



**FJURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI PADANG**

Mata Kuliah : **Teknik Kendali**

Dosen : Drs. Al, M.T

Aswir Premadi, M.Sc

Tugas : 4

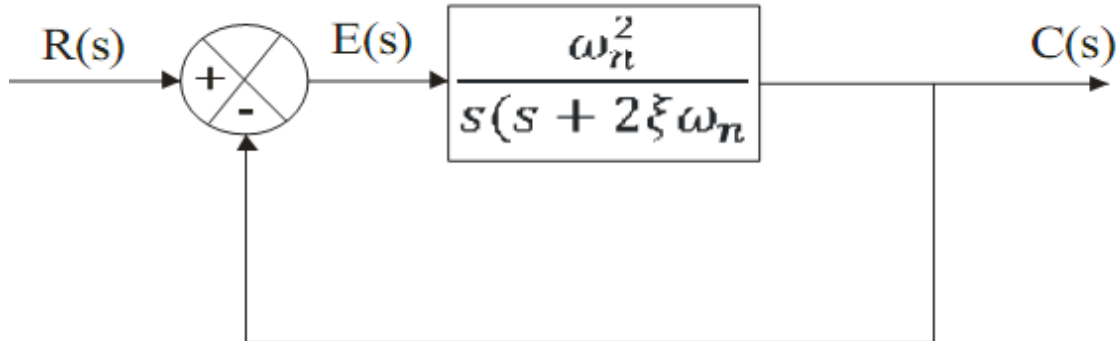
1. Tentukan tanggapan sistem untuk laju satuan dengan fungsi alih:

$$G(s) = \frac{5}{0.75s + 0.75} = \frac{(20/3)}{s + 1}$$

2. Tentukan  $n\omega$ ,  $\zeta$  serta tanggapan undak satuan dari sistem lingkaran tertutup berikut :

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \frac{130}{s^2 + 15s + 130}$$

3. Untuk sistem dibawah ini, Dimana  $\zeta = 0.65$  dan  $n\omega = 10$  rad/det .  
Tentukan :  $r$ ,  $t$ ,  $p$ ,  $t_p$ ,  $M_p$  dan  $s_t$  jika sistem dikenai masukan undak satuan



## Jawaban Tugas 4

1.

$$C(s) = G(s)R(s) = \frac{(20/3)}{(s+1)} \frac{1}{s^2} = \frac{20/3}{s^2} - \frac{20/3}{s} + \frac{20/3}{(s+1)}$$

$$c(t) = \frac{20}{3}(t - 1 + e^{-t})$$

Pole dari fungsi alih pada  $s = -1$  memberikan konstanta waktu  $\tau = 0.75$  detik. Nilai keadaan tunak tanggapan adalah  $\frac{20}{3}t - \frac{20}{3}$ . Dengan konstanta waktu sistem sebesar 0.75 maka keluaran mencapai keadaan tunak kira-kira dalam 3 detik.

2.

$$\omega_n^2 = 130 \rightarrow \omega_n = 11.4018$$

$$2\zeta\omega_n = 15 \rightarrow 2\zeta(11.4018) = 15 \rightarrow \zeta = 0.6578$$

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} = (11.4018) \sqrt{1 - (0.6578)^2} = 8.5878$$

Untuk tanggapan undak dari sistem lingkaran tertutup diperoleh

$$C(s) = G(s)R(s) = \frac{130}{(s^2 + 15s + 130)} \frac{1}{s} = \frac{1}{s} + \frac{-0.500 - j0.4367}{(s + 7.5000 + j8.5879)} + \frac{-0.500 + j0.4367}{(s + 7.500 - j8.5879)}$$

Dengan menggunakan transformasi Laplace balik diperoleh

$$c(t) = 1 - e^{-\omega_n t} \left( \cos \omega_d t + \frac{\zeta}{\sqrt{1 - \zeta^2}} \sin \omega_d t \right)$$

$$c(t) = 1 - e^{-11.4018t} \left( \cos 8.5878t + \frac{0.6578}{\sqrt{1 - (0.6578)^2}} \sin 8.5878t \right)$$

$$c(t) = 1 - e^{-11.4018t} (\cos 8.5878t + 0.8733 \sin 8.5878t)$$

3.

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} = 10 \sqrt{1 - (0.65)^2} = 7.5993$$

$$\sigma = \zeta \omega_n = (0.65)(10) = 6.5$$

$$\beta = \tan^{-1} \left( \frac{\omega_d}{\sigma} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{7.5993}{6.5} \right) = 0.8632$$

Waktu naik ( $t_r$ )

$$t_r = \frac{\pi - \beta}{\omega_d} = \frac{3.14 - 0.8632}{7.5993} = 0.2998$$

Waktu puncak (*time overshoot*) ( $t_p$ )

$$t_p = \frac{\pi}{\omega_d} = \frac{3.14}{7.5993} = 0.4134$$

Lewatan maksimum (*maximum overshoot*) ( $M_p$ )

$$M_p = e^{-\left(\frac{\sigma}{\omega_d}\right)\pi} = e^{-\left(\frac{6.5}{7.5993}\right)\pi} = 0.0681$$

Persentase lewatan maksimum : 6.8077 %

Waktu penetapan ( $t_s$ )

Untuk kriteria 2 % waktu penetapannya adalah

$$t_s \approx \frac{4}{\zeta \omega_n} = \frac{4}{6.5} = 0.6154 \text{ detik}$$

Untuk kriteria 5 % waktu penetapannya adalah

$$t_s \approx \frac{3}{\zeta \omega_n} = \frac{3}{6.5} = 0.4615 \text{ detik}$$