|  |
| --- |
| **HANDOUT PRAKTIKUM ISYARAT DAN SISTEM 2**  **TOPIK 1 – KARAKTERISASI WAKTU DAN FREKUENSI PADA SINYAL DAN SISTEM** |

1. **Peralatan/Komponen**
   1. Hardware: 1 set PC
   2. Software: MATLAB dan alat bantu komputasi lainnya.
2. **Tujuan**
   1. Mahasiswa dapat menjelaskan representasi magnitude-fase dari tanggapan frekuensi suatu sistem LTI.
   2. Mahasiswa dapat menggambarkan tanggapan frekuensi suatu sistem LTI dengan diagram Bode.
   3. Mahasiswa dapat menjelaskan sifat sistem LTI orde pertama dan kedua.
3. **Dasar Teori**

*Representasi Magnitude-Fase dari Tanggapan Frekuensi Sistem LTI*

Suatu sistem LTI dengan hubungan keluaran , masukan dan tanggapan frekuensi sistem dapat dinyatakan sebagai berikut,

Representasi magnitude-fase isyarat keluaran, untuk isyarat malar[[1]](#footnote-1), dapat dilihat dari persamaan berikut,

dan

Perhatikan bahwa menyatakan tanggapan magnitudo sistem dan menyatakan tanggapan fase sistem.

Tanggapan fase sistem akan mengubah fase relatif dari komponen-komponen masukan, sehingga akan menghasilkan modifikasi karakteristik domain waktu dari masukan, bahkan pada saat penguatan sistem tetap untuk semua frekuensi

Tundaan kelompok dari sistem dari sistem didefinisikan sebagai berikut,

Tundaan kelompok ini merupakan tunda yang dialami oleh isyarat dan pita sempit di sekitar frekuensi tertentu. Untuk fase linear besarnya tundaan kelompok ini sama untuk tiap frekuensi (berupa konstanta).

*Diagram Bode*

Pada penggambaran grafis tanggapan frekuensi umumnya digunakan skala logaritmik untuk tanggapan magnitudo. Diagram grafik dan versus disebut dengan diagram Bode. Penggunaan skala logaritmik ini memungkinkan untuk menampilkan daerah frekuensi yang lebih lebar daripada menggunakan skala linear.

*Sistem Orde Pertama dan Sistem Orde Kedua*

Banyak sistem pada kehidupan nyata yang memiliki sifat linear dan karar[[2]](#footnote-2) waktu (*time invariant*) yang dapat digambarkan dengan Persamaan Diferensial Koefisien Linear Tetap (PDKLT).

Sistem orde tinggi (lebih dari dua) dapat dinyatakan dengan mengkombinasikan sistem orde pertama dan kedua secara bertingkat atau sejajar. Oleh karena itu sifat-sifat sistem orde pertama dan kedua memegang peranan penting dalam pemahaman, analisis, dan perancangan sistem orde tinggi baik dalam ranah waktu maupun frekuensi.

* 1. Sistem Orde Pertama

Bentuk umum dari PDKLT sistem orde pertama adalah

di mana adalah isyarat masukan, adalah isyarat keluaran serta koefisien yang bernilai positif dan memiliki peran yang penting.

Dari PDKLT di atas dapat diperoleh tanggapan frekuensi sistem orde pertama sebagai berikut.

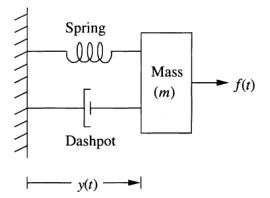
* 1. Sistem Orde Kedua

Bentuk umum dari PDKLT sistem orde kedua adalah

di mana merupakan frekuensi alami tanpa redaman (*undamped natural frequency*) dan merupakan nisbah redaman (*damping ratio*).

Sedangkan tanggapan frekuensi sistem orde kedua adalah:

Contoh sistem orde kedua adalah untai RLC dan sistem penahan goncangan (*shock absorber system*). Gambar dari sistem penahan goncangan adalah sebagai berikut.



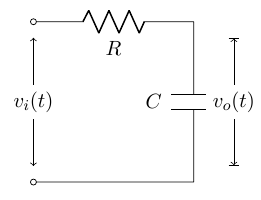
Pada sistem tersebut isyarat masukan adalah , yaitu kakas[[3]](#footnote-3) luar yang diberikan pada massa . Sementara isyarat keluaran sistem tersebut adalah , yaitu simpangan atau perubahan lokasi massa . Pegas dan peredam akan menghasilkan kakas reaksi terhadap kakas luar yang besarnya dinyatakan dengan rumus:

di mana adalah konstanta pegas dan adalah kekentalan (viskositas) peredam. Sehingga kakas total yang bekerja pada sistem adalah:

Apabila dihubungkan dengan bentuk umumnya, maka nilai dari dan :

*Contoh 1 – Analisis Frekuensi pada Untai RC*

Perhatikan gambar untai dibawah ini!



Untai di atas memiliki persamaan diferensial I/O:

Jika dan eksis, maka persamaan diferensial diatas kita transformasikan menjadi

Dengan demikian, maka kita ketahui , tanggapan frekuensi sistem, adalah

Bentuk magnitude adalah

dan bentuk fase adalah

Kita bisa menggambar plot Bode dengan menggunakan bantuan MATLAB. Sebagai contoh di bawah ini adalah *script* untuk menggambar plot Bode dari untai RC dengan nilai .

|  |
| --- |
| Script 1: bodeplot.m |
| RC = 0.01;  num = 1/RC;  den = [1 1/RC];  H = tf(num, den);  bode(H); |

Di bawah ini adalah gambar plot Bode-nya.



Dari gambar di atas, kita dapati bahwa jika , maka dan . Sementara itu, jika , maka (bukan dalam ) dan .

Untuk mengilustrasikan karakteristik *low-pass* filter, sekarang kita analisis tanggapan sistem jika sinyal input berupa gabungan sinusoid.

Buka MATLAB dan jalankan script di bawah ini!

|  |
| --- |
| Script 2: tanggapan\_sinusoid.m |
| RC = 0.01;  num = 1/RC;  den = [1 1/RC];  H = tf(num, den);  t = -0.1 : .2/1000 : 0.1;  in = cos(100\*t) + cos(3000\*t);  out = lsim(H, in, t);  out = transpose(out);  subplot(2,1,1); plot(t, in);  subplot(2,1,2); plot(t, out); |

Hasilnya adalah seperti pada gambar di bawah ini.



1. malar = terus-menerus (terjadi, ada, dan sebagainya); selalu; tetap tidak berubah; [↑](#footnote-ref-1)
2. karar = tenang; tentram; aman; tetap tenang; menetap [↑](#footnote-ref-2)
3. gaya [↑](#footnote-ref-3)