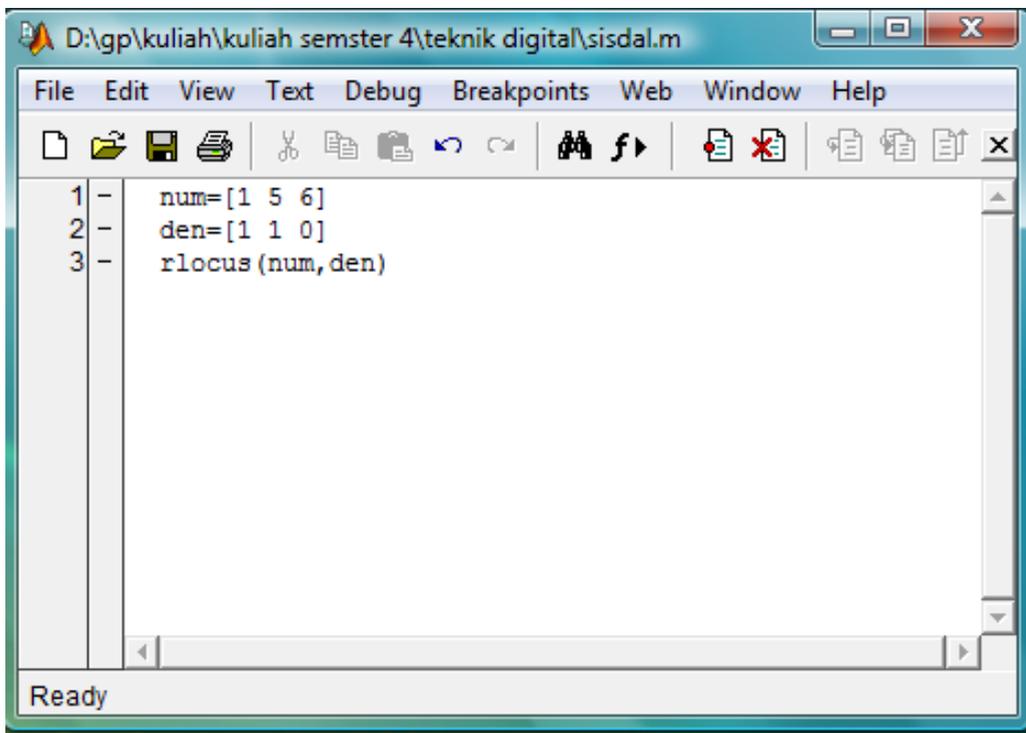


Langkah pertama, memasukan nilai num dan den

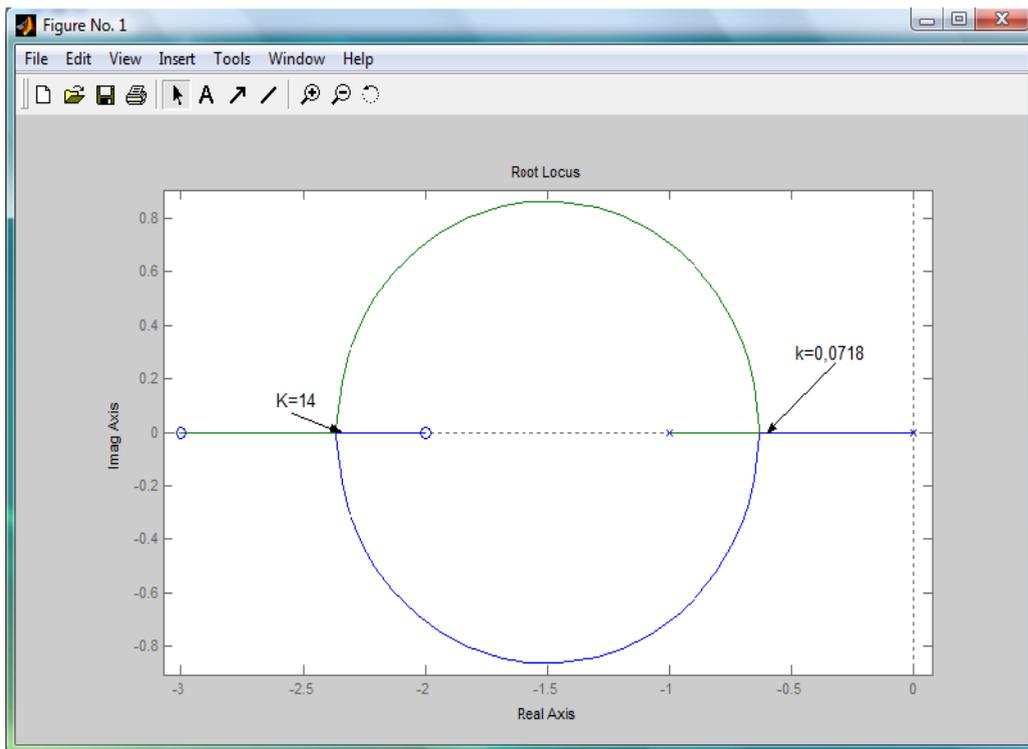


Nilai num = [1 5 6]

den = [1 1 1]



Tekan Ctrl+A, sehingga terblok semua, lalu tekan F9



- Banyaknya pole dan zero sehingga loop terbuka adalah sama. Ini berarti bahwa tidak terdapat asimtot pada daerah kompleks dari bidang s.
- Tentukan titik “Breakway” dan “Break-in”. Persamaan karakteristik dari sistem ini adalah

$$1 + \frac{K(s+2)(s+3)}{s(s+1)} = 0$$

Atau

$$K = -\frac{s(s+1)}{(s+2)(s+3)}$$

$$u = s^2 + s \qquad u' = 2s + 1$$

$$v = s^2 + 5s + 6 \qquad v' = 2s + 5$$

Titik “Breakway” dan “Break-in” ditentukan dari

$$\frac{dK}{ds} = \frac{u'v - uv'}{v^2}$$

$$\begin{aligned}
\frac{dK}{ds} &= - \frac{(2s + 1)(s + 2)(s + 3) - s(s + 1)(2s + 5)}{[(s + 2)(s + 3)]^2} \\
&= - \frac{(2s^2 + 4s + s + 2)(s + 3) - (s^2 + s)(2s + 5)}{[(s^2 + 3s + 2s + 6)]^2} \\
&= - \frac{(2s^3 + 6s^2 + 4s^2 + 12s + s^2 + 3s + 2s + 6) - (2s^3 + 5s^2 + 2s^2 + 5s)}{[(s + 2)(s + 3)]^2} \\
&= - \frac{(2s^3 + 11s^2 + 17s + 6) - (2s^3 + 7s^2 + 5s)}{[(s + 2)(s + 3)]^2} \\
&= - \frac{(4s^2 + 12s + 6)}{[(s + 2)(s + 3)]^2} \\
&= - \frac{4(s^2 + 3s + 1,5)}{[(s + 2)(s + 3)]^2} \\
&= - \frac{4(s + 0,634)(s + 2,366)}{[(s + 2)(s + 3)]^2}
\end{aligned}$$

Keterangan :

Pada persamaan

$$4(s + 0,634)(s + 2,366)$$

Diperoleh  $s = -0,634$  dan  $s = -2,366$  dan bila salah satu nilai  $s$  dimasukkan ke persamaan

$$\begin{aligned}
\frac{dK}{ds} &= - \frac{4(s^2 + 3s + 1,5)}{[(s + 2)(s + 3)]^2} \\
&= - \frac{4(s + 0,634)(s + 2,366)}{[(s + 2)(s + 3)]^2}
\end{aligned}$$

**Maka**

$$\frac{dK}{ds} = 0$$

Di titik  $s = -0,634$ , harga  $K$  adalah

$$K = -\frac{s(s+1)}{(s+2)(s+3)}$$
$$K = -\frac{(-0,634)(-0,634+1)}{(-0,634+2)(-0,634+3)}$$
$$= 0,0718$$

Dengan cara yang sama, di  $s = -2,366$

$$K = -\frac{s(s+1)}{(s+2)(s+3)}$$
$$K = -\frac{(-2,366)(-2,366+1)}{(-2,366+2)(-2,366+3)} = 14$$

- Perhatikan bahwa  $K$  untuk  $s = -0,634$  dan  $s = -2,366$  adalah positif sehingga titik-titik ini adalah titik “breakway” dan “break-in”. karena titik  $s = -0,634$  ( $s = -2,366$ ) terletak diantara dua pole (zero), maka titik tersebut adalah titik “breakaway” (“break-in”).
- Tentukan beberapa titik secukupnya yang memenuhi syarat sudut. (dapat diperoleh bahwa tempat kedudukan akar merupakan lingkaran dengan pusat di titik  $-1,5$  dan melalui titik “breakway” dan break-in).
- Dengan menggunakan syarat sudut, kalibrasilah tempat kedudukan akar dalam bentuk  $K$ . Untuk suatu harga  $K$  tertutup, pole lup tertutup yang memenuhi baik syarat sudut maupun syarat besar, dapat diperoleh dari diagram tempat kedudukan akar.
- Perhatikan bahwa system ini adalah stabil untuk setiap harga  $K$  positif karena semua titik tempat kedudukan akar terletak di sebelah kiri sumbu khayal bidang  $s$ .
- Harga  $K$  yang kecil ( $0 < K < 0,0718$ ) berkaitan dengan system redaman lebih. Harga  $K$  sedang ( $0,0718 < K < 14$ ) berkaitan dengan system redaman kurang. Akhirnya, harga  $K$  yang besar ( $14 < K$ ) berkaitan dengan system redaman lebih.