

## Polar Plot dan Bode Plot

Ermanu A. Hakim  
Teknik Elektro – Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Malang

## Polar Plot

Salah satu metode menggambar tanggapan frekuensi adalah membentuk polar plot. Dalam plot ini, magnituda dan sudut fasa fungsi tanggapan frekuensi diplot dalam bidang sebagai fungsi perubahan frekuensi,  $\omega_n$ .

## Contoh

Diberikan fungsi alih sistem :

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

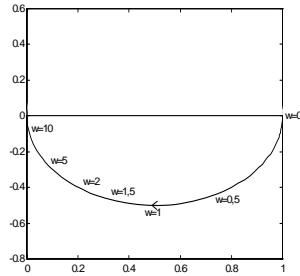
Fungsi tanggapan frekuensi sistem ini

$$G(j\omega) = \frac{1}{1+j\omega} = \frac{1}{\sqrt{1+\omega^2}} \angle -\arctan(\omega)$$

Tanggapan frekuensi :

$\omega$	$ G(j\omega) $	$\angle -\arctg(\omega)$
0	1	0
0,5	0,894	-26,6
1,0	0,707	-45
1,5	0,555	-56,3
2,0	0,447	-63,4
3	0,316	-71,6
5	0,196	-78,7
10	0,1	-84,3

### Polar plot tanggapan :



## Bode Plot

Diagram Bode adalah metode plot tanggapan frekuensi dalam bentuk magnituda vs frekuensi dan fasa vs frekuensi, tetapi skala frekuensi dalam bentuk logaritmis. Skala logaritma digunakan untuk sumbu  $\omega$  karena magnituda dan sudut fasa mungkin digambarkan memiliki jangkauan frekuensi lebih besar daripada dengan sumbu frekuensi linear.

- Magnituda dari fungsi alih  $G(j\omega)$  untuk nilai  $\omega$  diplot terhadap skala logaritmis dalam satuan desibel ( $dB$ ), yaitu

$$dB = 20 \log_{10} |G(j\omega)|$$

- Plot *Magnituda dB vs log  $\omega$*  disebut sebagai *plot magnituda Bode*, dan plot *sudut fasa vs log  $\omega$*  disebut sebagai *plot sudut fasa Bode*.

## Fungsi tanggapan frekuensi Bode.

Bentuk Bode untuk fungsi

$$\frac{K(j\omega + z_1)(j\omega + z_2) \cdots (j\omega + z_m)}{(j\omega)^1(j\omega + p_1)(j\omega + p_2) \cdots (j\omega + p_n)}$$

atau

$$\frac{\left[ K \prod_{i=1}^m z_i / \prod_{i=1}^n p_i \right] (1 + j\omega / z_1)(1 + j\omega / z_2) \cdots (1 + j\omega / z_m)}{(j\omega)^1 (1 + j\omega / p_1)(1 + j\omega / p_2) \cdots (1 + j\omega / p_n)}$$

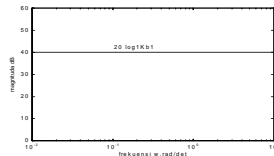
Penguatan Bode  $KB$  didefinisikan sebagai koefisien pembilang :

$$K_B = \frac{K \prod_{i=1}^m z_i}{\prod_{i=1}^n p_i}$$

## Plot Bode Fungsi Tanggapan Sederhana

- Konstanta  $K_B$

Konstanta  $K_B$  memiliki magnituda, sudut fasa sebesar  $0^\circ$  untuk  $K_B$  positif, dan  $-180^\circ$  untuk  $K_B$  negatif. Oleh karena itu plot Bode untuk  $K_B$  adalah berupa garis lurus horisontal sederhana seperti diperlihatkan gambar



- Faktor  $(1 + j\omega/\omega_1)$

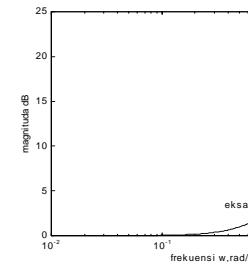
Untuk menentukan pendekatan asimtotis terhadap plot Bode ini, terlihat bahwa untuk  $\omega/\omega_1 \ll 1$  atau  $\omega \ll \omega_1$ :

$$dB = 20 \log |(1 + j\omega/w)| = 20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{w}\right)^2} \cong 20 \log 1 = 0$$

untuk  $\omega/\omega_1 \gg 1$  atau  $\omega \gg \omega_1$ :

$$dB = 20 \log |(1 + j\omega/w_i)| = 20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{\omega}{w}\right)^2} \cong 20 \log(\omega/w_i)$$

- Plot magnituda bagi faktor ini diperlihatkan dalam gambar:

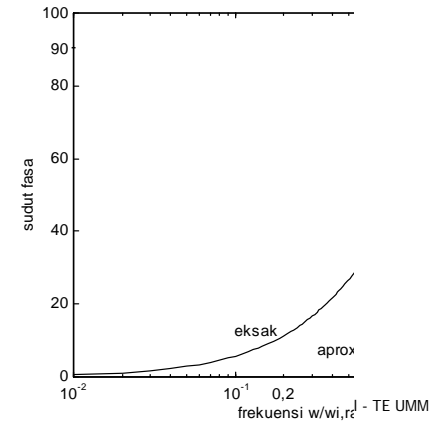


- Untuk menentukan sudut fasa, untuk  $\omega/\omega_1 \ll 1$  atau  $\omega \ll \omega_1$  :

$$\arg(1+j\omega/\omega_1) = \arctan(\omega/\omega_1) = 0^\circ$$

Untuk  $\omega/\omega_1 \gg 1$  atau  $\omega \gg \omega_1$  :

$$\arg(1+j\omega/\omega_1) = \arctan(\omega/\omega_1) = 90^\circ$$



- Faktor  $(1+j2\zeta\omega/\omega_n - (\omega/\omega_n)^2)$

