	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET <b>PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL</b>		
	Semester III	Filter Digital Jenis IIR	100 menit
	No. LST/DKA6226/06	Revisi : 02	Tgl : 1 Sept 2020 Hal 1 dari 4

### 1. Kompetensi

Setelah mengikuti praktikum ini, mahasiswa dapat merancang suatu filter digital sederhana

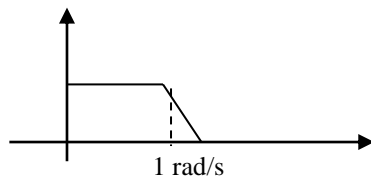
### 2. Sub Kompetensi

Setelah mengikuti praktikum ini, mahasiswa dapat :

- Mendesain filter digital tipe IIR dari filter analog
- Menerapkan filter digital IIR untuk memfilter sinyal

### 3. Dasar Teori

Filter prototype adalah filter *low pass* dengan frekuensi *cut off* 1 rad/detik.



Orde Filter ditentukan oleh pangkat tertinggi dari polinomial  $s$  yang ada pada penyebut fungsi alih suatu filter.

Contoh: Filter orde 1 :  $G(s) = \frac{1}{s+1}$

Filter orde 2 :  $G(s) = \frac{1}{s^2 + 1.414s + 1}$


Filter orde 3 :  $G(s) = \frac{1}{s^3 + 2s^2 + 2s + 1}$

Transformasi frekuensi adalah proses transformasi dari fungsi alih filter *prototype* ke fungsi alih filter yang dikehendaki dapat dilihat pada Tabel 1, dengan  $\omega = 2\pi f$  radian dan  $f$  adalah frekuensi *cut-off* filter dalam Hz.

Referensi tentang *function* yang dipakai, dapat dilihat pada link:

<https://octave.sourceforge.io/signal/overview.html>

Dibuat oleh : Dr. Aris Nasuha, MT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
--------------------------------------	---	------------------

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET <b>PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL</b>		
	Semester III	Filter Digital Jenis IIR	100 menit
	No. LST/DKA6226/06	Revisi : 02	Tgl : 1 Sept 2020 Hal 2 dari 4

Tabel 1. Transformasi Frekuensi

Prototype orde n	Transformasi frekuensi ke frekuensi	Orde
Lowpass ke lowpass	$s = \frac{s}{\omega_0}$	n
Lowpass ke highpass	$s = \frac{\omega_0}{s}$	n
Lowpass ke bandpass	$s = \frac{s^2 + \omega_1\omega_2}{s(\omega_2 - \omega_1)}$	2n
Lowpass ke bandstop	$s = \frac{s(\omega_2 - \omega_1)}{s^2 + \omega_1\omega_2}$	2n

Transformasi *bilinear* adalah proses transformasi dari transformasi Laplace ke transformasi Z, dengan rumus :

$$s = \frac{2}{T} \left( \frac{z-1}{z+1} \right), \text{ dimana T adalah periode sampling.}$$

#### 4. Alat dan Bahan

PC (*personal computer*) yang sudah terinstal perangkat lunak Octave dan package signal.


#### 5. Keselamatan Kerja

- Buat folder kerja untuk setiap mahasiswa di drive selain C.
- Aktifkan folder kerja tersebut setiap memulai Octave
- Setiap kali selesai menulis program segera simpan file program tersebut

#### 6. Langkah kerja

Ketik program-program berikut dalam Editor Octave, beri nama yang sesuai dengan isinya, kemudian di-*run*. Perhatikan dan catat hal-hal yang penting, lalu kerjakan tugas-tugas yang diberikan.

Dibuat oleh : Dr. Aris Nasuha, MT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
--------------------------------------	---	------------------

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET <b>PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL</b>		
	Semester III	Filter Digital Jenis IIR	100 menit
	No. LST/DKA6226/06	Revisi : 02	Tgl : 1 Sept 2020 Hal 3 dari 4


```
% Program 6.1
% Desain filter digital IIR
orde = 2;
fc = 2;           % frek cut-off dalam Hz
wc = 2*pi*fc;     % frek cut-off dalam rad/detik
[n1,d1] = butter(orde,wc,"s");
fs = 50;          % frekuensi sampling (Hz)
points = 512;
[nd,dd] = bilinear(n1,d1,1/fs);
[h,w] = freqz(nd,dd,points,fs);
[h3,w] = freqz(0.707,1,points,fs);
subplot(121), plot(w,h3,w,abs(h)), grid;
xlabel('frekuensi (Hz)');
ylabel('magnitude');
title('Diagram Bode Filter');
% *** tampilan dalam semilog ***
mag = 20*log10(abs(h));
m3 = 20*log10(abs(h3));
subplot(122), semilogx(w,m3,w,mag), grid;
xlabel('frekuensi (Hz)');
ylabel('magnitude (dB)');
title('Diagram Bode Filter');
```

#### Tugas 6.1.

Ubahlah nilai variabel **fc** berturut-turut dengan **5** dan **10**. Amati nilai variabel **n1**, **d1**, **nd** dan **dd**, serta amati tampilannya.

fc	n1	d1	nd	dd
5				
10				

Dibuat oleh : Dr. Aris Nasuha, MT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
--------------------------------------	---	------------------

	FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA		
	LAB SHEET <b>PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL</b>		
	Semester III	Filter Digital Jenis IIR	100 menit
	No. LST/DKA6226/06	Revisi : 02	Tgl : 1 Sept 2020 Hal 4 dari 4

```
% Program 6.2
% Penerapan filter digital IIR
pkg load signal
n = 0:250;
T = 0.01;
f1 = 2;      f2 = 30;      % frekuensi sinyal dalam Hz
x = sin(2*pi*f1*n*T) + sin(2*pi*f2*n*T);
subplot(211), plot(n*T,x), grid;
xlabel('waktu (detik)');
ylabel('simpangan');
title('Sinyal sebelum difilter');
orde = 3;
fc = 5;      % frek cut-off dalam Hz
wc = 2*pi*fc; % frek cut-off dalam radian/detik
[nd,dd] = butter(orde,wc*T/2);
y = filter(nd,dd,x);
subplot(212), plot(n*T,y), grid;
xlabel('waktu (detik)');
ylabel('simpangan');
title('Sinyal setelah difilter');
```

#### Tugas 6.2.

- Pada program 6.2, gantilah orde filter berturut-turut dengan 1, 2, 3, dan 5 apakah pengaruhnya pada tampilan hasil filter? Faktor yang perlu diamati dan dianalisis adalah:
  - Apakah frekuensi sinyal sesuai yang diharapkan? Kalau tidak, berarti pemilihan frekuensi *cut-off* kurang tepat
  - Apakah masih ada ripple? Kalau masih ada, berarti sinyal masih bercampur
  - Berapa amplitudo sinyal hasil filter? Kalau lebih rendah dari sebelum difilter, artinya masih ada yang kurang tepat dalam pemilihan parameter filter
  - Apakah ada *delay*? Kalau *delay* cukup besar, berarti orde filter terlalu besar
- Modifikasi Program 6.2 menjadi filter *highpass*, lalu ulangi tugas (a) di atas
- Modifikasi Program 6.2 dengan mengganti T menjadi 0.002, juga dengan menambahkan sinyal ketiga yang mempunyai frekuensi 100 Hz. Setelah itu, aturlah frekuensi *cut-off* dan ordenya sehingga yang muncul di keluaran adalah sinyal 30 Hz saja

Dibuat oleh : Dr. Aris Nasuha, MT	Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen tanpa ijin tertulis dari Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta	Diperiksa oleh :
--------------------------------------	---	------------------