

MODUL II

PEMBANGKITKAN SINYAL KONTINYU

I. TUJUAN

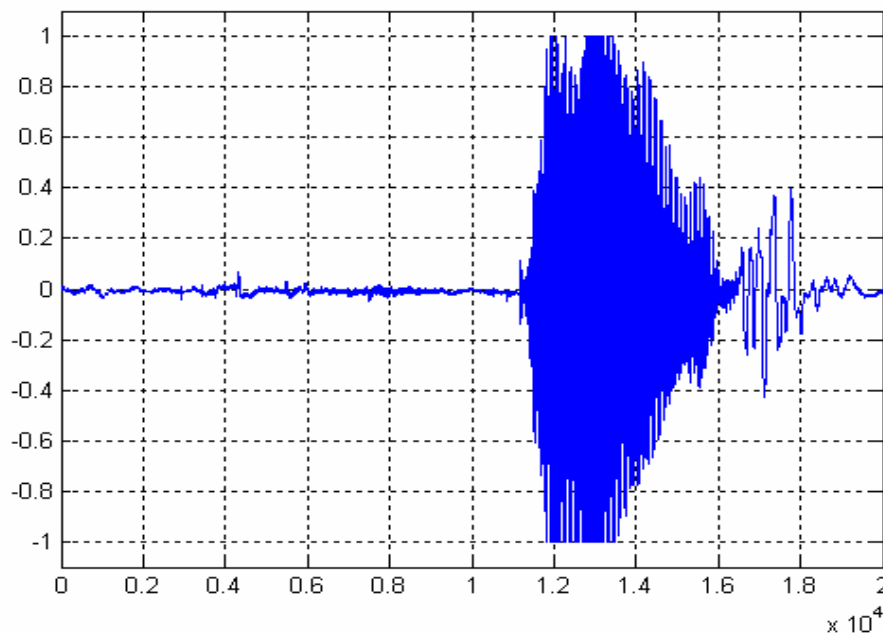
Setelah melakukan praktikum ini, diharapkan mahasiswa dapat membangkitkan beberapa jenis sinyal dasar yang banyak digunakan dalam analisa Sinyal dan Sistem.

II. DASAR TEORI

2.1 Sinyal

Sinyal merupakan sebuah fungsi yang berisi informasi mengenai keadaan tingkah laku dari sebuah sistem secara fisik. Meskipun sinyal dapat diwujudkan dalam beberapa cara, dalam berbagai kasus, informasi terdiri dari sebuah pola dari beberapa bentuk yang bervariasi. Sebagai contoh sinyal mungkin berbentuk sebuah pola dari banyak variasi waktu atau sebagian saja.

Secara matematis, sinyal merupakan fungsi dari satu atau lebih variable yang berdiri sendiri (independent variable). Sebagai contoh, sinyal wicara akan dinyatakan secara matematis oleh tekanan akustik sebagai fungsi waktu dan sebuah gambar dinyatakan sebagai fungsi ke-terang-an (brightness) dari dua variable ruang (spatial).



Gambar 1a. Contoh sinyal audio

Secara umum, variable yang berdiri sendiri (independent) secara matematis diwujudkan dalam fungsi waktu, meskipun sebenarnya tidak menunjukkan waktu.

Terdapat 2 tipe dasar sinyal, yaitu:

1. Sinyal waktu kontinyu (continuous-time signal)
2. Sinyal waktu diskrit (discrete-time signal)

Pada sinyal kontinyu, variable independent (yang berdiri sendiri) terjadi terus-menerus dan kemudian sinyal dinyatakan sebagai sebuah kesatuan nilai dari variable independent. Sebaliknya, sinyal diskrit hanya menyatakan waktu diskrit dan mengakibatkan variabel independent hanya merupakan himpunan nilai diskrit.

Fungsi sinyal dinyatakan sebagai x dengan untuk menyertakan variable dalam tanda (.). Untuk membedakan antara sinyal waktu kontinyu dengan sinyal waktu diskrit digunakan symbol t untuk menyatakan variable kontinyu dan symbol n untuk menyatakan variable diskrit. Sebagai contoh sinyal waktu kontinyu dinyatakan dengan fungsi $x(t)$ dan sinyal waktu diskrit dinyatakan dengan fungsi $x(n)$. Sinyal waktu diskrit hanya menyatakan nilai integer dari variable independent.

2.2. Sinyal Waktu Kontinyu

Suatu sinyal $x(t)$ dikatakan sebagai sinyal waktu-kontinyu atau sinyal analog ketika dia memiliki nilai real pada keseluruhan rentang waktu t yang ditempatinya. $x(t)$ disebut sinyal waktu kontinyu, jika t merupakan variabel kontinyu.

Sinyal waktu kontinyu dapat didefinisikan dengan persamaan matematis sebagai berikut :

$$f(t) \in (-\infty, \infty) \quad (1)$$

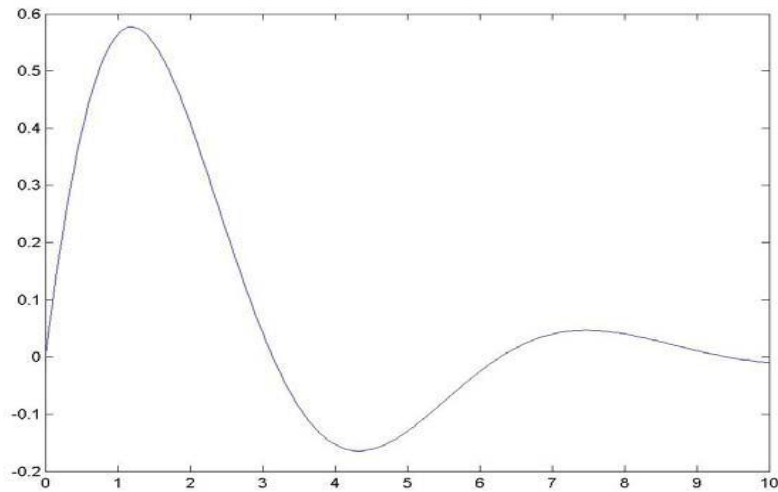
Contoh yang sudah umum :

- Gelombang tegangan dan arus yang terdapat pada suatu rangkaian listrik
- Sinyal audio seperti sinyal bicara atau musik
- Sinyal bioelectric seperti electrocardiogram (ECG) atau electroencephalogram (EEG)
- Gaya-gaya pada torsi dalam suatu sistem mekanik
- Laju aliran pada fluida atau gas dalam suatu proses kimia

Contoh bentuk sinyal kontinyu sederhana dapat dilihat pada gambar 1b, sumbu x menunjukkan waktu sedangkan sumbu y menunjukkan amplitudo sinyal kontinyu.

Contoh Sinyal Waktu Kontinyu

- Fungsi Step
- Fungsi Ramp
- Sinyal Periodik



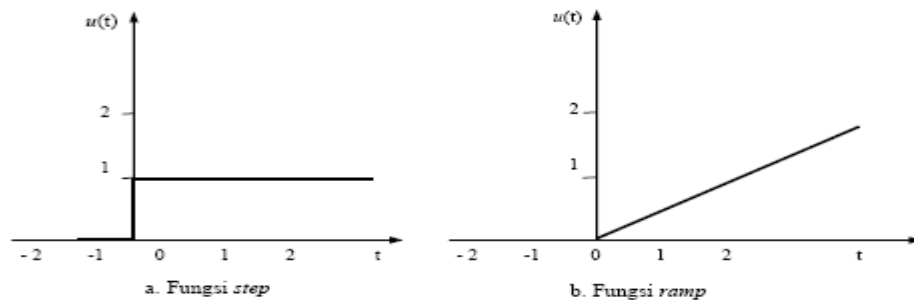
Gambar 1b. Tampilan sinyal waktu kontinu

Fungsi Step dan Fungsi Ramp (tanjak)

Dua contoh sederhana pada sinyal kontinu yang memiliki fungsi *step* dan fungsi *ramp* (tanjak) dapat diberikan seperti pada Gambar 2a. Sebuah fungsi *step* dapat diwakili dengan suatu bentuk matematis sebagai:

$$u(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Disini tangga satuan (*step*) memiliki arti bahwa amplitudo pada $u(t)$ bernilai 1 untuk semua $t > 0$.



Gambar 2. Fungsi *step* dan fungsi *ramp* sinyal kontinu

Untuk suatu sinyal waktu-kontinyu $x(t)$, hasil kali $x(t)u(t)$ sebanding dengan $x(t)$ untuk $t > 0$ dan sebanding dengan nol untuk $t < 0$. Perkalian pada sinyal $x(t)$ dengan sinyal $u(t)$ mengeliminasi suatu nilai *non-zero* (bukan nol) pada $x(t)$ untuk nilai $t < 0$.

Fungsi *ramp* (tanjak) $r(t)$ didefinisikan secara matematik sebagai:

$$r(t) = \begin{cases} t, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases} \quad (3)$$

Catatan bahwa untuk $t > 0$, *slope* (kemiringan) pada $r(t)$ adalah senilai 1. Sehingga pada kasus ini $r(t)$ merupakan “*unit slope*”, yang mana merupakan alasan bagi $r(t)$ untuk dapat disebut sebagai *unit-ramp function*. Jika ada variable K sedemikian hingga membentuk $Kr(t)$, maka *slope* yang dimilikinya adalah K untuk $t > 0$. Suatu fungsi *ramp* diberikan pada Gambar 2b.

Sinyal Periodik

Ditetapkan T sebagai suatu nilai real positif. Suatu sinyal waktu kontinyu $x(t)$ dikatakan periodik terhadap waktu dengan periode T jika :

$$x(t + T) = x(t) \text{ untuk semua nilai } t, -\infty < t < \infty \quad (4)$$

Sebagai catatan, jika $x(t)$ merupakan periodik pada periode T , ini juga periodik dengan qT , dimana q merupakan nilai integer positif. Periode fundamental merupakan nilai positif terkecil T untuk persamaan (5).

Suatu contoh, sinyal periodik memiliki persamaan seperti berikut

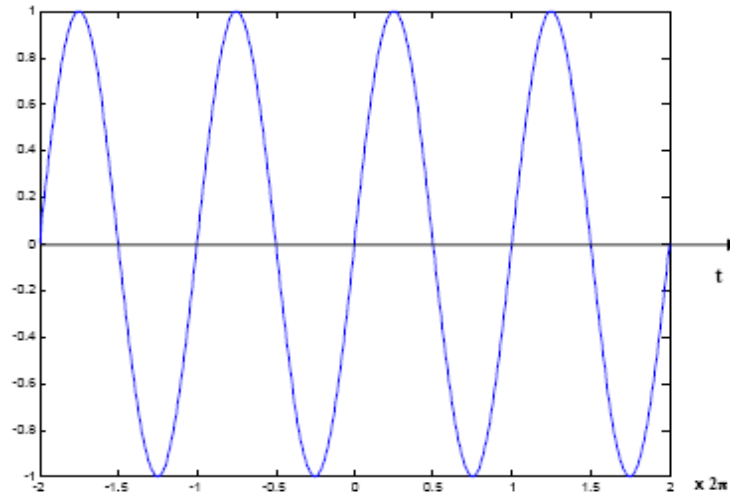
$$x(t) = A \cos(\omega t + \theta) \quad (5)$$

Disini A adalah amplitudo, ω adalah frekuensi dalam radian per detik (rad/detik), dan θ adalah fase dalam radian. Frekuensi f dalam hertz (Hz) atau siklus per detik adalah sebesar $f = \omega / 2\pi$.

Untuk melihat bahwa fungsi sinusoida yang diberikan dalam persamaan (5) adalah fungsi periodik, untuk nilai pada variable waktu t , maka:

$$A \cos \left[\omega \left(t + \frac{2\pi}{\omega} \right) + \theta \right] = A \cos(\omega t + 2\pi + \theta) = A \cos(\omega t + \theta) \quad (6)$$

Sedemikian hingga fungsi sinusoida merupakan fungsi periodik dengan periode $2\pi / \omega$, nilai ini selanjutnya dikenal sebagai periode fundamentalnya. Sebuah sinyal dengan fungsi sinusoida $x(t) = A \cos(\omega t + \theta)$ diberikan pada Gambar 3 untuk nilai $\theta = -\pi/2$, dan $f = 1$ Hz.



Gambar 3 Sinyal periodik sinusoida

III. PERANGKAT YANG DIPERLUKAN

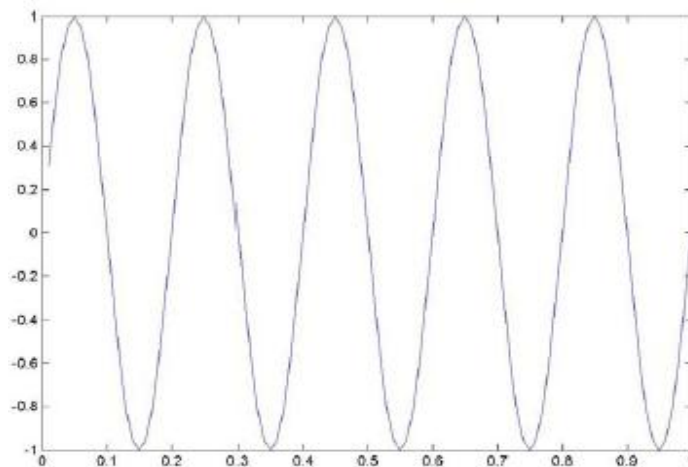
- 1 (satu) buah PC lengkap sound card dan OS Windows
- 1 (satu) disket 3.5 yang berisi perangkat lunak aplikasi MATLAB.

IV. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN

4.1 Pembangkitan Sinyal Waktu Kontinyu Sinusoida

Disini kita mencoba membangkitkan sinyal sinusoida untuk itu coba anda buat program seperti berikut:

```
Fs=100;
t=(1:100)/Fs;
s1=sin(2*pi*t*5);
plot(t,s1)
```



Gambar 4. Sinyal Sinus Hasil Pembangkitan

Sinyal yang terbangkit adalah sebuah sinus dengan amplitudo $Amp = 1$, frekuensi $f = 5\text{Hz}$ dan fase awal $\theta = 0$. Diharapkan anda sudah memahami tiga parameter dasar pada sinyal sinus ini.

Untuk lebih memahami coba lanjutkan dengan langkah berikut :

1. Lakukan perubahan pada nilai $s1$:

```
s1=sin(2*pi*t*10);
```

Dan perhatikan apa yang terjadi, kemudian ulangi untuk mengganti angka 10 dengan 15, dan 20. Perhatikan apa yang terjadi, plot hasil percobaan anda.

2. Coba anda edit kembali program anda sehingga bentuknya persis seperti pada langkah1, kemudian lanjutkan dengan melakukan perubahan pada nilai amplitudo, sehingga bentuk perintah pada $s1$ menjadi:

```
s1=5*sin(2*pi*t*5);
```

Coba perhatikan apa yang terjadi? Lanjutkan dengan merubah nilai amplitudo menjadi 10, 15 dan 20. Apa pengaruh perubahan amplitudo pada bentuk sinyal sinus?

3. Kembalikan program anda sehingga menjadi seperti pada langkah pertama. Sekarang coba anda lakukan sedikit perubahan sehingga perintah pada $s1$ menjadi:

```
s1=2*sin(2*pi*t*5 + pi/2);
```

Coba anda perhatikan, apa yang terjadi? Apa yang baru saja anda lakukan adalah merubah nilai fase awal sebuah sinyal dalam hal ini nilai $\theta = \pi/2 = 90^\circ$. Sekarang lanjutkan langkah anda dengan merubah nilai fase awal menjadi 45° , 120° , 180° , dan 270° . Amati bentuk sinyal sinus terbangkit, dan catat hasilnya. Plot semua gambar dalam satu figure dengan perintah subplot.

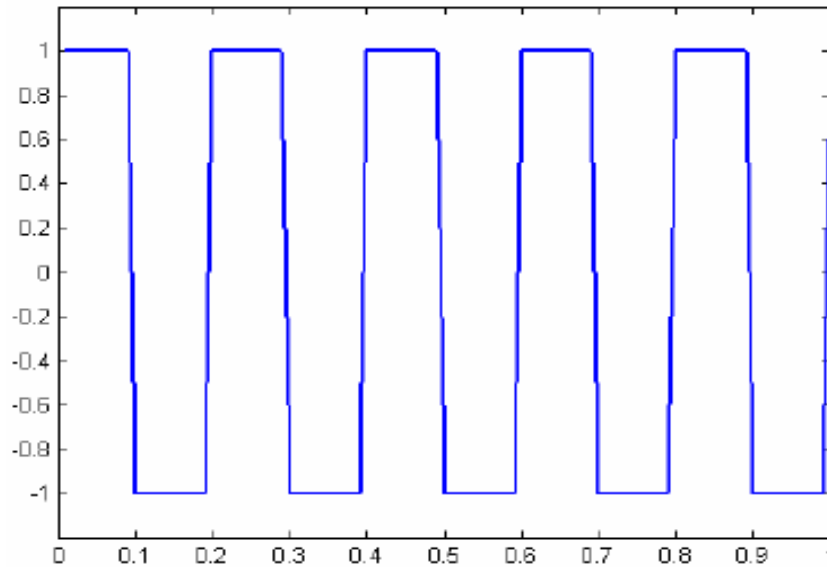
4.2 Pembangkitan Sinyal Waktu Kontinu Persegi

Disini akan kita bangkitkan sebuah sinyal persegi dengan karakteristik frekuensi dan amplitudo yang sama dengan sinyal sinus.

Untuk melakukannya ikuti langkah berikut ini :

1. Buat sebuah m file baru kemudian buat program seperti berikut ini.

```
Fs=100;  
t=(1:100)/Fs;  
s1=SQUARE(2*pi*5*t);  
plot(t,s1,'linewidth',2)  
axis([0 1 -1.2 1.2])
```



Gambar 5. Contoh Sinyal Persegi Hasil Pembangkitan

Dari gambar 5 anda dapat melihat sebuah sinyal persegi dengan amplitudo senilai 1 dan frekuensinya sebesar 5 Hz.

2. Coba anda lakukan satu perubahan dalam hal ini nilai frekuensinya anda rubah menjadi 10 Hz, 15 Hz, dan 20 Hz. Apa yang anda dapatkan? Plot semua gambar dalam satu figure dengan perintah subplot.
3. Kembalikan bentuk program menjadi seperti pada langkah pertama, Sekarang coba anda rubah nilai fase awal menjadi menjadi 45° , 120° , 180° , dan 225° . Amati dan catat apa yang terjadi dengan sinyal persegi hasil pembangkitan. Plot semua gambar dalam satu figure dengan perintah subplot.

4.3. Pembangkitan Sinyal Dengan memanfaatkan file *.wav

Kita mulai bermain dengan file *.wav. Dalam hal ini kita lakukan pemanggilan sinyal audio yang ada dalam hardisk kita. Langkah yang kita lakukan adalah seperti berikut :

1. Anda buat m file baru, kemudian buat program seperti berikut :

```
y1=wavread('namafile.wav');
```

```
Fs=10000;
```

```
wavplay(y1,Fs,'async') % Memainkan audio sinyal asli
```

2. Cobalah untuk menampilkan file audio yang telah anda panggil dalam bentuk grafik sebagai fungsi waktu. Perhatikan bentuk tampilan yang anda lihat. Apa yang anda catat dari hasil yang telah anda dapatkan tsb?

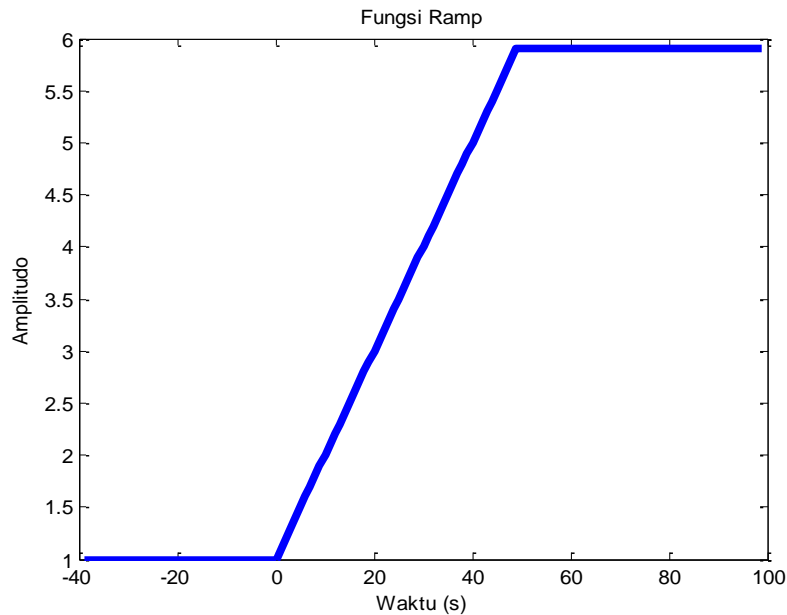
4.4. Pembangkitan Sinyal Kontinyu, Fungsi Ramp

Sebagai langkah awal kita mulai dengan membangkitkan sebuah fungsi ramp. Sesuai dengan namanya, fungsi ramp berarti adalah tanjakan seperti yang telah ditulis pada persamaan (3). Untuk itu anda ikuti langkah berikut ini.

Buat program baru dan anda ketikkan perintah seperti berikut :

%Pembangkitan Fungsi Ramp

```
y(1:40)=1;  
x(1:50)=[1:0.1:5.9];  
x(51:100)=5.9;  
t1=[-39:1:0];  
t=[0:1:99];  
plot(t1,y,'b',t,x,'linewidth',4)  
title('Fungsi Ramp')  
xlabel('Waktu (s)')  
ylabel('Amplitudo')
```



V. Tugas selama praktikum

1. Jawablah setiap pertanyaan yang ada pada setiap langkah percobaan tersebut diatas.
2. Buatlah program untuk menggambarkan “fungsi unit step” dalam m-file (beri nama tugas_1.m).