

MODUL 2

PEMBANGKITKAN SINYAL

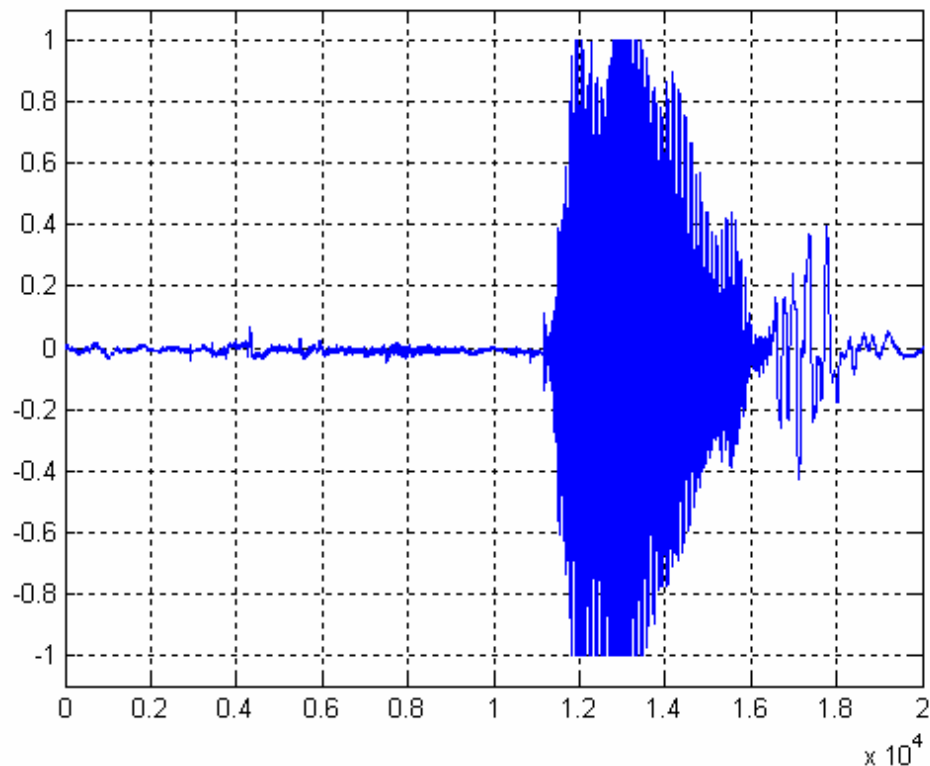
I. TUJUAN

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-terangan (brightness) dari dua variable ruang (spatial).



Gambar 1. 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 kita menggunakan 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. Sinyal waktu kontinyu dapat didefinisikan dengan persamaan matematis sebagai berikut.

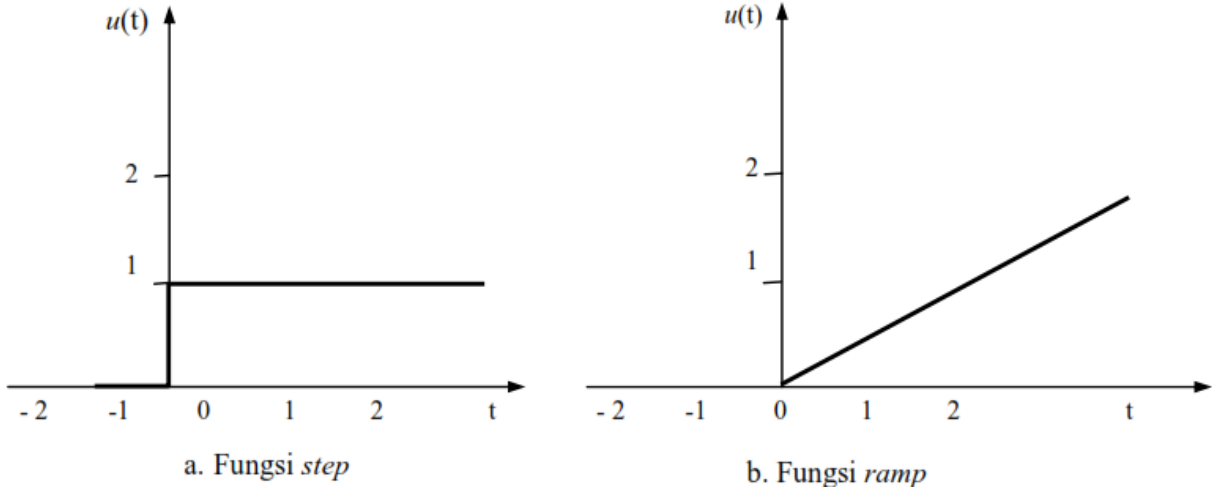
$$f(t) \in (-\infty, \infty) \quad (1)$$

Fungsi Step dan Fungsi Ramp (tanjak)

Dua contoh sederhana pada sinyal kontinyu 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 $t \geq 0$.



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

Untuk suatu sinyal waktu-kontinu $x(t)$, hasil kali $x(t)u(t)$ sebanding dengan $x(t)$ untuk $t \geq 0$ 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 $t \geq 0$, *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 kontinu $x(t)$ 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

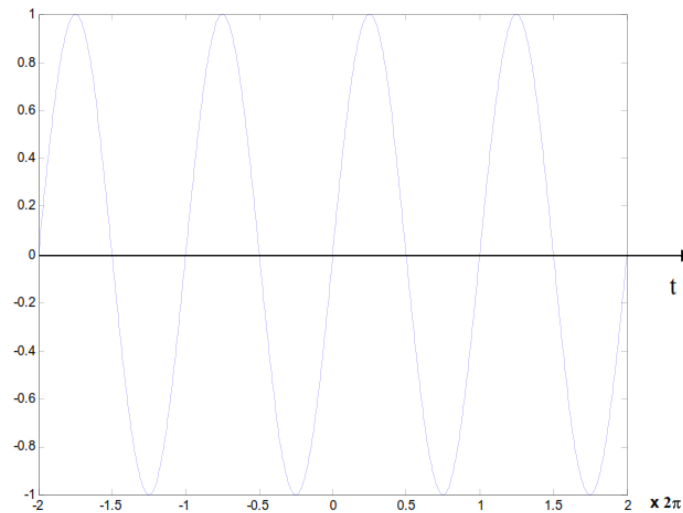
$$x(t) = A \cos(\omega t + \theta) \quad (5)$$

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.



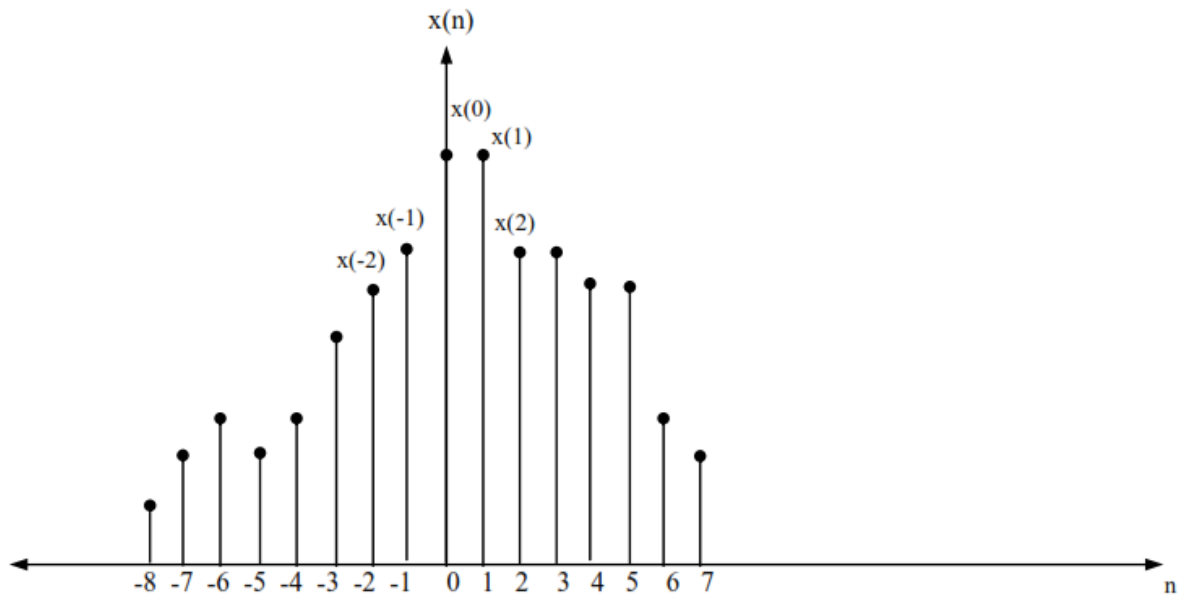
Gambar 3 Sinyal periodik sinusoida

2.3 Sinyal Diskrit

Pada teori system diskrit, lebih ditekankan pada pemrosesan sinyal yang berderetan. Pada sejumlah nilai x , dimana nilai yang ke- x pada deret $x(n)$ akan dituliskan secara formal sebagai:

$$x = \{x(n)\}; \quad -\infty < n < \infty \quad (7)$$

Dalam hal ini $x(n)$ menyatakan nilai yang ke- n dari suatu deret, persamaan (7) biasanya tidak disarankan untuk dipakai dan selanjutnya sinyal diskrit diberikan seperti Gambar (4) Meskipun absis digambar sebagai garis yang kontinyu, sangat penting untuk menyatakan bahwa $x(n)$ hanya merupakan nilai dari n . Fungsi $x(n)$ tidak bernilai nol untuk n yang bukan integer; $x(n)$ secara sederhana bukan merupakan bilangan selain integer dari n .



Gambar 4. Penggambaran secara grafis dari sebuah sinyal waktu diskrit

Sinyal waktu diskrit mempunyai beberapa fungsi dasar seperti berikut:

- **Sekuen Impuls**



Gambar 5. Sinyal impuls

Deret unit sample (unit-sampel sequence), $d(n)$, dinyatakan sebagai deret dengan nilai

$$\delta(n) = \begin{cases} 0, & n \neq 0 \\ 1, & n = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Deret unit sample mempunyai aturan yang sama untuk sinyal diskrit dan system dnegan fungsi impuls pada sinyal kontinyu dan system. Deret unit sample biasanya disebut dengan impuls diskrit (diecrete-time impuls), atau disingkat impuls (impulse).

- **Sekuen Step**

Deret unit step (unit-step sequence), $u(n)$, mempunyai nilai:

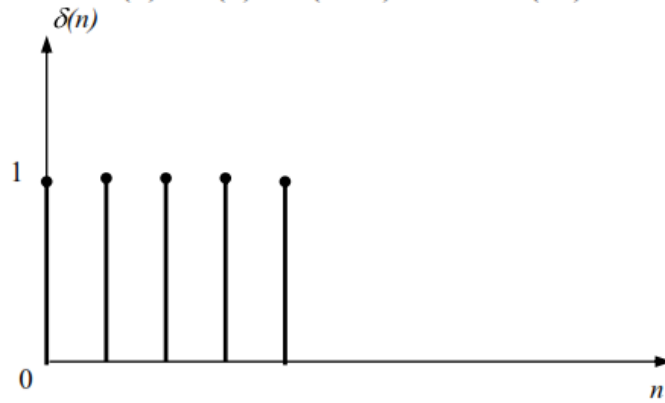
$$u(n) = \begin{cases} 1, n \geq 0 \\ 0, n < 0 \end{cases} \quad (9)$$

Unit step dihubungkan dengan unit sample sebagai:

$$u(n) = \sum_{k=-\infty}^n \delta(k) \quad (10)$$

Unit sample juga dapat dihubungkan dengan unit step sebagai:

$$\delta(n) = u(n) - u(n-1) \quad (11)$$

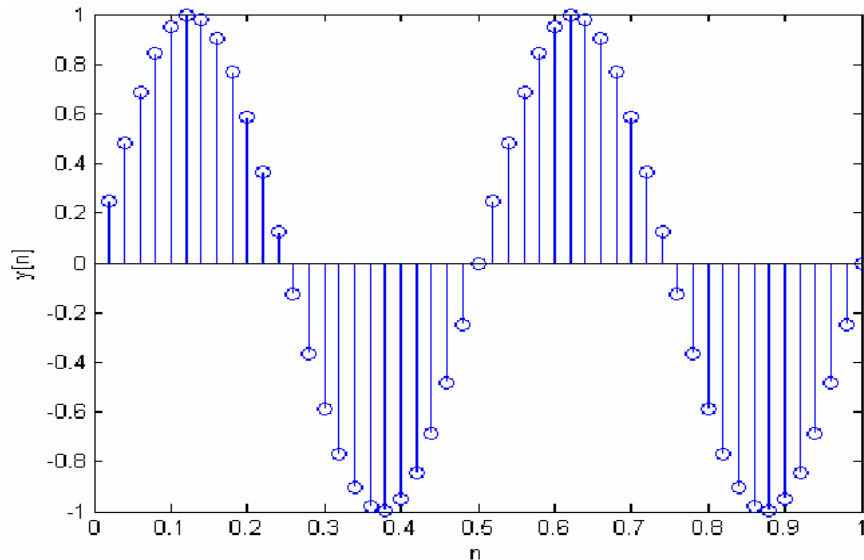


Gambar 3. Sekuen Step

- Sinus Diskrit

Deret eksponensial real adalah deret yang nilainya berbentuk a^n , dimana a adalah nilai real.

Deret sinusoidal mempunyai nilai berbentuk $A \sin(\omega_0 n + \phi)$.



Gambar 5. Sinyal sinus diskrit

Deret $y(n)$ dinyatakan berkala (periodik) dengan nilai periode N apabila $y(n) = y(n+N)$ untuk semua n . Deret sinusoidal mempunyai periode $2\pi/\omega_o$ hanya pada saat nilai real ini berupa berupa bilangan integer. Parameter ω_o akan dinyatakan sebagai frekuensi dari sinusoidal atau eksponensial kompleks meskipun deret ini periodik atau tidak. Frekuensi ω_o dapat dipilih dari nilai jangkauan kontinyu. Sehingga jangkauannya adalah $0 \leq \omega_o \leq 2\pi$ (atau $-\pi \leq \omega_o \leq \pi$) karena deret sinusoidal atau eksponensial kompleks didapatkan dari nilai ω_o yang bervariasi dalam jangkauan $2\pi k \leq \omega_o \leq 2\pi(k+1)$ identik untuk semua k sehingga didapatkan ω_o yang bervariasi dalam jangkauan $0 \leq \omega_o \leq 2\pi$

III. PERANGKAT YANG DIPERLUKAN

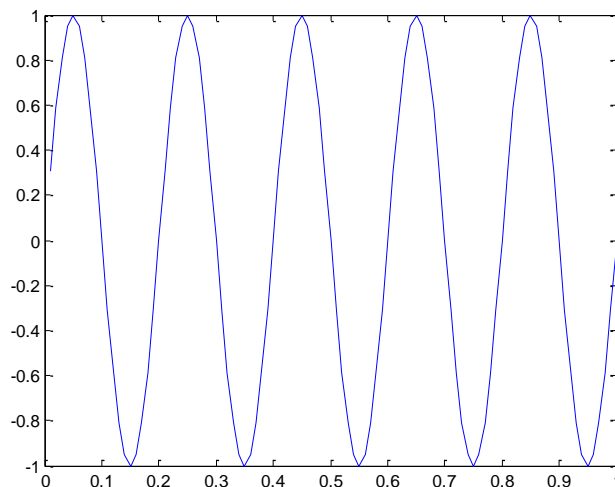
- 1 (satu) buah PC lengkap sound card dan OS Windows
- 1 (satu) disket 3.5 yang berisi perangkat lunak aplikasi MATLAB.

IV. LANGKAH-LANGKAH PERCOBAAN

4.1 Pembangkitan Sinyal Waktu Kontinyu Sinusoida

1. 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 6. Contoh sinyal sinus

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.

2. 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.

3. Coba anda edit kembali program anda sehingga bentuknya persis seperti pada langkah 1, kemudian lanjutkan dengan melakukan perubahan pada nilai amplitudo, sehingga bentuk perintah pada $s1$ menjadi:

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

Coba perhatikan apa yang terjadi? Lanjutkan dengan merubah nilai amplitudo menjadi 4, 5, 6,... sampai 20. Apa pengaruh perubahan amplitudo pada bentuk sinyal sinus?

4. 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);
```

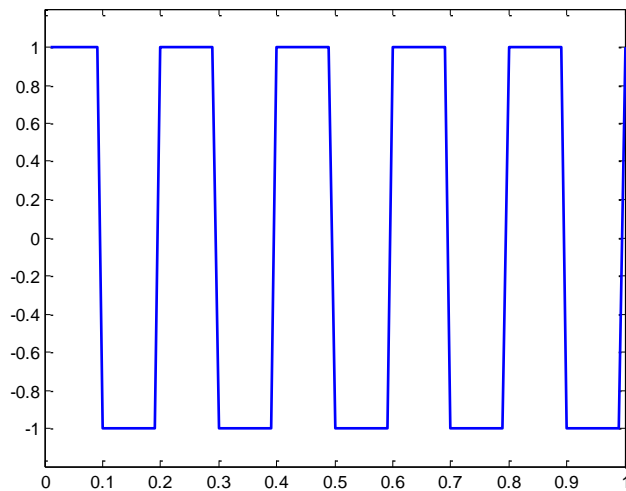
Coba anda perhatikan, apa yang terjadi? Apa yang baru saja anda lakukan adalah merubah nilai fase awal sebuah sinyal dalam hal ini nilai $\theta = \pi/2 = 90^\circ$. Sekarang lanjutkan langkah anda dengan merubah nilai fase awal menjadi 45° , 120° , 180° , dan 225° . Amati bentuk sinyal sinus terbangkit, dan catat hasilnya.

4.2. Pembangkitan Sinyal 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 file baru dan beri nama `coba_kotak.m` 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 7. Contoh sinyal persegi terbangkit

Dari gambar 7 anda dapat melihat sebuah sinyal persegi dengan amplitudo senilai 1 dan frekuensinya sebesar 5 Hz.

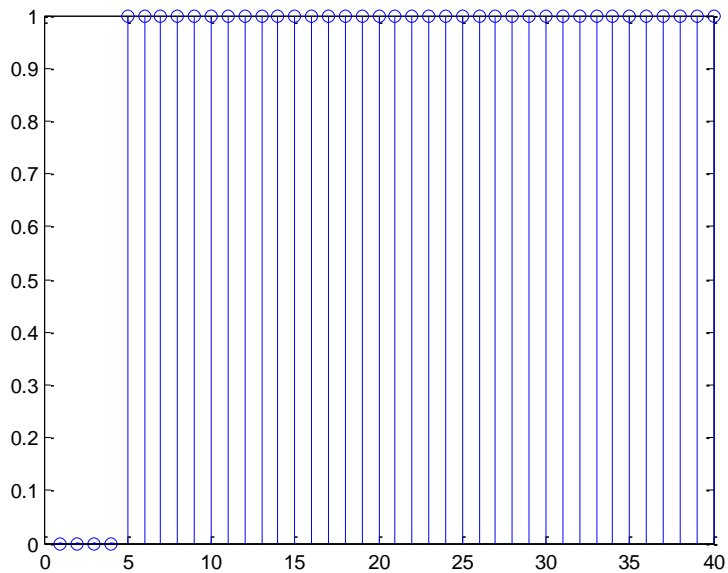
2. Coba anda lakukan satu perubahan dalam hal ini nilai frekuensinya anda rubah menjadi 10 Hz, 15 Hz, dan 20 Hz. Apa yang anda dapatkan?
3. Kembalikan bentuk program menjadi seperti pada langkah pertama, Sekarang coba anda rubah nilai fase awal menjadi menjadi 45° , 120° , 180° , dan 225° . Amati dan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

4.3 Pembangkitan Sinyal Waktu Diskrit, Sekuen Konstan

Disini akan kita lakukan pembangkitan sinyal waktu diskrit. Sebagai langkah awal kita mulai dengan membangkitkan sebuah sekuen unit step. Sesuai dengan namanya, unit step berarti nilainya adalah satu satuan. Untuk itu anda ikuti langkah berikut ini.

1. Buat program baru dan anda ketikkan perintah seperti berikut:

```
%File Name: SS1_3.m
%Pembangkitan Unit Step Sekuen
L=input('Panjang Gelombang (>=40)=')
P=input('Panjang Sekuen =')
for n=1:L
    if (n>=P)
        step(n)=1;
    else
        step(n)=0;
    end
end
x=1:L;
stem(x,step)
```



Gambar 8. Contoh sekuen step terbangkit

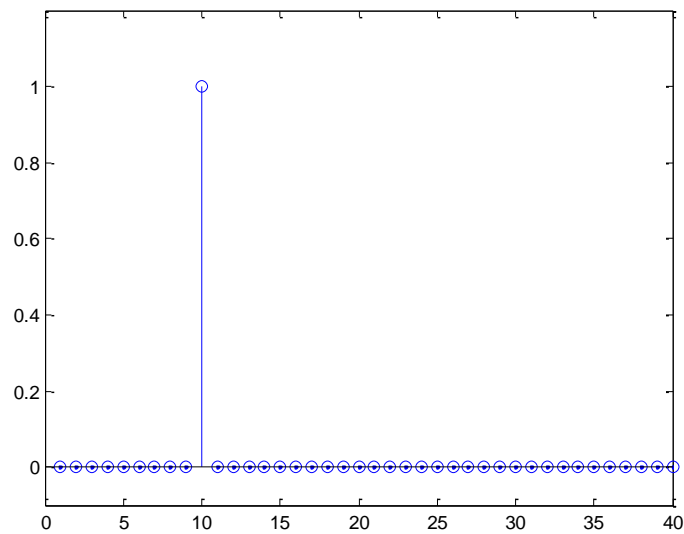
2. Anda ulangi langkah pertama dengan cara me-*run* program anda dan masukan nilai untuk panjang gelombang dan panjang sekuen yang berbeda-beda. Catat apa yang terjadi?

4.4 Pembangkitan Sinyal Waktu Diskrit, Sekuen Pulsa

Disini akan kita bangkitkan sebuah sinyal waktu diskrit berbentuk sekuen pulsa, untuk itu ikuti langkah berikut ini

1. Buat program baru dengan perintah berikut ini.

```
%File Name: SS1_5.m
%Pembangkitan Sekuen Pulsa
L=input('Panjang Gelombang (>=40)=')
P=input('Posisi Pulsa =')
for n=1:L
    if (n==P)
        step(n)=1;
    else
        step(n)=0;
    end
end
x=1:L;
stem(x,step)
axis([0 L -.1 1.2])
```



Gambar 8. Contoh sekuen pulsa terbangkit

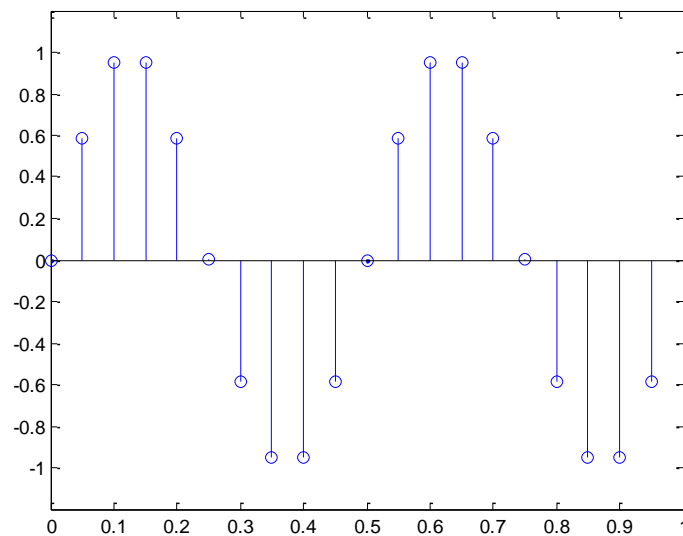
2. Jalankan program diatas berulang-ulang dengan catatan nilai L dan P dirubah-subah sesuai kehendak anda, perhatikan apa yang terjadi? Catat apa yang anda lihat.

3. Pembentukan Sinyal Sinus waktu Diskrit

Pada bagian ini kita akan dicoba untuk membuat sebuah sinyal sinus diskrit. Secara umum sifat dasarnya memiliki kemiripan dengan sinus waktu kontinyu. Untuk itu ikuti langkah berikut

1. Buat program baru dengan perintah seperti berikut.

```
%sin_dikrit1.m
Fs=20;%frekuensi sampling
t=(0:Fs-1)/Fs;%proses normalisasi
s1=sin(2*pi*t*2);
stem(t,s1)
axis([0 1 -1.2 1.2])
```



Gambar 9. Contoh sinus diskrit

2. Lakukan perubahan pada nilai F_s , sehingga bernilai 30, 40, 50, 60, 70, dan 80. Catat apa yang terjadi ?
3. Lakukan perubahan pada nilai F_s , sehingga bernilai 18, 15, 12, 10, dan 8. Catat apa yang terjadi?

4.2. 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 file kuat_1.m seperti berikut

```
%File Name: kuat_1.m
%Description: how to read and play a wav file
y1=wavread('gundul.wav'); % sinyal audio yang ada dalam hardisk
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?
- 3.

5. DATA DAN ANALISA

Anda telah melakukan berbagai langkah untuk percobaan pembangkitan sinyal sinus baik diskrit maupun kontinyu dan anda juga sudah mempelajari bagaimana membaca audio file *.wav. Yang harus anda lakukan adalah:

1. Jawab setiap pertanyaan yang ada pada setiap langkah percobaan diatas.
2. Coba anda buat sebuah sinyal sinus dan anda simpan menjadi file *.wav