

Dasar-dasar FIR Filter

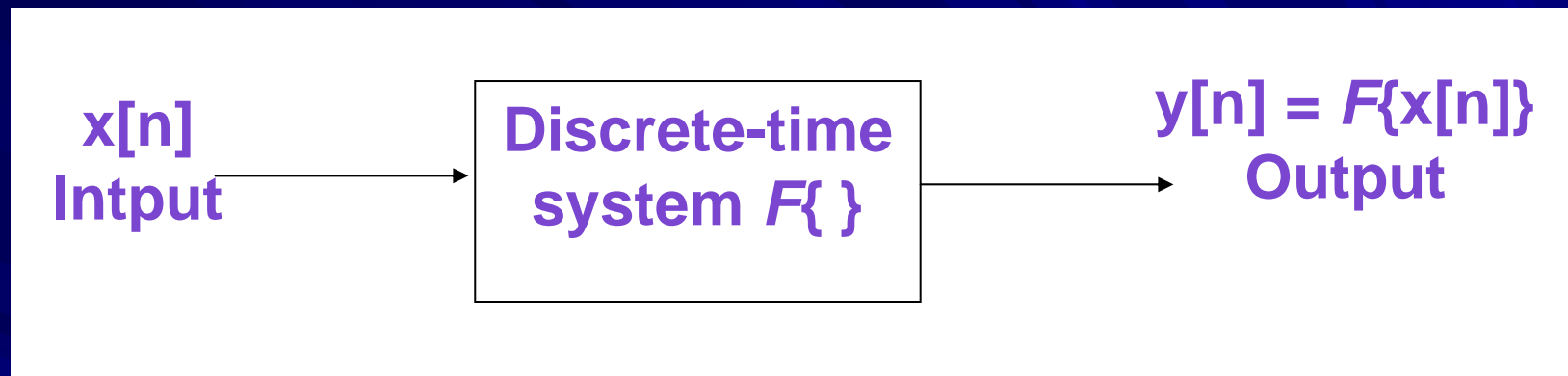
Oleh:

Tri Budi Santoso

Laboratorium Sinyal

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya-ITS

Discrete Time System



Proses komputasi untuk mentransformasi suatu sekuen, yang selanjutnya disebut sebagai input. Ke dalam suatu sekuen bentuk lain yang selanjutnya disebut sebagai output.

Secara matematis:

$$y[n] = F\{x[n]\}$$

Contoh untuk $y[n] = F\{x[n]\}$

- bisa juga dalam bentuk yang lebih mudah sebagai:

$$y[0] = 1/3 (x[0] + x[1] + x[2])$$

$$y[1] = 1/3 (x[1] + x[2] + x[3])$$

.....

$$y[n] = 1/3 (x[n] + x[n+1] + x[n+3])$$

- Misal untuk $\{x[0], x[1], x[2]\} \rightarrow \{2,4,6\}$ untuk suatu kondisi $0 \leq n \leq 4$

- Akan memberikan:

$$y[0] = 1/3 (2 + 4 + 6) = 4$$

dst...

Contoh lain untuk: $y[n] = F\{x[n]\}$

$$y[n] = 1/3 (x[n] + x[n-1] + x[n-2])$$

dalam bentuk yang lebih mudah sebagai:

$$y[0] = 1/3 (x[0] + x[-1] + x[-2])$$

$$y[1] = 1/3 (x[1] + x[0] + x[-1])$$

.....

$$y[n] = 1/3 (x[n] + x[n-1] + x[n-2])$$

Misal untuk $\{x[0], x[1], x[2]\} \rightarrow \{2,4,6\}$ untuk suatu kondisi $0 \leq n \leq 4$

■ Akan memberikan:

$$y[0] = 1/3 (2 + 0 + 06) = 2/3$$

dst...

Bentuk umum FIR Filter

- Suatu persamaan beda memiliki bentuk umum sebagai:

$$y[n] = \sum_{k=0}^M b_k x[n-k]$$

- misal ini akan diimplementasikan ke suatu FIR filter dengan koefisien $\{b_k\} = \{3, -1, 2, 1\}$
- maka kita memiliki suatu sekuen 4 dengan $M=3$. Hal ini diekspansi ke dalam bentuk persamaan beda 4-titik menjadi:

$$\begin{aligned} y[n] &= \sum_{k=0}^3 b_k x[n-k] \\ &= 3x[n] - x[n-1] + 2x[n-2] + x[n-3] \end{aligned}$$

- $M \rightarrow$ disebut orde filter
- $L \rightarrow$ koefisien filter, yang juga disebut sebagai panjang filter, besarnya $L=M+1$

■ Suatu sinyal input:

$$x[n] = \begin{cases} (1.02)^n + 0.5 \cos(2\pi n / 8 + \pi / 4) & ; 0 \leq n \leq 40 \\ 0 & ; \text{yang lain} \end{cases}$$

Misal dalam hal ini kita tetapkan bahwa $\{b_k\} = \{1,1,1\}$
Untuk $y[n]$ didapatkan sebagai:

$$y_3[n] = \frac{1}{3} \left(\sum_{k=0}^2 x[n-k] \right)$$

Coba rubah $\{b_k\} = \{1,1,1,1,1,1,1\}$, maka akan

$$y_7[n] = \frac{1}{7} \left(\sum_{k=0}^6 x[n-k] \right)$$

- Sekarang kita coba untuk mendapatkan jika $y[n]$ sebagai $y_n[n]$ secara umum:

$$y_n[n] = \frac{1}{n} \left(\sum_{k=0}^{n-1} x[n-k] \right)$$

bentuk sekuen $\{bk\}$ \rightarrow "menjadi suatu sekuen $h[k]$ "
maka akan didapatkan sebagai:

$$y[n] = \left(\sum_{k=0}^M h[k] x[n-k] \right)$$

ini dikenal juga sebagai "*convolution sum*"

Contoh:

$$h[n] = \begin{cases} \frac{1}{11} & n=0,1,2,\dots,10 \\ 0 & \text{yang lain} \end{cases}$$

input dalam hal ini misalnya sebagai berikut:

$$x = \sin(0.07 * \pi * t) + \text{noise Gaussian untuk } (0 \leq t \leq 50)$$

Maka akan kita dapatkan suatu implementasi filter sebagai:

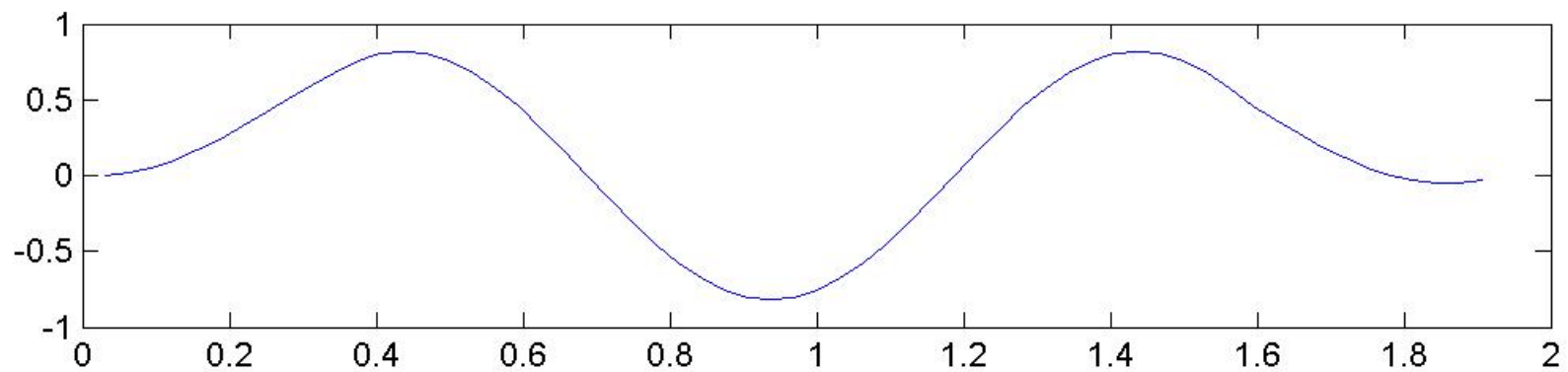
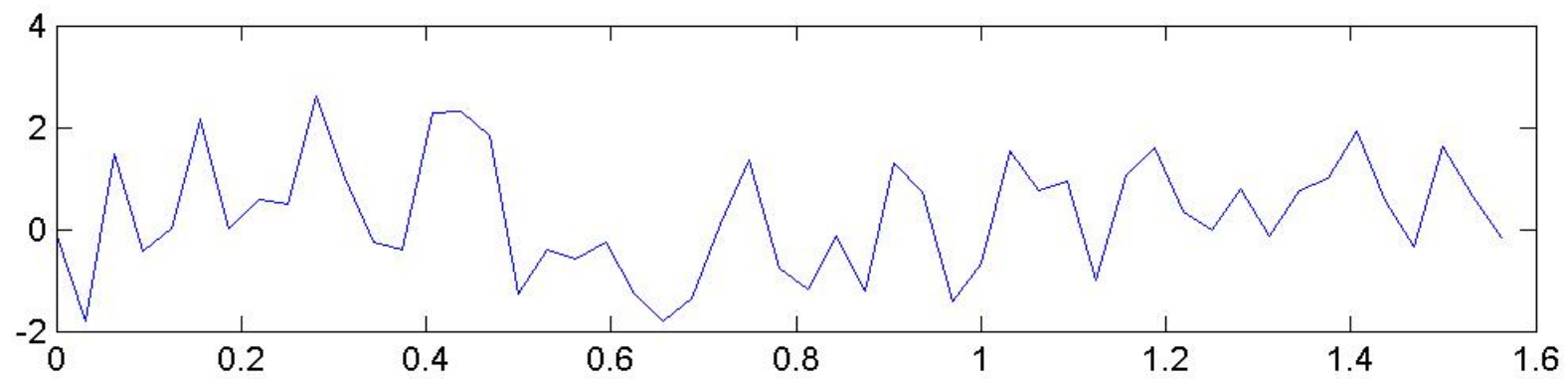
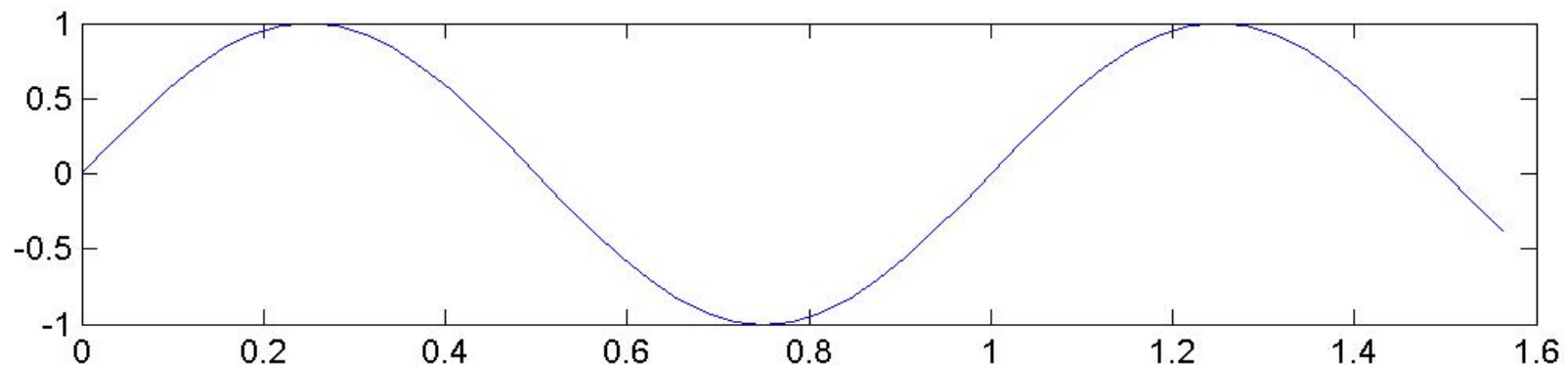
$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} h[k]x[n-k] = \sum_{k=0}^M h[k]x[n-k]$$

Program Matlab

```
t=0:50;  
f=1;  
T=32;  
x=sin(2*pi*t/T);  
subplot(3,1,1);  
plot(t/T,x)
```

```
n=randn(length(t),1);  
x_n=x+n';  
subplot(3,1,2);  
plot(t/T,x_n)
```

```
h=ones(11,1)/11;  
y=conv(h,x);  
tt=length(y);  
ty=1:tt;  
subplot(3,1,3);  
plot(ty/T,y)
```



Implementasi Filter

Perhatikan persamaan filter diatas

$$y[n] = \sum_{k=0}^M b_k x[n - k]$$

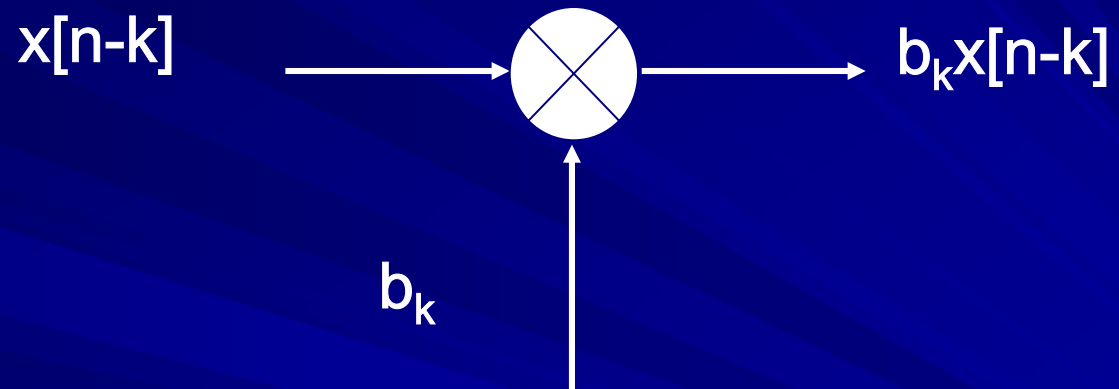
disini menunjukkan ada tiga operasi dasar,
yaitu:

- delay
- perkalian
- penjumlahan

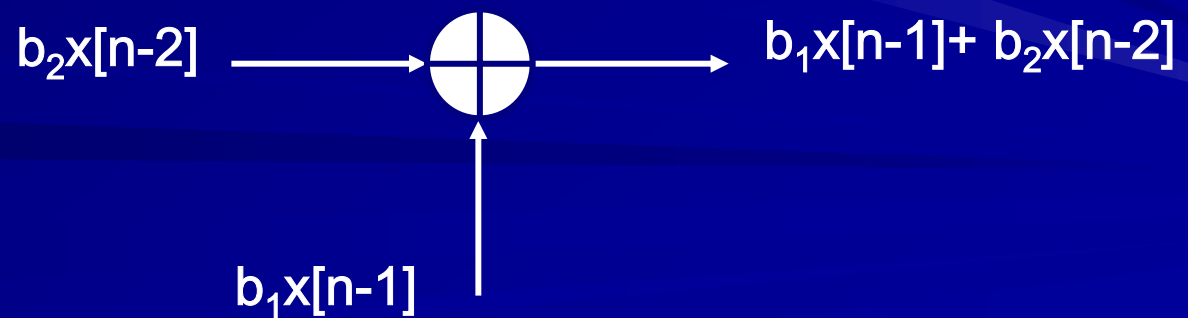
■ Delay



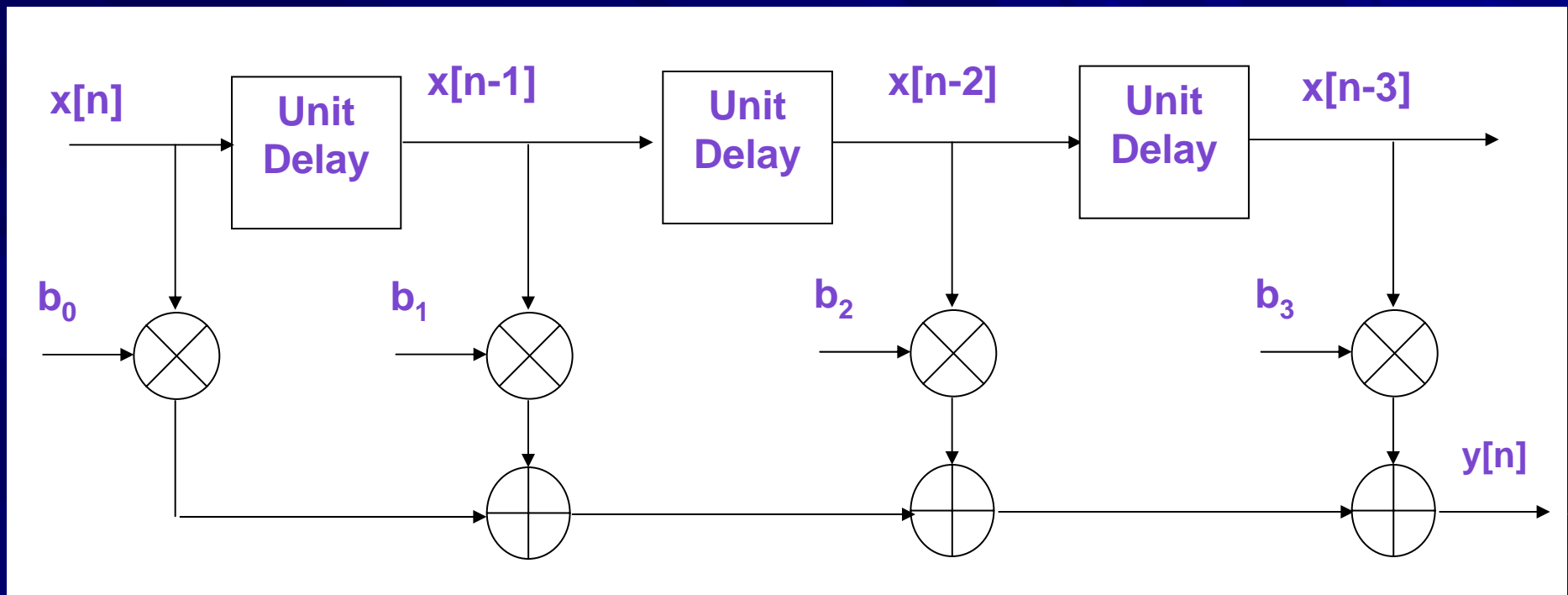
■ Perkalian



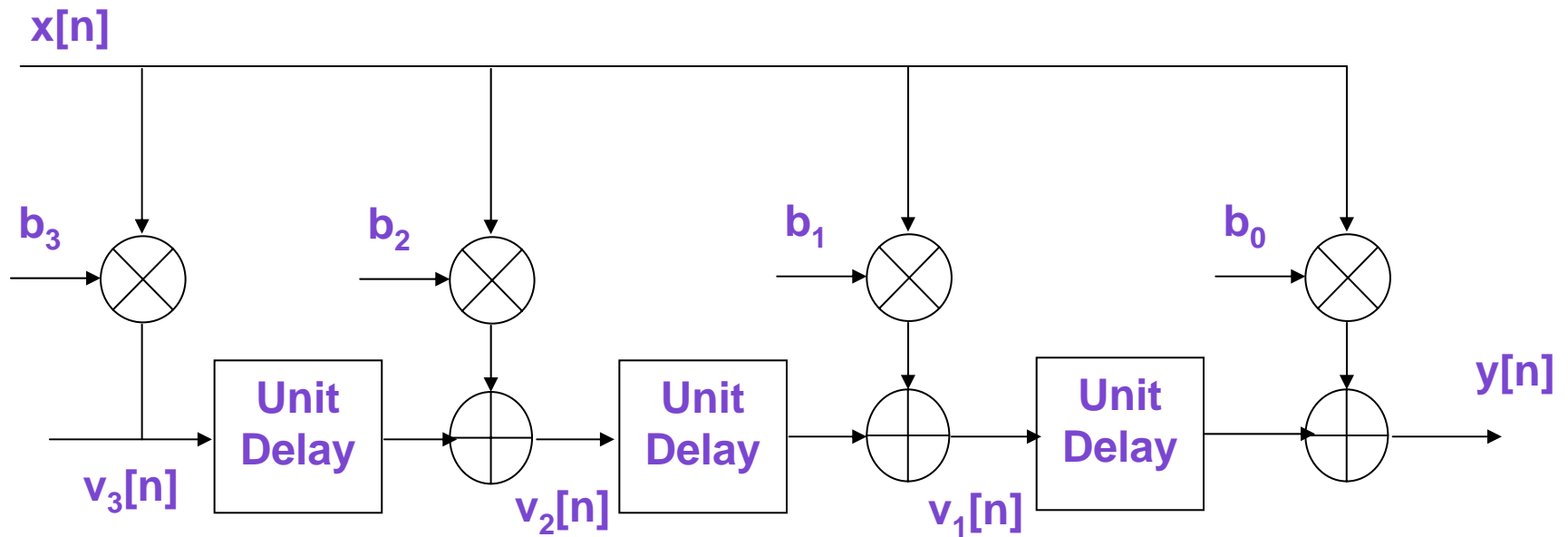
■ penjumlahan



Dalam bentuk diagram blok maka persamaan diatas diwujudkan secara langsung (direct form) sebagai:



Dalam bentuk yang lebih populer (transpose)
dikenal sebagai:



Soal Latihan

1. Suatu sistem linear time invariant digambarkan dengan sebuah persamaan beda berikut ini $y[n] = 2x[n] - 3x[n-1] + 2x[n-2]$

Dengan input adalah:

$$x[n] = \begin{cases} 0 & n < 0 \\ n + 1 & n = 0, 1, 2 \\ 5 - n & n = 3, 4 \\ 1 & n \geq 5 \end{cases}$$

Hitung output $y[n]$ pada rentang nilai $0 \leq n \leq 10$

2. Suatu sistem digambarkan dengan persamaan beda berikut ini:

$$y[n] = 2x[n] - 3x[n-1] + 2x[n-2]$$

Berikan gambaran komponen operator dan dasar diagram blok pembentuk sistem ini

Berikan gambaran diagram blok secara direct form dan transpose sistem FIR diatas