

The title text is centered and overlaid on a decorative arrangement of six light purple circles. Three circles are positioned in a horizontal line above the text, and three are positioned below it. The circles are of varying opacities and some have thin outlines.

ANALISIS RESPON SISTEM KONTROL PID DENGAN MATLAB

Oleh : Didik Hariyanto

ANALISIS RESPON SISTEM (1)

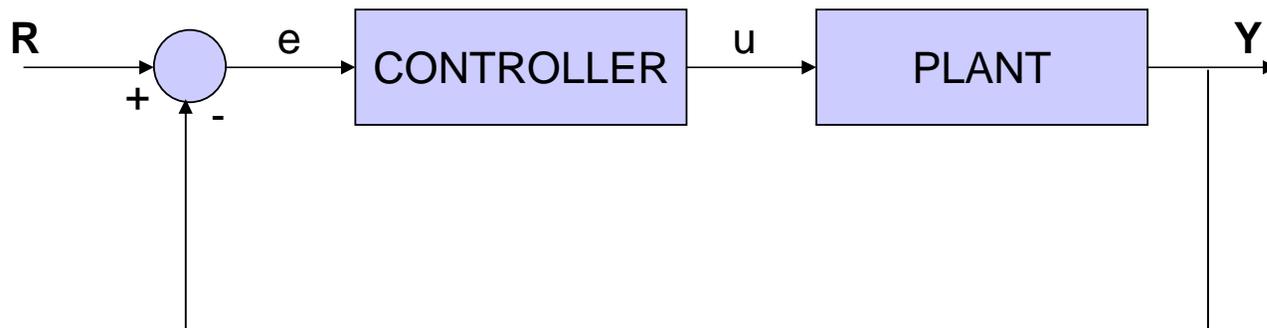
- Melihat respon keluaran dari sistem dalam skala waktu
- Menggunakan bantuan matlab
- Dapat digunakan untuk mendapatkan respon sistem yang diinginkan

ANALISIS RESPON SISTEM (2)

Istilah dalam respon sistem :

- Waktu naik (*rise time*)
- Waktu penyelesaian (*settling time*)
- Nilai keluaran yang diinginkan (*set point*)
- Kondisi melampaui set point (*overshoot*)
- Kesalahan keadaan tunak (*error steady state*)

SISTEM UNITY FEEDBACK (1)

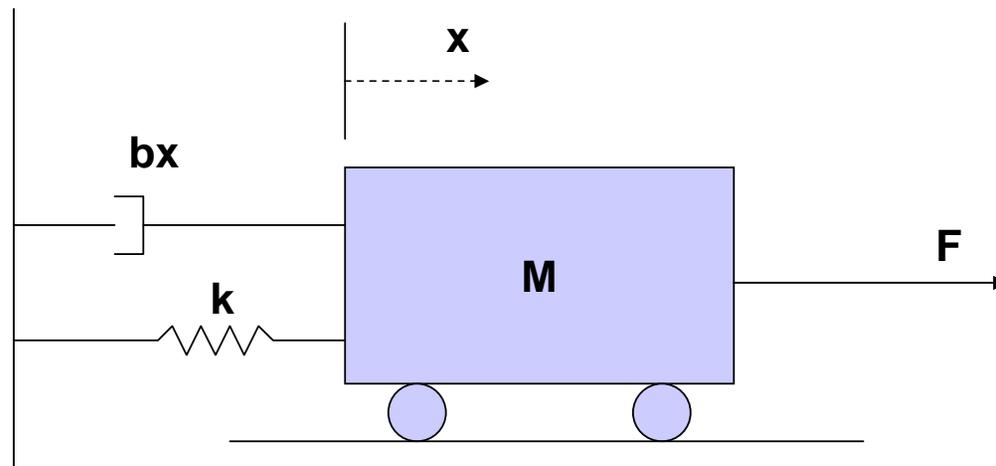


SISTEM UNITY FEEDBACK (2)

- Controller : menyediakan/memberikan rencana yang mantap, didesain untuk mengontrol tingkah laku yang menyeluruh dari sistem
- Plant : sistem yang harus dikontrol

CONTOH MASALAH

- Sistem yang terdiri dari massa, pegas, dan peredam



PERSAMAAN MODEL SISTEM

Persamaan model sistem :

$$Mx'' + bx' + kx = F$$

Transformasi Laplace dari model sistem :

$$Ms^2 X(s) + bsX(s) + kX(s) = F(s)$$

Fungsi transfer antara $X(s)$ dan $F(s)$ menjadi :

$$\frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{1}{Ms^2 + bs + k}$$

PENENTUAN BESARAN DLM CONTOH

- $M = 1 \text{ kg}$
- $b = 10 \text{ N.s/m}$
- $k = 20 \text{ N/m}$
- $F(s) = 1$

- Fungsi transfer menjadi :

$$\frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{1}{s^2 + 10s + 20}$$

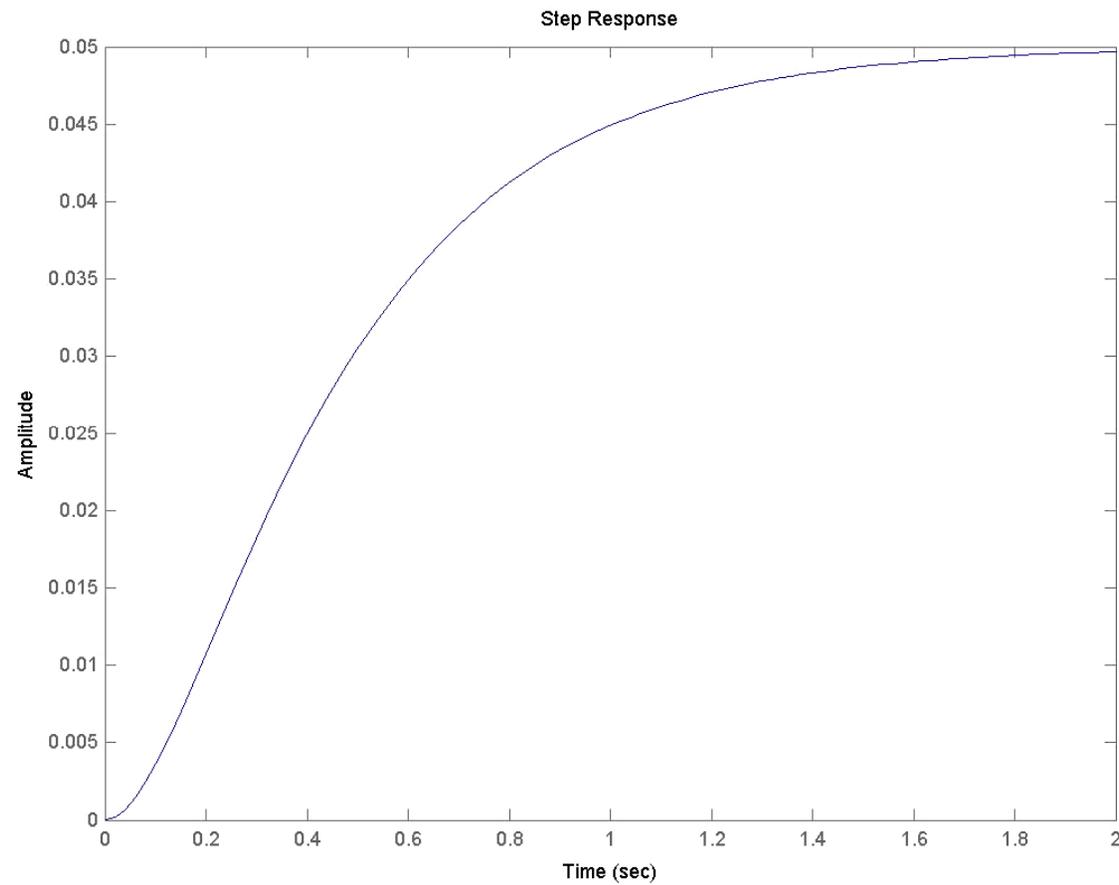
RESPON SISTEM OPEN LOOP (1)

- Buat m-file baru pada matlab dan masukkan kode berikut :

```
num=1;  
den=[1 10 20];  
step(num,den)
```

- Jalankan m-file tersebut

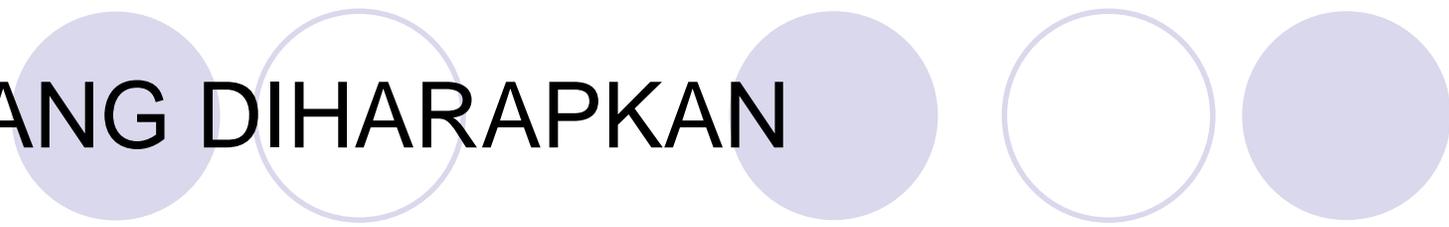
RESPON SISTEM OPEN LOOP (2)



RESPON SISTEM OPEN LOOP (3)

- Hasil penguatan yang diperoleh adalah 0.05, sehingga *error steady state* sebesar 0.95 (*error steady state* = besar)
- *Rise time*-nya sebesar ± 1.5 detik (*rise time* = lambat)

YANG DIHARAPKAN



- *Rise time* yang cepat
- *Error steady state* sama mendekati nol
- *Overshoot* yang minimum

Penyelesaian dengan menggunakan kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative)

PROPORTIONAL CONTROL (1)

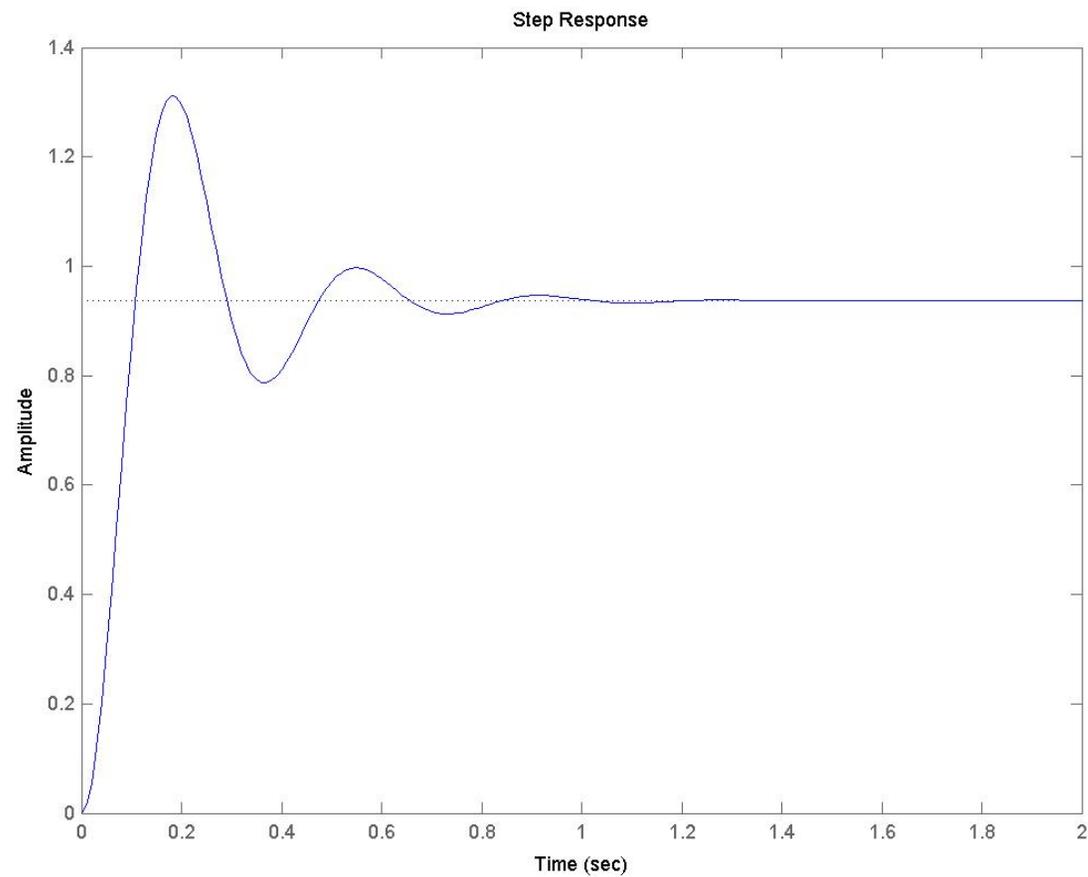
- Fungsi transfer menjadi :

$$\frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{K_p}{s^2 + 10s + (20 + K_p)}$$

- Buat m-file baru di matlab dengan menentukan *proportional gain* (Kp) sebesar 300

```
Kp=300;  
num=Kp;  
den=[1 10 20+Kp];  
t=0:0.01:2;  
step(num,den,t)
```

PROPORTIONAL CONTROL (2)



PROPORTIONAL CONTROL (3)

Plot diatas memperlihatkan bahwa *proportional control* :

- Mereduksi *rise time*
- Mereduksi *error steady state*
- Masih terdapat *overshoot*

PROPORTIONAL-DERIVATIVE CONTROL (1)

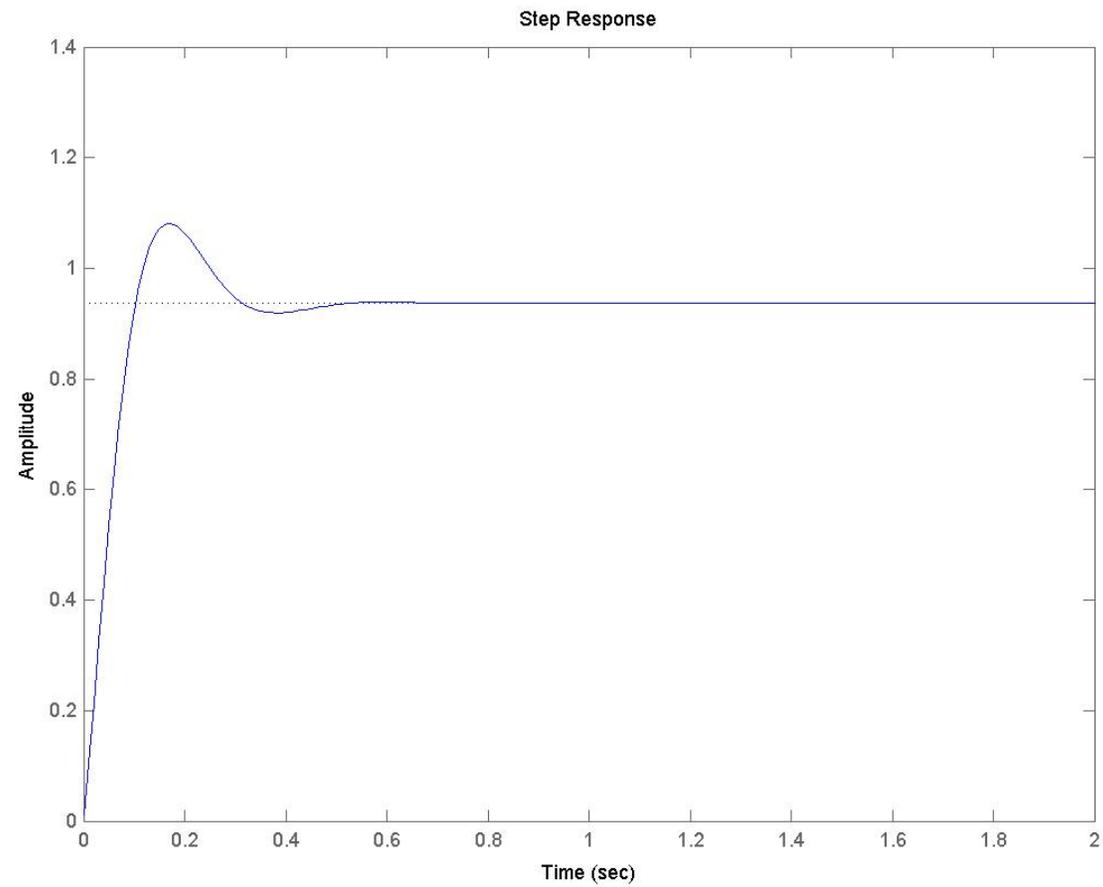
- Fungsi transfer menjadi :

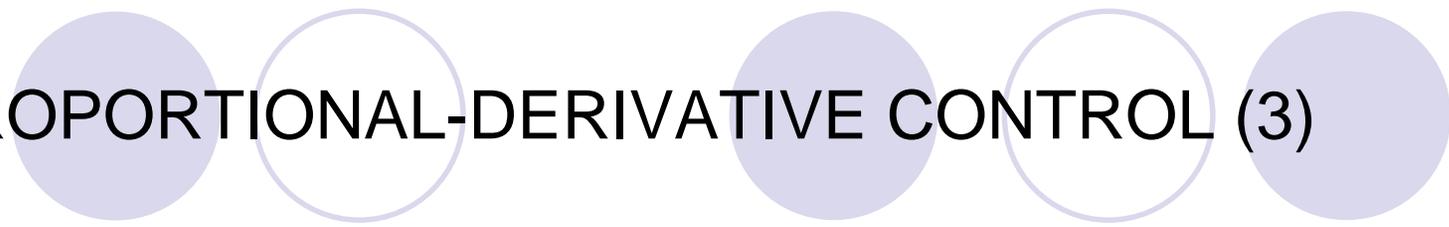
$$\frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{K_D s + K_P}{s^2 + (10 + K_D)s + (20 + K_P)}$$

- Buat m-file baru di matlab dengan menentukan *proportional gain* (Kp) sebesar 300 dan Kd=10

```
Kp=300;  
Kd=10;  
num=[Kd Kp];  
den=[1 10+Kd 20+Kp];  
t=0:0.01:2;  
step(num,den,t)
```

PROPORTIONAL-DERIVATIVE CONTROL (2)





PROPORTIONAL-DERIVATIVE CONTROL (3)

Plot diatas menunjukkan bahwa penambahan *derivative controller* :

- Mereduksi *overshoot*
- Memberikan efek kecil pada *rise time*
- Memberikan efek kecil pada *error steady state*

PROPORTIONAL-INTEGRAL CONTROL (1)

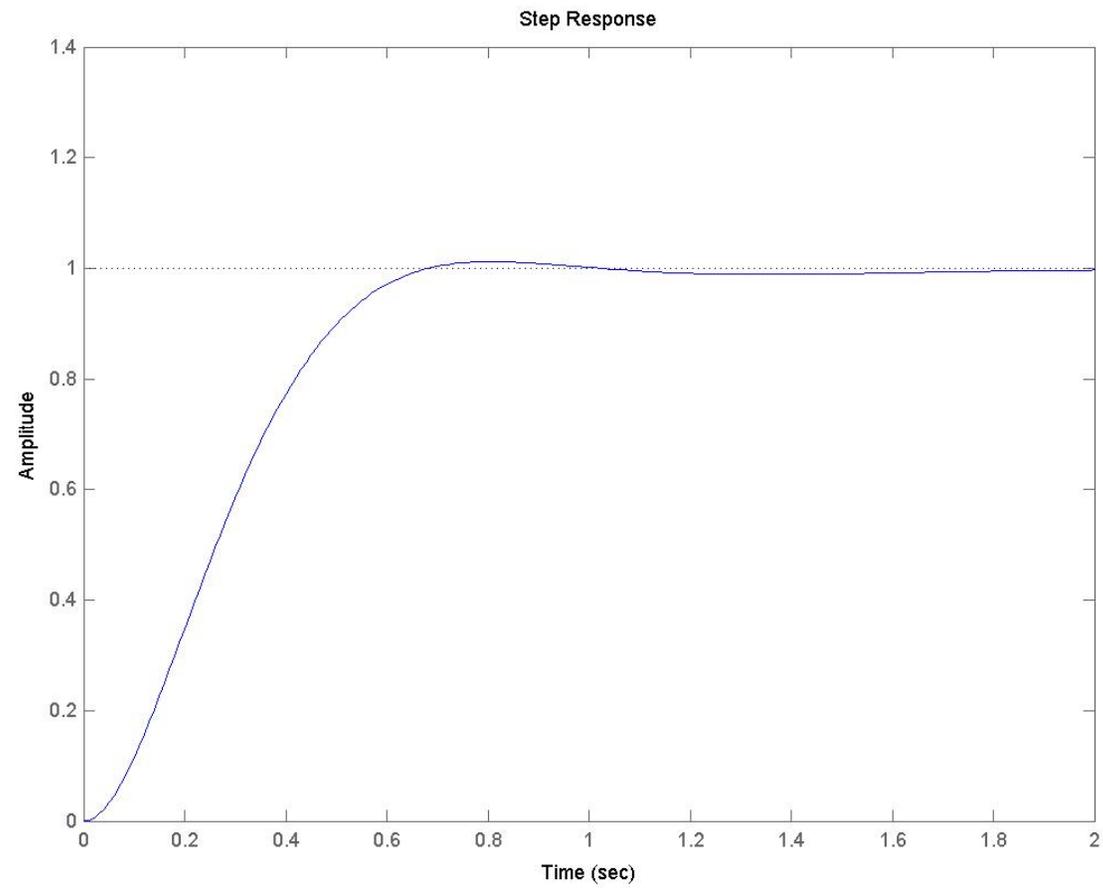
- Fungsi transfer menjadi :

$$\frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{K_p s + K_I}{s^3 + 10s^2 + (20 + K_p)s + K_I}$$

- Buat m-file baru di matlab dengan *proportional gain* (K_p) = 30 dan K_i = 70

```
Kp=30;  
Ki=70;  
num=[Kp Ki];  
den=[1 10 20+Kp Ki];  
t=0:0.01:2;  
step(num,den,t)
```

PROPORTIONAL-INTEGRAL CONTROL (2)





PROPORTIONAL-INTEGRAL CONTROL (3)

Plot diatas menunjukkan bahwa penggunaan *integral controller* dapat :

- Mereduksi *overshoot*
- Mereduksi *error steady state*
- Memberikan efek kecil pada *rise time*

P-I-D CONTROL (1)

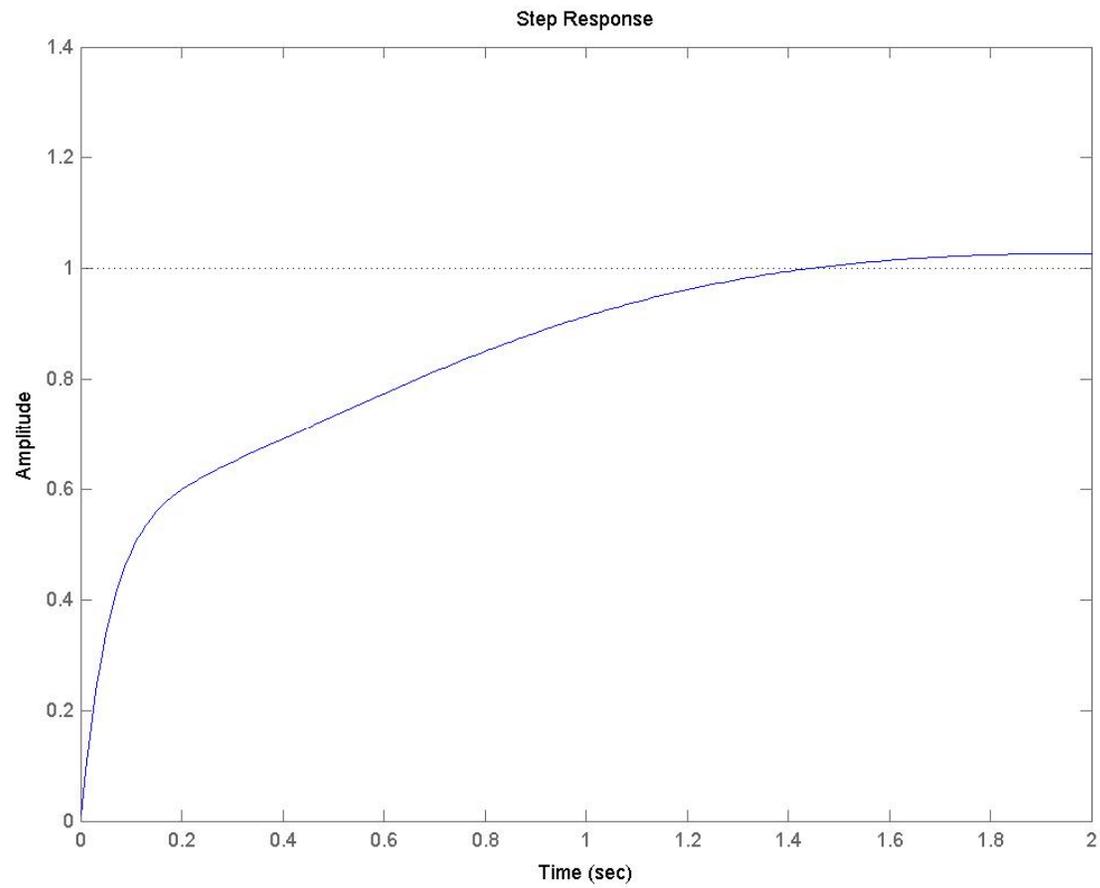
- Fungsi transfer menjadi :

$$\frac{X(s)}{Y(s)} = \frac{K_D s^2 + K_P s + K_I}{s^3 + (10 + K_D) s^2 + (20 + K_P) s + K_I}$$

- Buat m-file baru di matlab dengan $K_p = 30$, $K_i = 70$ dan $K_d = 10$

```
Kp=30;  
Ki=70;  
Kd=10;  
num=[Kd Kp Ki];  
den=[1 10+Kd 20+Kp Ki];  
t=0:0.01:2;  
step(num,den,t)
```

P-I-D CONTROL (2)



P-I-D CONTROL (3)

- Buat m-file baru di matlab dengan $K_p = 100$, $K_i = 80$ dan $K_d = 30$

```
Kp=100;
```

```
Ki=80;
```

```
Kd=30;
```

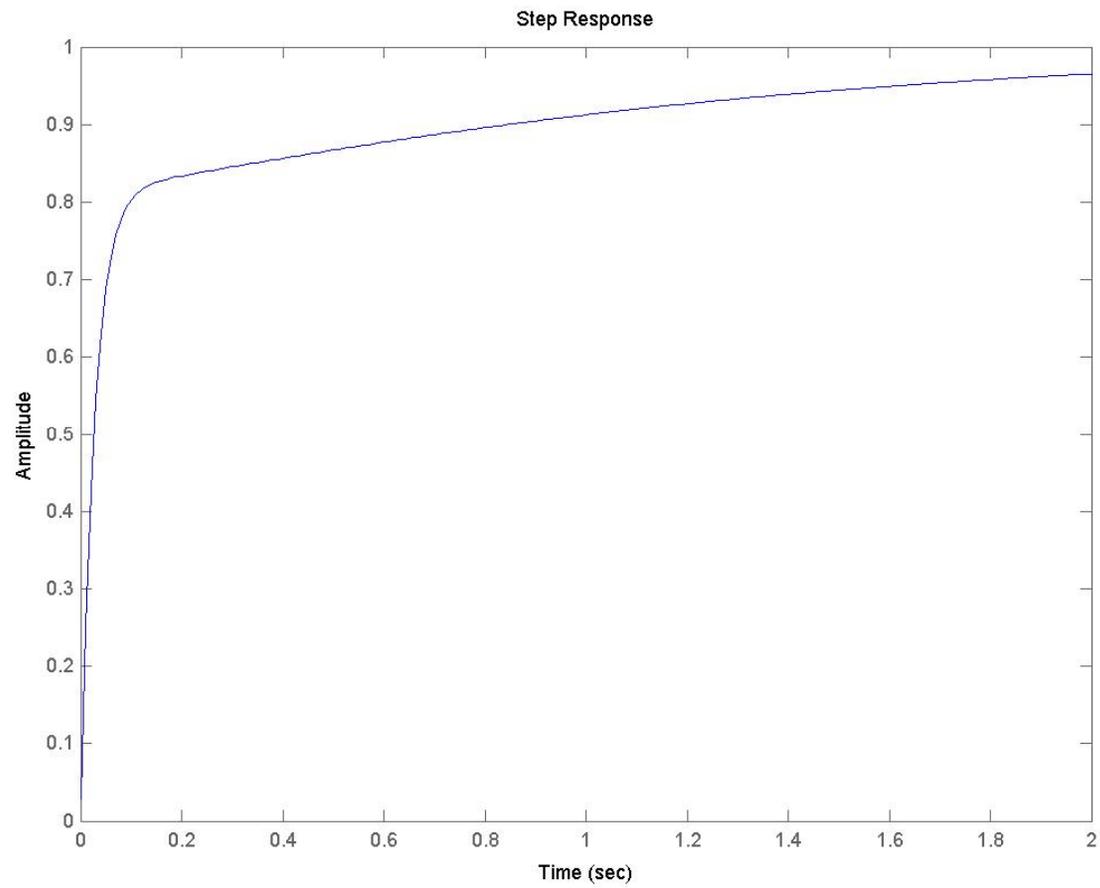
```
num=[Kd Kp Ki];
```

```
den=[1 10+Kd 20+Kp Ki];
```

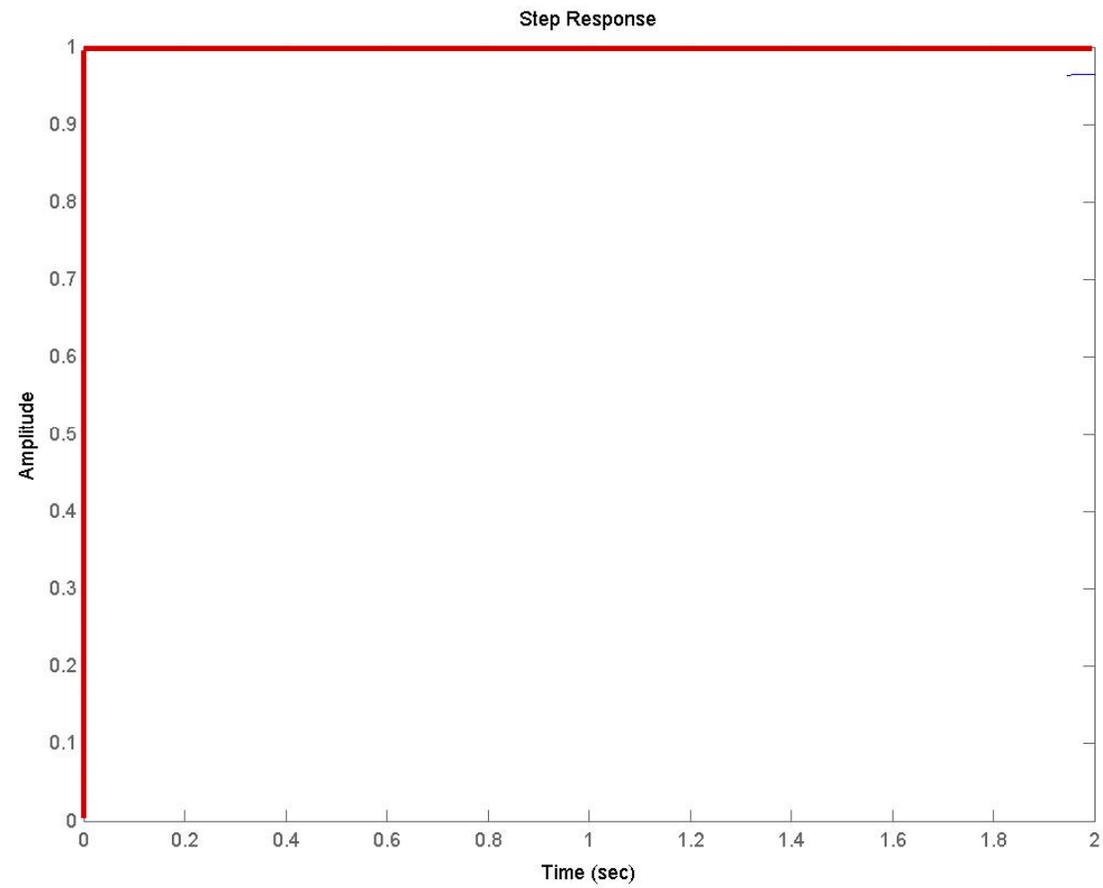
```
t=0:0.01:2;
```

```
step(num,den,t)
```

P-I-D CONTROL (4)



SISTEM YANG IDEAL



PEDOMAN DESAIN P-I-D

- Dapatkan respon sistem *open-loop* dan tentukan apa saja yang ingin ditingkatkan
- Tambahkan *P-Control* untuk meningkatkan *rise time*
- Tambahkan *D-Control* untuk mengurangi *overshoot*
- Tambahkan *I-Control* untuk mengurangi *error steady state*
- Seimbangkan setiap K_p , K_i , dan K_d untuk mendapatkan keseluruhan respon sistem yang diinginkan

TUGAS

- Buat m-file di matlab untuk mendapatkan respon sistem pada contoh dengan mengubah parameter K_p , K_i , dan K_d !
- Gambarkan respon sistem pada contoh dalam bentuk plot !