

## Analisis Kawasan Frekuensi

Ermanu A. Hakim

Teknik Elektro – Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Malang

## Tanggapan Frekuensi

Andaikan masukan sistem dengan fungsi alih  $G(s)$  berbentuk sinusoida berikut

$$r(t) = A \cos \omega t$$

maka alih ragam Laplace  $r(t)$  ini adalah

$$R(s) = \frac{As}{s^2 + \omega^2}$$

## Keluaran sistem

$$\begin{aligned} C(s) &= G(s)R(s) \\ &= G(s) \frac{As}{s^2 + \omega^2} \\ &= G(s) \frac{As}{(s + j\omega)(s - j\omega)} \end{aligned}$$

Dalam bentuk pecahan bagian sebagai berikut

$$C(s) = \frac{k_1}{s + j\omega} + \frac{k_2}{s - j\omega} + C_g(s)$$

$C_g(s)$  adalah sekumpulan suku-suku sisa dalam uraian pecahan

Keterangan :

$$k_1 = \frac{j\omega}{j2\omega} AG(j\omega) = \frac{1}{2} AG(j\omega)$$

$$k_2 = \frac{-j\omega}{-j2\omega} AG(-j\omega) = \frac{1}{2} AG(-j\omega)$$

$k_2$  terlihat merupakan pasangan kompleks dari  $k_1$

untuk mudahnya  $G(j\omega)$  dinyatakan sebagai

$G(j\omega) = |G(j\omega)|e^{j\theta}$   
maka keadaan mantap  $c(t)$  :

$$\begin{aligned} c(t) &= k_1 e^{j\omega t} + k_2 e^{-j\omega t} \\ &= \frac{A}{2} |G(j\omega)| e^{j\theta} e^{j\omega t} + \frac{A}{2} |G(j\omega)| e^{-j\theta} e^{-j\omega t} \\ &= A |G(j\omega)| \frac{e^{j(\omega t + \theta)} + e^{-j(\omega t + \theta)}}{2} = A |G(j\omega)| \cos(\omega t + \theta) \end{aligned}$$

## Tanggapan Sistem Orde Pertama

Untuk sistem orde pertama dengan fungsi alih berikut

$$G(s) = \frac{K}{\tau s + 1}$$

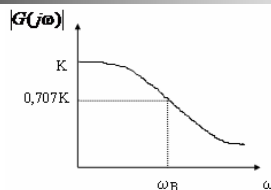
fungsi tanggapan sistem adalah

$$G(j\omega) = \frac{K}{1 + j\tau\omega} = |G(j\omega)| e^{j\phi(\omega)}$$

magnituda dan sudut fasa tanggapan frekuensi

$$|G(j\omega)| = \frac{K}{\sqrt{1 + \tau^2 \omega^2}} \quad \phi(\omega) = -\tan^{-1} \tau \omega$$

## Plot tanggapan frekuensi



frekuensi  $\omega_B$  menunjukkan frekuensi saat penguatan sama dengan  $1/\sqrt{2}$  kali *penguatan puncak*. Frekuensi ini disebut sebagai *lebar pita sistem*. Lebar pita sistem :

$$\frac{K}{[1 + \tau^2 \omega^2]^{\frac{1}{2}}} = \frac{K}{\sqrt{2}} \quad \text{atau} \quad \omega_B = 1/\tau$$

## Tanggapan Sistem Orde Kedua

Fungsi alih umum sistem orde kedua sebagai berikut

$$\begin{aligned} G(s) &= \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \\ &= \frac{1}{(s/\omega_n)^2 + 2\zeta(s/\omega_n) + 1} \end{aligned}$$

Tanggapan frekuensi sistem ini adalah

$$G(j\omega) = \frac{1}{[1 - (\omega/\omega_n)^2] + j2\zeta(\omega/\omega_n)}$$

Magnituda tanggapan frekuensi :

$$|G(j\omega_1)| = |G(j\omega)|_{\omega=\omega_n, \omega_1} = \frac{1}{\sqrt{[1 - (\omega_1)^2]^2 + (2\zeta\omega_1)^2}}$$

$\omega_1 = \omega/\omega_n$  : *frekuensi normalisasi*

## Plot Tanggapan frekuensi

