



OPERASI KONVOLUSI SINYAL

Dr. R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.

Pendahuluan

- Operasi Konvolusi Sinyal menggambarkan tanggapan (*response*) dari suatu masukan sinyal x pada suatu sinyal sistem h (tanggapan cuplik satuan/*unit sample response*).
- Operasi konvolusi merupakan operasi pada dua buah sinyal yang menggabungkan beberapa operasi sinyal dasar, yaitu:
 1. Pencerminkan
 2. Perkalian
 3. Pergeseran
 4. Penjumlahan

Persamaan Konvolusi Sinyal Diskret

Konvolusi antara dua sinyal diskrit $x[n]$ dan $h[n]$ dapat dinyatakan sebagai

$$y[n] = x[n] * h[n] = \sum_{k=-\infty}^{k=+\infty} x[k] \cdot h[n - k]$$

Contoh soal:

$$x[n] = \{2, 1, 2, 1, 1, 0\}$$

$$h[n] = \{1, 0, 1, 2, 2, 1\}$$

Panjang konvolusi $P = M + L - 1 = 6 + 6 - 1 = 11$

Dimana $M =$ ukuran sinyal x

$L =$ ukuran sinyal h

langkah-langkah konvolusi :

Tentukan pencerminan sinyal kedua $h[-k]$ yaitu:

$$h[-k] = \{1, 2, 2, 1, 0, 1, 0, 0, 0\}$$

1. Metode Pergeseran Sinyal

Untuk $n = 0$, $h[-k]$ digeser sejauh 0

k	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	
$x[k]$	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	0	↓
$h[-k]$	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	x
	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	=
	→											+
												2

$y[0] = 2$

Untuk $n = 1$, $h[-k]$ digeser sejauh 1

k	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	
$x[k]$	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	0	↓
$h[1-k]$	0	1	2	2	1	0	1	0	0	0	0	x
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	=
	→											+
												1

$y[1] = 1$

Untuk $n = 2$, $h[-k]$ digeser sejauh 2

k	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	↓	
$x[k]$	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	0		
$h[2-k]$	0	0	1	2	2	1	0	1	0	0	0		x
	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0		=
												→	+
													4

$y[2] = 4$

Untuk $n = 3$, $h[-k]$ digeser sejauh 3

k	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	↓	
$x[k]$	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	0		
$h[3-k]$	0	0	0	1	2	2	1	0	1	0	0		x
	0	0	0	0	0	4	1	0	1	0	0		=
												→	+
													6

$y[3] = 4$

Untuk $n = 4$, $h[-k]$ digeser sejauh 4

k	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
$x[k]$	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	0	↓	
$h[4 - k]$	0	0	0	0	1	2	2	1	0	1	0	x	
	0	0	0	0	0	4	2	2	0	1	0	=	
	→											+	9

$y[4] = 9$

Untuk $n = 5$, $h[-k]$ digeser sejauh 5

k	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5		
$x[k]$	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	0	↓	
$h[5 - k]$	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	1	x	
	0	0	0	0	0	2	2	4	1	0	0	=	
	→											+	9

$y[5] = 9$

Untuk $n = 6$, $h[-k]$ digeser sejauh 6

k	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	
$x[k]$	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	0	↓
$h[6-k]$	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	x
	0	0	0	0	0	0	1	4	2	1	0	=
												+ 8

$y[6] = 8$

Untuk $n = 7$, $h[-k]$ digeser sejauh 7

k	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	
$x[k]$	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	0	↓
$h[7-k]$	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	x
	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	=
												+ 6

$y[7] = 6$

Untuk $n = 10$, $h[-k]$ digeser sejauh 10

k	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	
$x[k]$	0	0	0	0	0	2	1	2	1	1	0	↓
$h[10 - k]$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	=
												+
	→											
	$y[10] = 1$											

Sehingga diperoleh

$$y[n] = \{2, 1, 4, 6, 9, 9, 8, 6, 3, 1, 0\}$$

2. Metode Matriks

	$x[0]$	$x[1]$	$x[2]$	$x[3]$	$x[4]$
$h[0]$	$h[0].x[0]$	$h[0].x[1]$	$h[0].x[2]$	$h[0].x[3]$	$h[0].x[4]$
$h[1]$	$h[1].x[0]$	$h[1].x[1]$	$h[1].x[2]$	$h[1].x[3]$	$h[1].x[4]$
$h[2]$	$h[2].x[0]$	$h[2].x[1]$	$h[2].x[2]$	$h[2].x[3]$	$h[2].x[4]$
$h[3]$	$h[3].x[0]$	$h[3].x[1]$	$h[3].x[2]$	$h[3].x[3]$	$h[3].x[4]$
$h[4]$	$h[4].x[0]$	$h[4].x[1]$	$h[4].x[2]$	$h[4].x[3]$	$h[4].x[4]$

Pembacaan nilai $y[n]$ dari tabel diatas dilakukan secara silang.

$$y[0] = h[0].x[0]$$

$$y[1] = h[1].x[0] + h[0].x[1]$$

$$y[2] = h[2].x[0] + h[1].x[1] + h[0].x[2]$$

.....

$$y[8] = h[4].x[3] + h[3].x[4]$$

$$x[n] = \{2, 1, 2, 1, 1, 0\}$$

$$h[n] = \{1, 0, 1, 2, 2, 1\}$$

$x[k]$						
$h[k]$	2	1	2	1	1	0
1	2	1	2	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0
1	2	1	2	1	1	0
2	4	2	4	2	2	0
2	4	2	4	2	2	0
1	2	1	2	1	1	0

$$y[n] = \{2, 1, 4, 6, 9, 9, 8, 6, 3, 1, 0\}$$

$$y[0] = 2$$

$$y[1] = 0 + 1$$

$$y[2] = 2 + 0 + 2$$

$$y[3] = 4 + 1 + 0 + 1$$

$$y[4] = 4 + 2 + 2 + 0 + 1$$

$$y[5] = 2 + 2 + 4 + 1 + 0 + 0$$

$$y[6] = 1 + 4 + 2 + 1 + 0$$

$$y[7] = 2 + 2 + 2 + 0$$

$$y[8] = 1 + 2 + 0$$

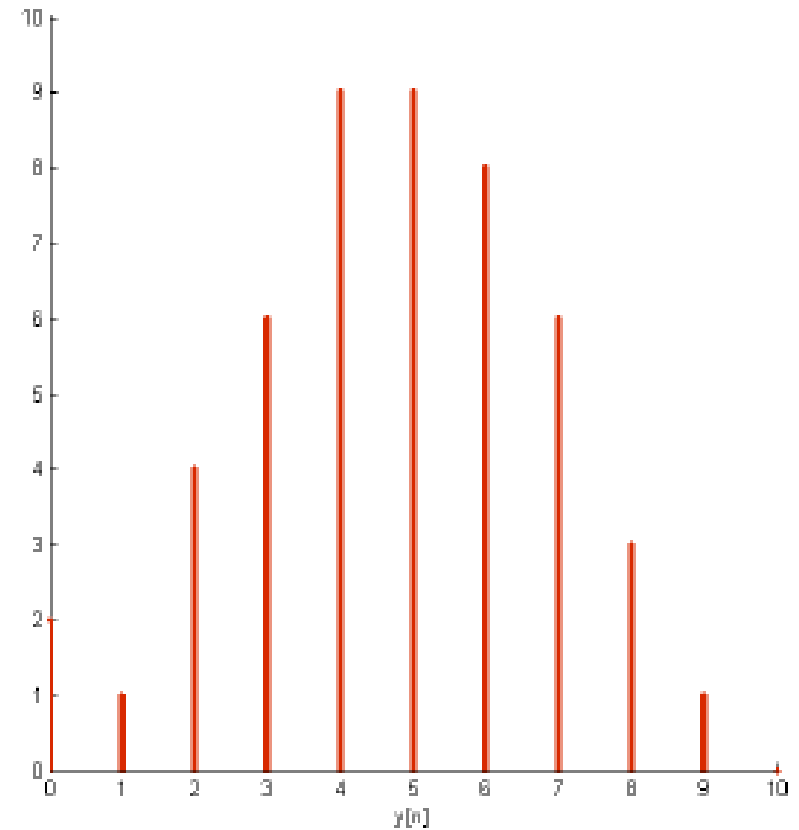
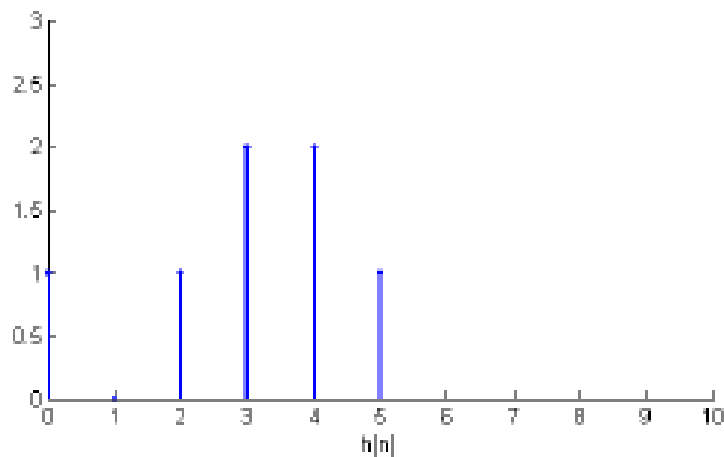
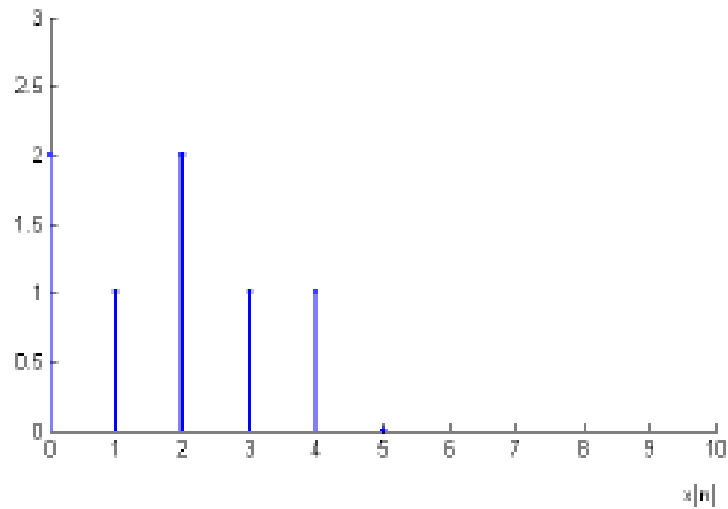
$$y[9] = 1 + 0$$

$$y[10] = 0$$

$$x[n] = \{2, 1, 2, 1, 1, 0\}$$

$$h[n] = \{1, 0, 1, 2, 2, 1\}$$

$$y[n] = \{2, 1, 4, 6, 9, 9, 8, 6, 3, 1, 0\}$$



Konvolusi Menggunakan Matlab

```
xn=[2 1 2 1 1 0];  
hn=[1 0 1 2 2 1];  
yn=conv(x,h);
```

Command Window

```
>>  
xn=[2 1 2 1 1 0];  
hn=[1 0 1 2 2 1];  
yn=conv(x,h);  
>> xn  
  
xn =  
  
     2     1     2     1     1     0  
  
>> hn  
  
hn =  
  
     1     0     1     2     2     1  
  
>> yn  
  
yn =  
  
     2     1     4     6     9     9     8     6     3     1     0  
  
>>
```

PR (dikumpul sebelum UTS)

1. Gunakan Metode Pergeseran Sinyal dan Metode Matriks untuk menyelesaikan konvolusi dari sinyal berikut.

$$x[n] = [2 \ 1 \ 3 \ 1 \ 0 \ 2]$$

$$h[n] = [1 \ 1 \ 0 \ 2 \ 3 \ 0 \ 1]$$

2. Bagaimana perintah dalam Matlab dan cetak hasil konvolusinya, baik secara barisan maupun secara grafis.

Petunjuk: untuk grafik gunakan perintah, misalnya: `stem (n,xn)`; dengan `n = 0:1:5`



Penutup

- Ada Pertanyaan
- Terima kasih