

KESTABILAN ROOT MENGGUNAKAN MATLAB

Ali Ibnun Nurhadi

Dadang Lukman Hakim

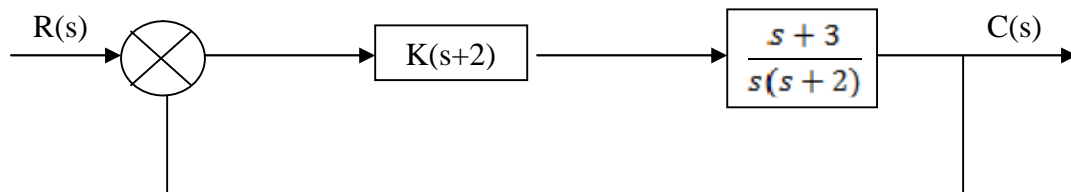
Sumber : Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)
Katsuko Ogata , Edi Leksono, ERLANGGA, 1994.

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.

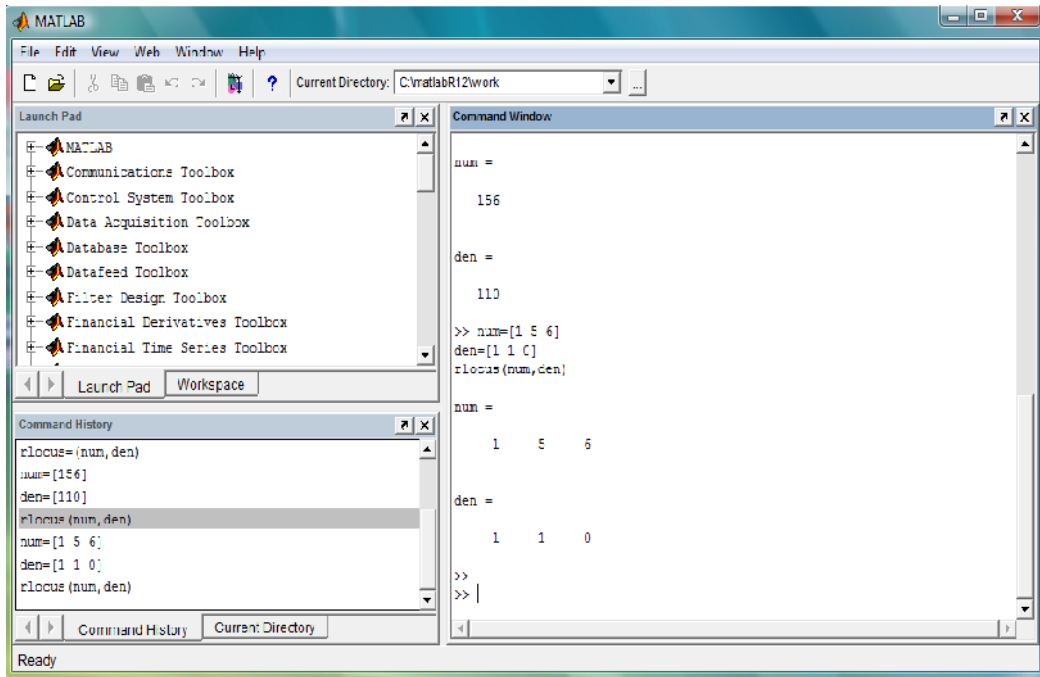
Solusi

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.

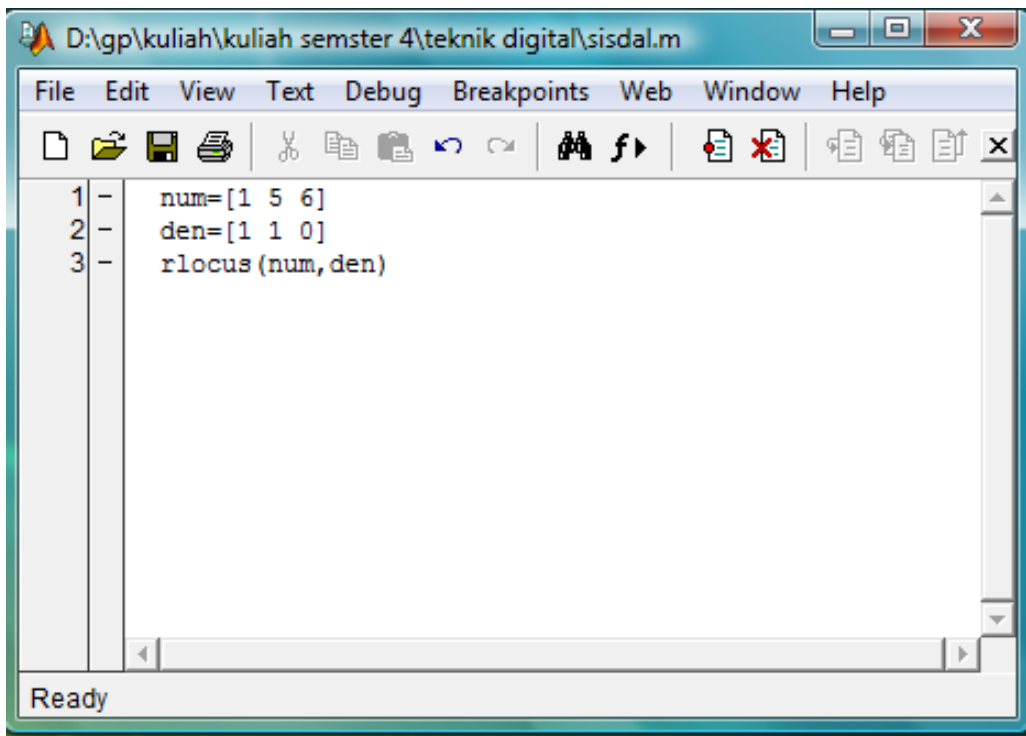


Langkah pertama, memasukan nilai num dan den

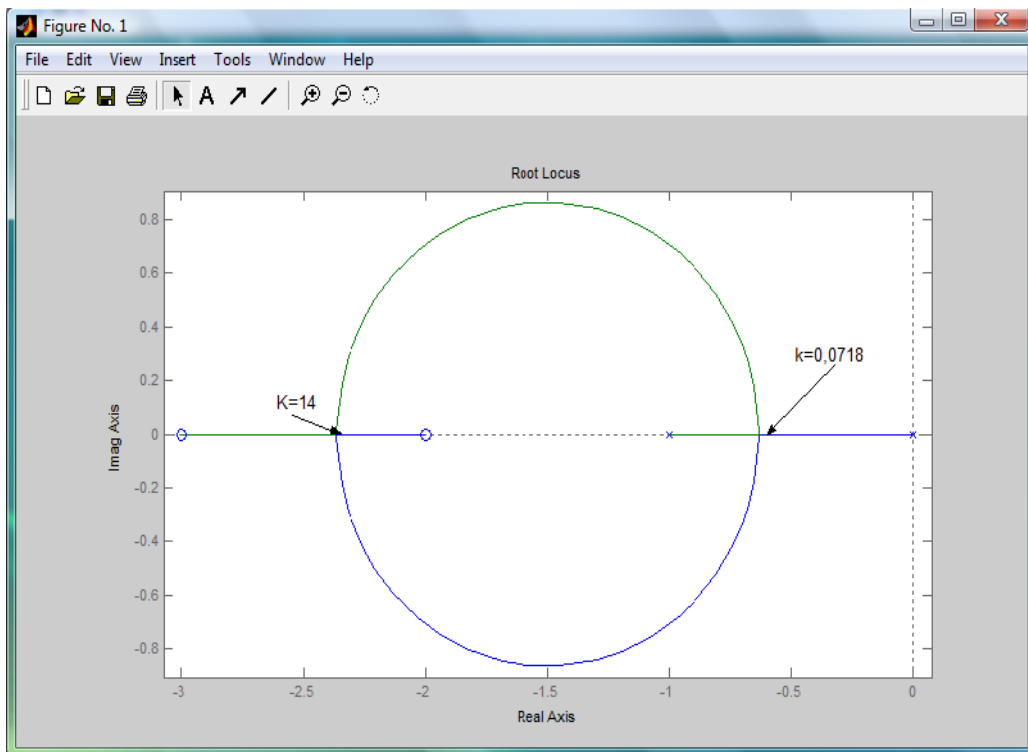


Nilai num = [1 5 6]

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.