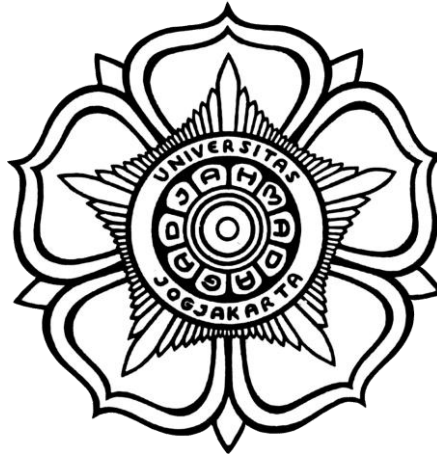


LOGBOOK
“POLINOMIAL DALAM SISTEM KENDALI”



MII2316 – Praktikum Sistem Kendali
Pengampu : Dr. Dyah Aruming Tyas, S.Si.

Tanggal	: 2 Maret 2022
Nomor Eksperimen	: 1
Grup	: -
Anggota	: Kristian Bima Aryayudha (20/455385/PA/19600)
Asisten	: Muhammad Ridho Fuadin

PROGRAM STUDI S1 ELEKTRONIKA DAN INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER DAN ELEKTRONIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS GADJAH MADA

2021

1. Tujuan Praktikum

- Dapat menggunakan MATLAB untuk menganalisis maupun merancang sistem kendali dengan memanfaatkan polinomial dan simbol sebagai dasar dari pemodelan suatu sistem kendali.
- Dapat mengetahui model fungsi alih sistem dalam Matlab.

2. Prosedur yang direncanakan

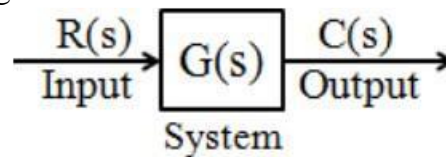
- Menyatakan suatu persamaan polinomial dalam bentuk matriks polinomial dan simbolis serta menentukan akar-akar dari setiap persamaan polinomial tersebut.
- Menyatakan suatu persamaan sistem dalam bentuk pecahan parsial, fungsi alih kontinyu, model zpk.
- Menentukan *zero*, *pole*, dan gain dari suatu persamaan sistem.

3. Daftar Peralatan

Nama	Model	S/N
MATLAB	R2021b	

4. Prosedur dan Temuan Aktual

Dalam perancangan sistem kendali konvensional, suatu sistem kendali dinyatakan dalam ranah frekuensi setelah melalui tahapan transformasi Laplace. Dalam bentuk diagram blok, hubungan antara masukan dan luaran sistem beserta representasi sistem dapat dinyatakan dalam gambar :



Keterangan :

R(s) : masukan sistem

C(s) : luaran sistem

H(s) : representasi sistem atau fungsi alih sistem

Dalam bentuk matematis, fungsi alih H(s) dinyatakan sebagai hubungan antara dua buah polinomial b(s) dan a(s) yang dinyatakan dalam persamaan :

$$\frac{C(s)}{R(s)} = H(s) = \frac{b(s)}{a(s)}$$

$$H(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0}$$

$$H(s) = \frac{\sum_m b_m s^m}{\sum_n a_n s^n}$$

Suatu polinomial dinyatakan dalam dua bentuk yaitu :

- Menyatakan koefisien-koefisien polinomial dalam vektor baris
- Menyatakan secara langsung dalam bentuk persamaan dengan membuat sebuah simbol sebagai variabel dari polinomial.

Representasi sistem yang dinyatakan dalam bentuk fungsi alih $H(s)$ memiliki pondasi matematis dalam bentuk polinomial yaitu $b(s)$ dan $a(s)$ yang merupakan pembilang dan penyebut.

Bentuk pecahan parsial menampilkan masing-masing kutub (pole) sebagai pecahan tersendiri. Bentuk ini direpresentasikan dalam variabel-variabel c , p , dan k yang sesuai dengan persamaan :

$$H(s) = \frac{b(s)}{a(s)} = \frac{c_1}{s - p_1} + \frac{c_2}{s - p_2} + \dots + \frac{c_n}{s - p_n} + k$$

Keterangan :

p_i : kutub-kutub

c_i : sisa hasil bagi (residue)

k_s : hasil bagi (quotient)

5. Hasil

1) $p(s) = s^2 + 2s + 1$

$q(s) = s + 1$

a) Menentukan polinomial $r(s) = p(s) \times q(s)$

$p_poly = [1 \ 2 \ 1]$

$q_poly = [1 \ 1]$

$r_poly = \text{conv}(p_poly, q_poly)$

syms t

$p_sym = \text{poly2sym}(p_poly, t)$

$q_sym = \text{poly2sym}(q_poly, t)$

$r_sym = \text{poly2sym}(r_poly, t)$

Hasil :

$p_poly =$

$1 \ 2 \ 1$

$q_poly =$

$1 \ 1$

$r_poly =$

$1 \ 3 \ 3 \ 1$

$p_sym =$

$t^2 + 2*t + 1$

$q_sym =$

$t + 1$

```
r_sym =
t^3 + 3*t^2 + 3*t + 1
```

b) Menentukan akar-akar dari setiap polinomial

```
r_p = roots(p_poly)
r_q = roots(q_poly)
r_r = roots(r_poly)
```

Hasil :

```
r_p =
-1
-1
```

```
r_q =
-1
```

```
r_r =
-1.0000 + 0.0000i
-1.0000 - 0.0000i
-1.0000 + 0.0000i
```

2) Sistem yang direpresentasikan oleh $G(s)$ dan $H(s)$

$$G(s) = \frac{2s^3 + 5s^2 + 3s + 6}{s^3 + 6s^2 + 11s + 6}$$

$$H(s) = \frac{s^2 + 2s + 3}{(s + 1)^3}$$

c) Menyatakan kedua sistem dalam bentuk pecahan parsial

```
g_num = [2 5 3 6]
g_den = [1 6 11 6]
[c, p, k] = residue(g_num, g_den)
```

```
h_num = [1 2 3]
h_den = [1 3 3 1]
[c1, p1, k1] = residue(h_num, h_den)
```

Hasil :

```
g_num =
2 5 3 6
```

```
g_den =
1 6 11 6
```

```
c =
-6.0000
-4.0000
3.0000
```

```
p =  
-3.0000  
-2.0000  
-1.0000
```

```
k =  
2
```

```
h_num =  
1 2 3
```

```
h_den =  
1 3 3 1
```

```
c1 =  
1.0000  
0.0000  
2.0000
```

```
p1 =  
-1.0000  
-1.0000  
-1.0000
```

```
k1 =  
[]
```

d) Menentukan zero, pole, dan gain dari kedua sistem

```
[z, p, k] = tf2zpk(g_num, g_den)  
g_zpk = zpk(z, p, k)  
[z1, p1, k1] = tf2zpk(h_num, h_den)  
h_zpk = zpk(z1, p1, k1)
```

Hasil :

```
z =  
-2.3965 + 0.0000i  
-0.0518 + 1.1177i  
-0.0518 - 1.1177i
```

```
p =  
-3.0000  
-2.0000  
-1.0000
```

```
k =  
2
```

$$g_{zpk} = \frac{2 (s+2.396) (s^2 + 0.1035s + 1.252)}{(s+3) (s+2) (s+1)}$$

Continuous-time zero/pole/gain model.

$$z1 = \begin{matrix} 0.0000 + 0.0000i \\ -1.0000 + 1.4142i \\ -1.0000 - 1.4142i \end{matrix}$$

$$p1 = \begin{matrix} -1.0000 + 0.0000i \\ -1.0000 - 0.0000i \\ -1.0000 + 0.0000i \end{matrix}$$

$$k1 = 1$$

$$h_{zpk} = \frac{s (s^2 + 2s + 3)}{(s+1)^3}$$

Continuous-time zero/pole/gain model.

e) Menyatakan kedua sistem dalam bentuk fungsi alih kontinyu

$$\begin{aligned} s &= \text{tf}('s') \\ g_{tf} &= \text{tf}(g_{num}, g_{den}) \\ h_{tf} &= \text{tf}(h_{num}, h_{den}) \end{aligned}$$

Hasil :

$$s = s$$

Continuous-time transfer function.

$$g_{tf} = \frac{2 s^3 + 5 s^2 + 3 s + 6}{s^3 + 6 s^2 + 11 s + 6}$$

Continuous-time transfer function.

$$h_{tf} = \frac{s^2 + 2 s + 3}{s^3 + 3 s^2 + 3 s + 1}$$

Continuous-time transfer function.

f) Menyatakan kedua sistem dalam model zpk

```
s = zpk('s')  
g_zpk = g_zpk  
h_zpk = h_zpk
```

Hasil :

s =

s

Continuous-time zero/pole/gain model.

g_zpk =

$$2 (s+2.396) (s^2 + 0.1035s + 1.252)$$

$$(s+3) (s+2) (s+1)$$

Continuous-time zero/pole/gain model.

h_zpk =

$$s (s^2 + 2s + 3)$$

$$(s+1)^3$$

Continuous-time zero/pole/gain model.

6. Analisis dan Diskusi

Dalam bentuk matriks polinomial, suatu vektor diisi nilai yang mewakili koefisien vektor dari yang terbesar hingga terkecil.

- p_poly : vektor koefisien polinomial $p(t)$
- $p_t = polyval(p,t)$: nilai $p(t)$ pada t
- $r = roots(p)$: r sebagai akar-akar dari $p(t)$

Dalam bentuk simbolis, suatu variabel bertipe simbol, t , perlu didefinisikan untuk digunakan sebagai variabel dari polinomial yang akan dibuat.

- $syms t$: t bertipe simbol
- p_sym : deklarasi persamaan $p(t)$

Bentuk tersebut dapat dialih representasi sebagai :

- $p_sym = poly2sym(p_poly)$: polinomial ke simbolik
- $p_poly = sym2poly(p_sym)$: simbolik ke polinomial
- $koef = coeffs(p_sym)$: koefisien tak-nol polinomial

Polinomial sebagai representasi fungsi alih

- num : koefisien pembilang
- den : koefisien penyebut
- $[c,p,k] = residue(num,den)$: hasil bagi polinomial num oleh den
- $[num,den] = residue(c,p,k)$: pembilang dan penyebut dari c,p,k

Dalam bentuk fungsi alih yang disediakan melalui toolbox dalam Matlab, disediakan fungsi untuk mengubah koefisien pembilang dan penyebut dari suatu fungsi alih menjadi variabel khusus bertipe tf.

- $\text{sys_tf} = \text{tf}(\text{num}, \text{den})$: fungsi alih dinyatakan dalam tf

Dalam bentuk lain, fungsi alih dapat dinyatakan dalam bentuk model zero-pole-gain (model zpk) yang bersesuaian dengan bentuk persamaan :

$$H(s) = K \frac{(s - z_1) \dots (s - z_m)}{(s - p_1) \dots (s - p_n)}$$

Bentuk tersebut disusun dengan fokus pada pole dan zero dari sistem yang dianalisis.

- $\text{sys_zpk} = \text{zpk}(z, p, k)$: fungsi alih berdasar zero-pole-gain

Keterangan :

z : vektor zero

p : vektor kutub (pole)

k : penguat (gain)

Kedua bentuk tersebut dapat saling dialih bentuk sebagai :

- $[\text{num}, \text{den}] = \text{zp2tf}(z, p, k)$
- $\text{sys_tf} = \text{tf}(\text{num}, \text{den})$
- $[z, p, k] = \text{tf2zp}(\text{num}, \text{den})$
- $\text{sys_zpk} = \text{zpk}(z, p, k)$

Fungsi alih juga dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan dengan membentuk suatu simbol yang harus didefinisikan khusus sebagai simbol dalam fungsi alih.

- $s = \text{tf}('s')$: s sebagai simbol fungsi alih kontinyu
- $\text{sys} = (s+2)/(s^3+4*s^2+3*s)$
- $s = \text{zpk}('s')$: s sebagai simbol fungsi alih model z-p-k
- $\text{sys} = (s+2)/(s^3+4*s^2+3*s)$

7. Kesimpulan dan Rekomendasi

Kesimpulan ; Matlab dapat digunakan untuk menyatakan polinomial dalam bentuk matriks polinomial dan simbolis; menentukan akar-akar polinomial; menentukan zero, pole, dan gain dalam suatu sistem; dan menyatakan suatu sistem dalam bentuk pecahan parsial, fungsi alih kontinyu, dan model zpk.

Rekomendasi : Sebaiknya asisten praktikum memberikan petunjuk menggunakan Matlab saat praktikum dengan melakukan simulasi sehingga praktikan dapat memahami fitur Matlab dengan lebih cepat.