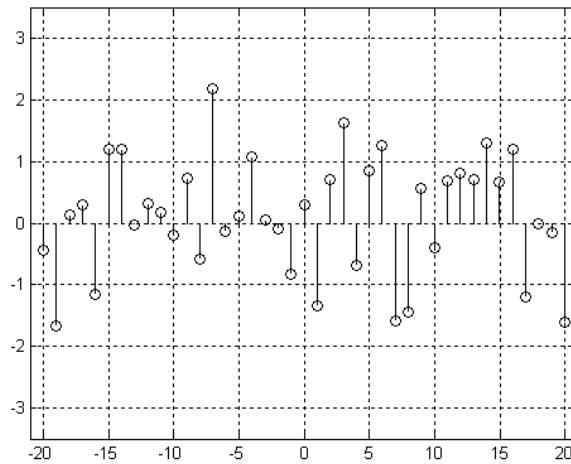


## BAB III SINYAL DAN SISTEM WAKTU DISKRIT

### A. Pengertian Sinyal Waktu Diskrit

Sinyal waktu diskrit merupakan fungsi dari variabel bebas – yaitu waktu – yang mana nilai variabel bebasnya adalah bilangan bulat. Secara mutlak, sinyal waktu diskrit  $x(n)$  tidak didefinisikan untuk  $n$  bukan bilangan bulat.



Gambar 3.1. Contoh sinyal waktu diskrit

Sinyal waktu diskrit dapat ditampilkan dengan beberapa alternatif tampilan :

1. Tampilan bentuk fungsi matematik, seperti :

$$x(n) = 1, \text{ untuk } n = 1, 2, 3 \\ = 0, \text{ untuk lainnya}$$

2. Tampilan dalam bentuk tabel, seperti :

n	0	1	2	3	4	5
x(n)	2	3	5	6	-2	7

3. Tampilan dalam bentuk barisan (*sequence*), seperti :

$$x(n) = \{ \dots, 0, 0, 1, 4, 1, 0, 0, \dots \};$$



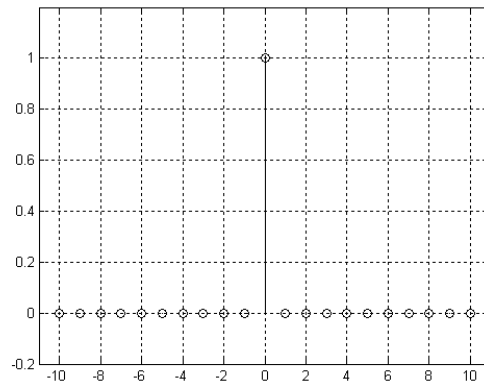
tanda panah berarti tanda untuk  $n = 0$

## B. Sinyal Waktu Diskrit Elementer

Dalam pembahasan tentang sinyal dan sistem waktu diskrit, terdapat beberapa sinyal yang sering muncul dan memainkan peranan penting. Sinyal-sinyal itu adalah:

1. Impuls satuan (*unit impulse*), didefinisikan sebagai

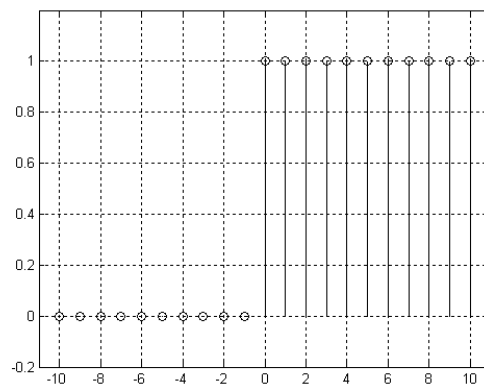
$$\begin{aligned}\delta(n) &= 1 \text{ untuk } n = 0 \\ &= 0 \text{ untuk } n \text{ yang lain}\end{aligned}$$



Gambar 3.2. Sinyal impuls satuan

2. Undak satuan (*unit step*), didefinisikan sebagai

$$\begin{aligned}u(n) &= 1 \text{ untuk } n \geq 0 \\ &= 0 \text{ untuk } n < 0\end{aligned}$$

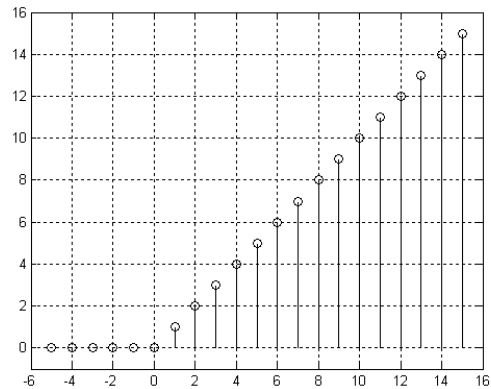


Gambar 3.3. Sinyal undak satuan

3. Ramp satuan (*unit ramp*), didefinisikan sebagai

$$u_r(n) = n \text{ untuk } n \geq 0$$

$$= 0 \text{ untuk } n < 0$$



Gambar 3.4. Sinyal ramp satuan

4. Sinyal eksponensial, yaitu sinyal yang berbentuk

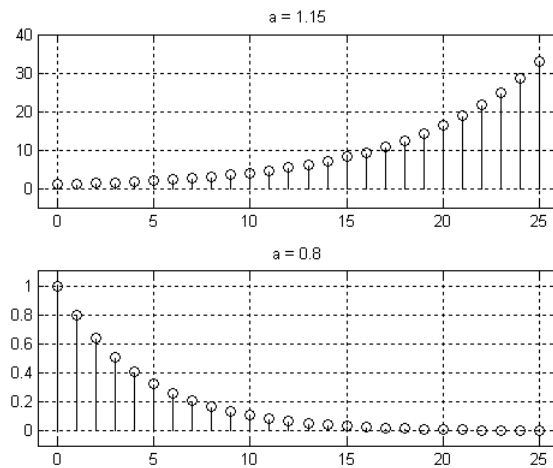
$$x(n) = a^n$$

untuk seluruh  $n$ , dengan  $a$  bilangan riil maupun kompleks.

Jika  $a$  bilangan riil, maka  $x(n)$  adalah sinyal riil. Jika  $a$  adalah bilangan kompleks, maka  $a$  dapat dinyatakan sebagai :

$$a \equiv r e^{j\theta},$$

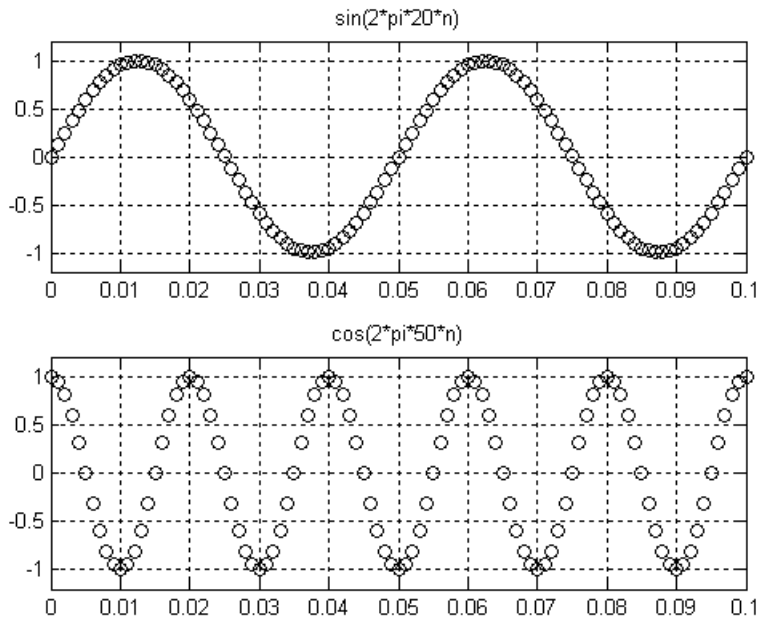
dengan  $r$  dan  $\theta$  adalah parameter.



Gambar 3.5. Contoh sinyal eksponensial

Sinyal sinus dan sinyal kosinus termasuk sinyal eksponensial, sebagaimana dinyatakan oleh rumus Euler :

$$\cos(n) = \frac{(e^{jn} + e^{-jn})}{2} \quad \sin(n) = \frac{(e^{jn} - e^{-jn})}{2j}$$



Gambar 3.6. Contoh sinyal sinus dan kosinus

### C. Periodisitas

Suatu sinyal waktu diskrit dikatakan sinyal periodik jika memenuhi kriteria:

$$x(n + N) = x(n) \quad (3.1)$$

untuk seluruh  $n$ , dengan  $N =$  periode. Adapun sinyal sinus waktu diskrit yang dirumuskan sebagai:

$$x(n) = \sin(\Omega n) \text{ untuk seluruh } n$$

tidak selalu periodik, kecuali memenuhi:

$$\sin[\Omega (n + N)] = \sin(\Omega n)$$

untuk seluruh  $n$  dan  $N$  integer. Untuk membuat dua sinyal sinus menjadi sama, maka  $\Omega N$  harus sama dengan  $2\pi$  atau kelipatan dari  $2\pi$ , sehingga sinyal sinus adalah periodik jika  $2\pi/\Omega$  menghasilkan bilangan bulat.

Berikut ini contoh-contoh soal yang dikerjakan dengan Matlab.

Contoh 3.6:

Buatlah sinyal-sinyal berikut dengan Matlab :

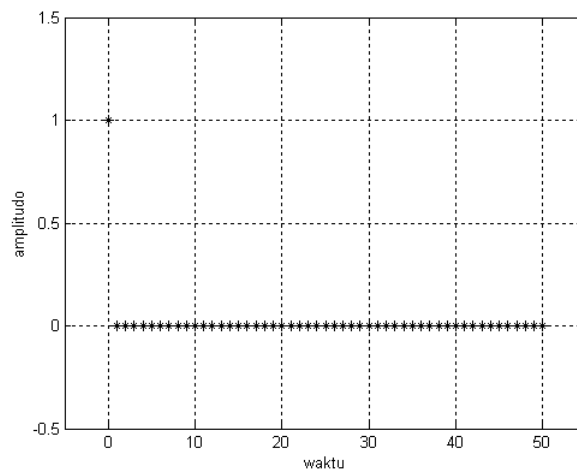
- a. Impuls satuan (*unit impulse*)
- b. Undak satuan (*unit step*)
- c. Ramp satuan (*unit ramp*)
- d. Eksponensial :  $(-0.95)^n$
- e. Undak satuan tertunda 20 sampel

Panjang masing-masing sinyal adalah 51 sampel, dengan periode cuplik 1 detik.

Jawab:

Berikut ini adalah program dalam Matlab, juga gambar hasil *running* program. Program-program berikut dibuat dengan Matlab 6, tetapi juga masih bisa dijalankan pada Matlab 5.3.

```
% Menampilkan sinyal Unit Impuls
n = 0:50;
impuls = [1, zeros(1,50)];
plot(n,impuls,'k*'), grid;
xlabel('waktu'), ylabel('amplitudo');
axis([-5 55 -0.5 1.5]);
```

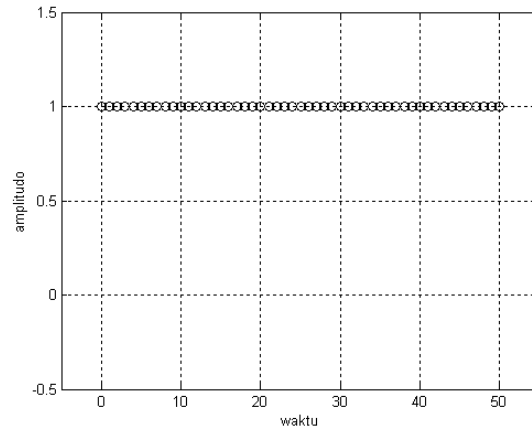


Gambar 3.18. Sinyal impuls satuan

```

% Menampilkan sinyal undak satuan (Unit Step)
n = 0:50;
undak = ones(1,51);
plot(n,undak,'ko'), grid;
xlabel('waktu'), ylabel('amplitudo');
axis([-5 55 -0.5 1.5]);

```

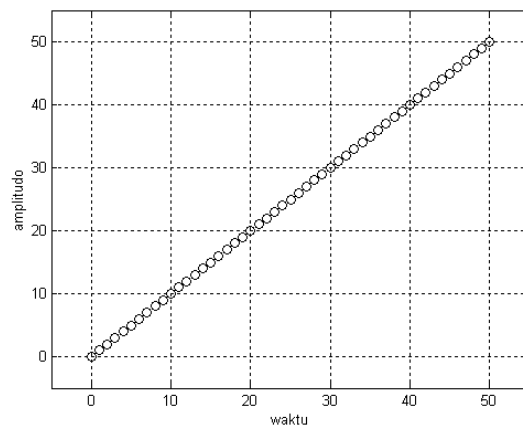


Gambar 3.19. Sinyal undak satuan

```

% Menampilkan sinyal Unit Ramp
n = 0:50;
r = n;
plot(n,r,'ko'), grid;
xlabel('waktu'), ylabel('amplitudo');
axis([-5 55 -5 55]);

```

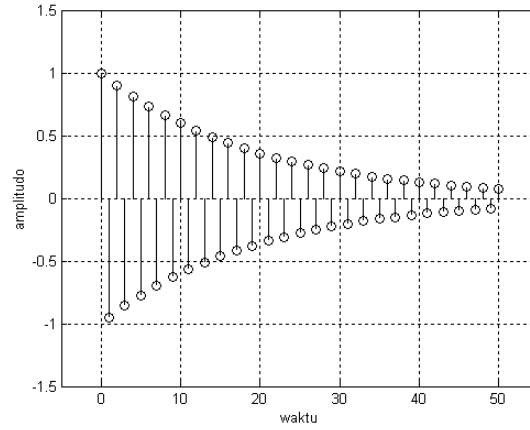


Gambar 3.20. Sinyal ramp satuan

```

% Menampilkan Sinyal Eksponensial
n = 0:50;
eks1 = (-0.95).^n;
stem(n,eks1,'k'), grid;
xlabel('waktu'), ylabel('amplitudo');
axis([-5 55 -1.5 1.5]);

```

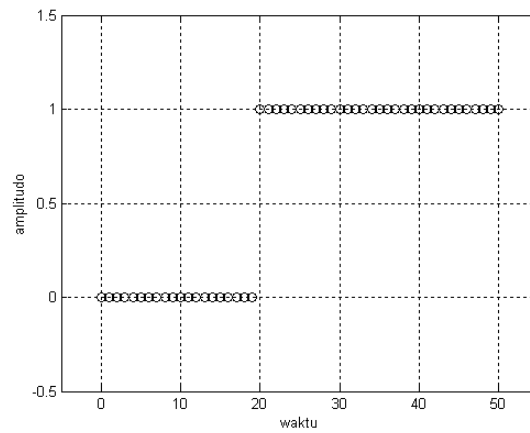


Gambar 3.21. Sinyal eksponensial

```

% Menampilkan sinyal Unit Step Tertunda
n = 0:50;
tunda = 20;
k = length(n) - tunda;
z = zeros(1,tunda);
x = [z, ones(1,k)];
plot(n,x,'ko'), grid;
xlabel('waktu'), ylabel('amplitudo');
axis([-5 55 -0.5 1.5]);

```



Gambar 3.22. Sinyal undak satuan tertunda