



Telkom
University

Pengolahan Sinyal Digital Lanjut dan Aplikasi (PSDLA) : TTH5I3

**Pertemuan 01B : Review Sinyal dan
Sistem Linier**

Oleh : Koredianto Usman

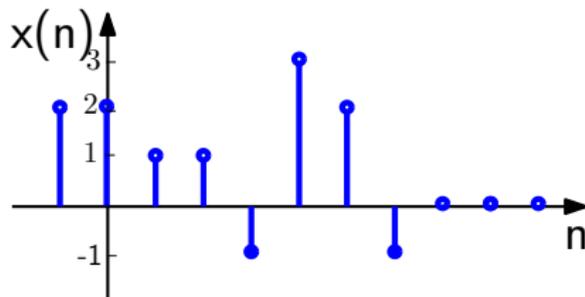
Versi : Juni 2020

Review Sinyal dan Sistem Linier

- 1 Slide ini berisi materi review dari sinyal dan sistem linier
- 2 Review ini diperlukan agar konsep-konsep dasar yang akan dipakai pada MK Pengolahan Sinyal Digital Lanjut ini dapat diketahui oleh peserta didik
- 3 Terdapat dua aspek pada review ini yaitu aspek review sinyal dan aspek review sistem
- 4 Aspek review sinyal membahas tentang persamaan sinyal diskrit
- 5 Aspek review sistem meliputi definisi sistem Linier, Kausal dan Time Invariant, komponen dalam sistem LTI, serta representasi sistem

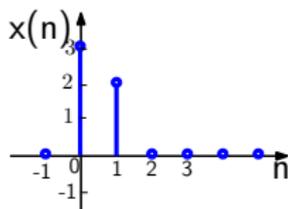
Sinyal diskrit

- 1 Sinyal adalah besaran yang merupakan fungsi ruang dan atau waktu.
- 2 Sinyal dapat statis (tidak berubah terhadap fungsi waktu) dapat pula dinamis (berubah terhadap waktu)
- 3 Sinyal diskrit fungsi waktu adalah sinyal yang hanya ada pada waktu-waktu tertentu.
- 4 Contoh sinyal diskrit fungsi waktu (selanjutnya hanya disebut sebagai sinyal diskrit saja) adalah seperti gambar berikut:



Persamaan Sinyal Diskrit

- 1 Persamaan sinyal diskrit dinyatakan dengan penjumlahan setiap elemennya
- 2 Untuk setiap elemen, persamaan dinyatakan dengan amplitudo dan waktu.
- 3 Perhatikan contoh sinyal dengan dua elemen berikut.

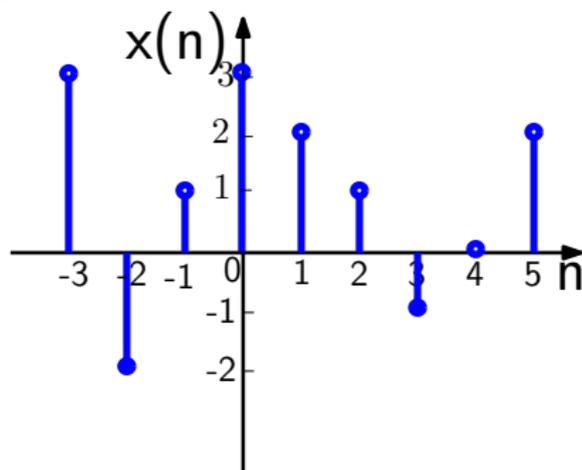


- 4 Elemen pertama **amplitudo 3** dan waktu di **0** $\rightarrow 3\delta(n - 0) = 3\delta(n)$
- 5 Elemen kedua **amplitudo 2** dan waktu di **1** $\rightarrow 2\delta(n - 1)$
- 6 Dengan demikian persamaan sinyal adalah:

$$x(n) = 3\delta(n) + 2\delta(n - 1)$$

Latihan 1

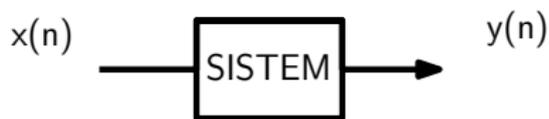
- 1 Tuliskanlah persamaan sinyal berikut:



Jawab:

Sistem

- 1 Sistem adalah perangkat pengolah sinyal
- 2 Terdapat sinyal masuk $x(n)$
- 3 diolah oleh sistem
- 4 diperoleh sinyal keluaran $y(n)$
- 5 Contoh ilustrasi sistem pengolah sinyal seperti gambar.



Sistem

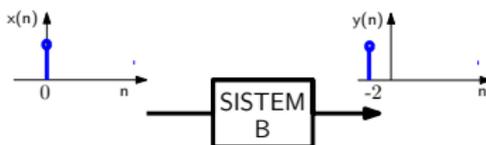
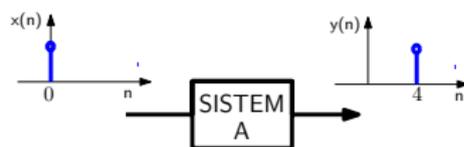
- 1 Ada banyak sekali sistem pengolah sinyal
- 2 Namun kita hanya tertarik pada subset dari sistem pengolah sinyal yang banyak tersebut.
- 3 Subset sistem yang dipelajari adalah sistem yang bersifat:
- 4 Kausal
- 5 Linier
- 6 Time Invariant
- 7 Sistem Yang memenuhi ketiga sifat di atas disebut sistem yang Kausal-Linier-Time-Invariant (KLTI)
- 8 Mari kita lihat definisi dari masing-masing sifat tersebut.

Sistem

- 1 Ada banyak sekali sistem pengolah sinyal
- 2 Namun kita hanya tertarik pada subset dari sistem pengolah sinyal yang banyak tersebut.
- 3 Subset sistem yang dipelajari adalah sistem yang bersifat:
- 4 Kausal
- 5 Linier
- 6 Time Invariant
- 7 Sistem Yang memenuhi ketiga sifat di atas disebut sistem yang Kausal-Linier-Time-Invariant (KLTI)
- 8 Mari kita lihat definisi dari masing-masing sifat tersebut.

Kausal

- 1 Sistem Kausal adalah sistem yang memiliki output yang tidak mendahului input secara waktu.
- 2 Analogi sistem kausal ini adalah sistem memasak air.
- 3 Jika kita memasak air jam 12:00, tentu saja air mendidih adalah setelah pukul 12:00 tersebut (tidak mungkin kurang dari itu)
- 4 Pada contoh ilustrasi di bawah, Sistem A adalah kausal dan sistem B adalah non-kausal. Jelaskan!



Linier

- 1 Sistem Linier adalah sistem hubungan input-outputnya proporsional terhadap penskalaan amplitudo.
- 2 Contoh: Suatu sistem jika diberi input beramplitudo **2** mengeluarkan output beramplitudo **8**. Kemudian jika amplitudo input diduakalikan menjadi **4**, maka jika ternyata output juga menjadi dua kali yaitu **16**, maka sistem ini bersifat LINIER.
- 3 Secara matematis, sifat linier dapat ditulis sebagai:

Input	Output
$x_1(n)$	$\rightarrow y_1(n)$
$x_2(n)$	$\rightarrow y_2(n)$
$ax_1(n) + bx_2(n)$	$\rightarrow ay_1(n) + by_2(n)$
a dan b suatu konstanta	

Time Invariant

- 1 Sistem Time Invariant (TI) adalah sistem yang memiliki proporsionalitas yang sama dalam skala waktu.
- 2 Analogi sederhana dari sistem TI adalah sistem memasak air.
- 3 Jika kita memasak air pukul 12:00 dan mendidih pukul 12:30, maka jika kita memasak air pukul 13:00 maka tentu ia akan mendidih pukul 13:30. Jadi proses bergeser mundur 1 jam, maka output juga bergeser mundur 1 jam.
- 4 Secara matematis, sifat Time Invariant dapat ditulis sebagai:

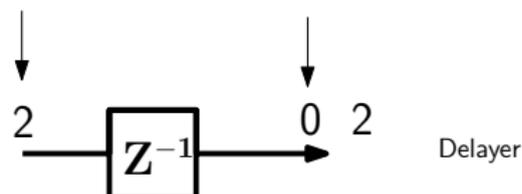
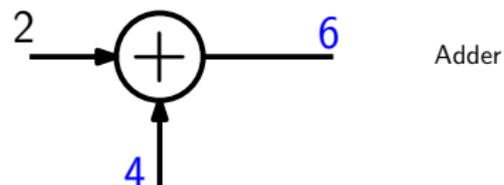
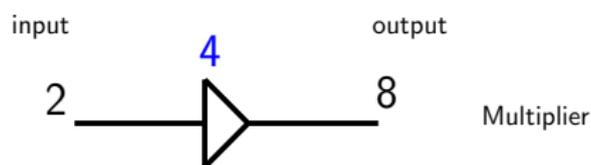
Input		Output
$x(n)$	\rightarrow	$y(n)$
$x(n - p)$	\rightarrow	$y(n - p)$
p suatu konstanta		

Sistem Diskrit KLTl

- 1 Sistem Diskrit KLTl adalah sistem yang mengolah sinyal diskrit DAN
- 2 Bersifat Kausal-Linier-Time Invariant sekaligus
- 3 Komponen pada sistem KLTl ini terdiri dari **Adder**, **Delay**, **Multiplier**
- 4 masing-masing komponen ini bersifat KLTl
- 5 Sistem pengolah sinyal tersusun atas komponen-komponen ini dengan susunan tertentu agar memberikan sifat pengolahan yang diharapkan.
- 6 Sistem Diskrit KLTl ini juga sering disebut dengan **Filter**, karena ia memiliki response spesifik terhadap frekuensi dari sinyal input

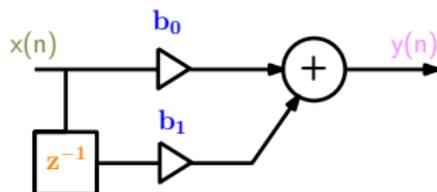
Komponen Sistem Diskrit KLTl

Ilustrasi komponen Multiplier, Adder dan Delayer



Struktur Sistem Diskrit KLTl dan representasi

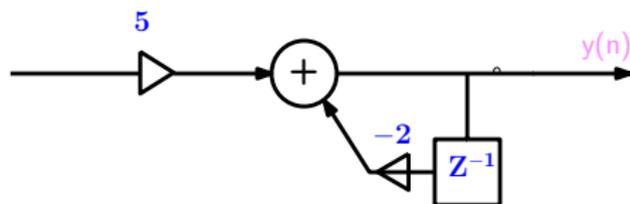
- 1 Tinjau contoh realisasi sistem KLTl berikut:



- 2 dengan contoh ini, maka sistem dapat dinyatakan dalam persamaan input dan output: $y(n) = b_0x(n) + b_1x(n - 1)$
- 3 Jika kita lakukan transformasi Z dari persamaan input-output tersebut, maka kita peroleh: $Y(z) = b_0X(z) + b_1z^{-1}X(z)$, sehingga fungsi transfer sistem dapat ditulis:
- $$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = b_0 + b_1z^{-1}$$
- 4 Jika sistem kita beri input sinyal impuls: $x(n) = \delta(n)$, maka keluaran sistem adalah $h(n) = y(n) = b_0\delta(n) + b_1\delta(n - 1)$

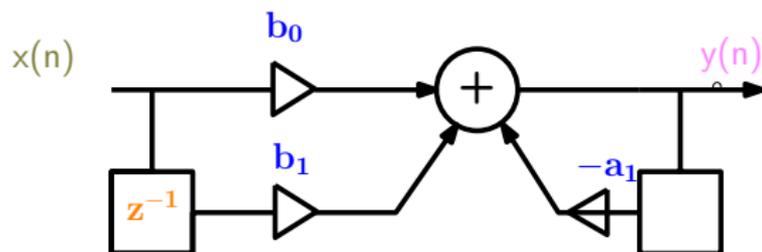
Struktur Sistem Diskrit KLTl dan representasi

- 1 Pada contoh sebelumnya, terlihat bahwa 4 cara yang dapat digunakan untuk merepresentasikan sistem: **Realisasi diagram**, **Persamaan input-output**, **Fungsi Transfer** dan **Response Impulse**
- 2 Sebagai latihan, coba representasikan sistem berikut dalam : **Persamaan input-output**, **Fungsi Transfer** dan **Response Impulse**!



Latihan Soal

- 1 Jelaskan bagaimana cara menyatakan persamaan sinyal?
- 2 Jelaskan apa yang dimaksud dengan **sistem Kausal, Linier,** dan **Time Invariant!**
- 3 Jelaskan tentang 3 komponen utama dari sistem KLTII!
- 4 Diberikan realisasi rangkaian berikut:



Tuliskan persamaan input-output, Fungsi transfer, dan response impuls dari sistem tersebut!