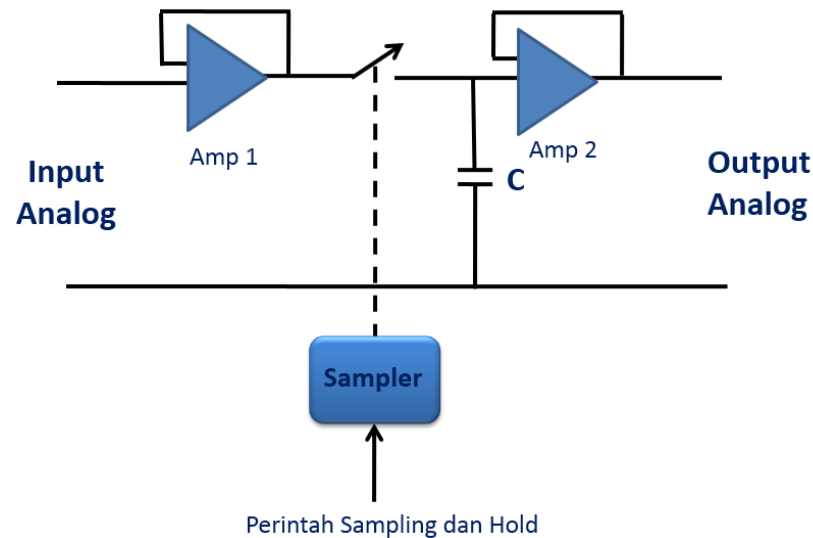


# Proses Sampling (Diskritisasi) Sistem Kontrol Digital

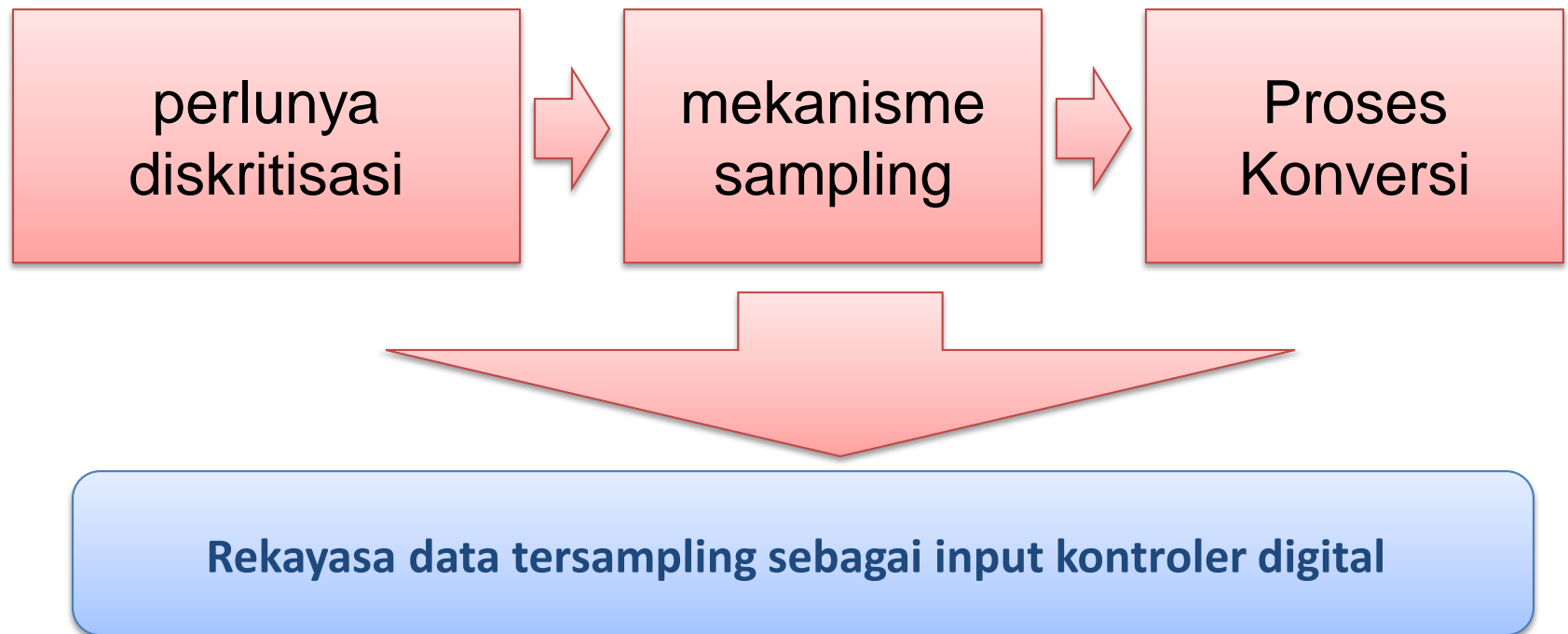


Eka Maulana, ST, MT, MEng.  
Teknik Elektro – Universitas Brawijaya

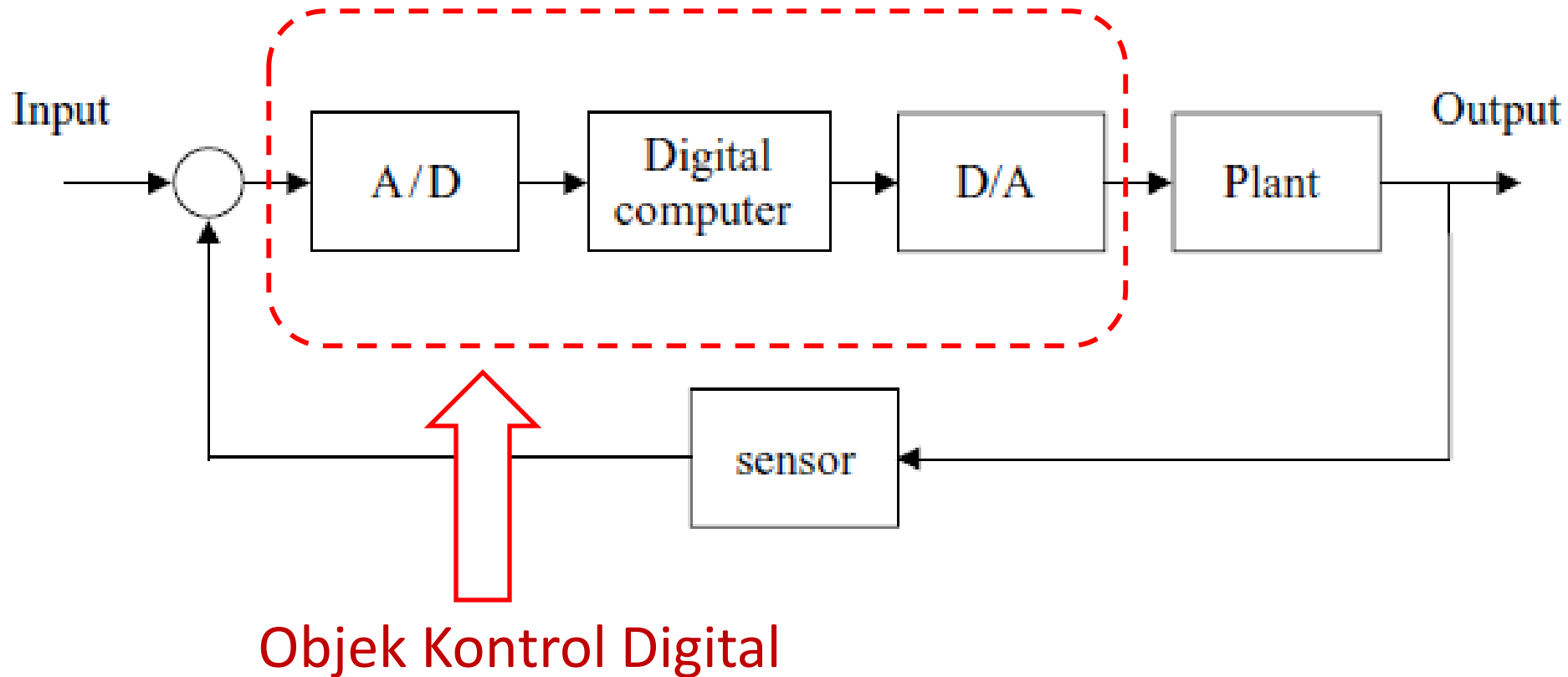
# Kerangka Materi [Proses Sampling]

- **Tujuan:**

Memberikan pemahaman tentang proses pencuplikan sinyal kontinu menjadi sinyal diskrit dalam proses kontrol digital.

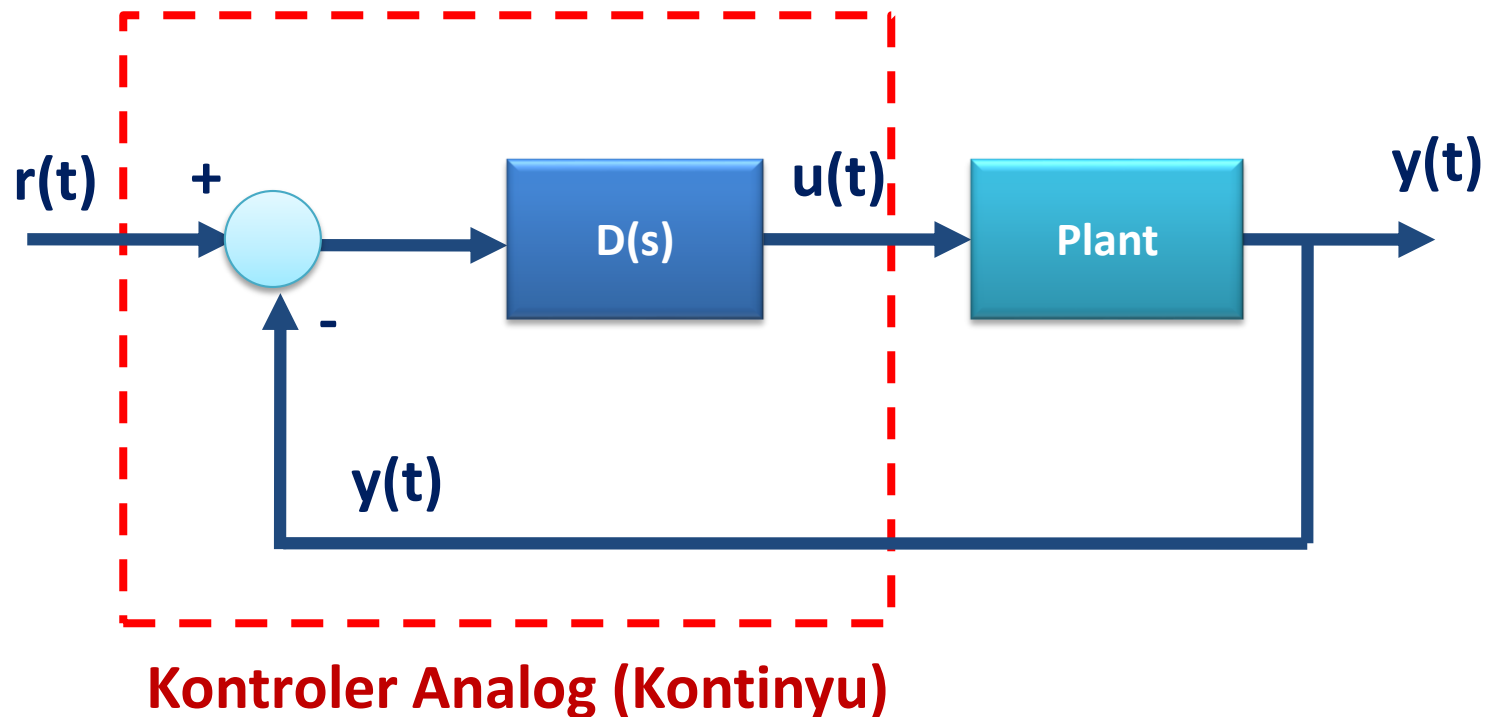


# Blok Diagram Sistem Kontrol Loop Tertutup

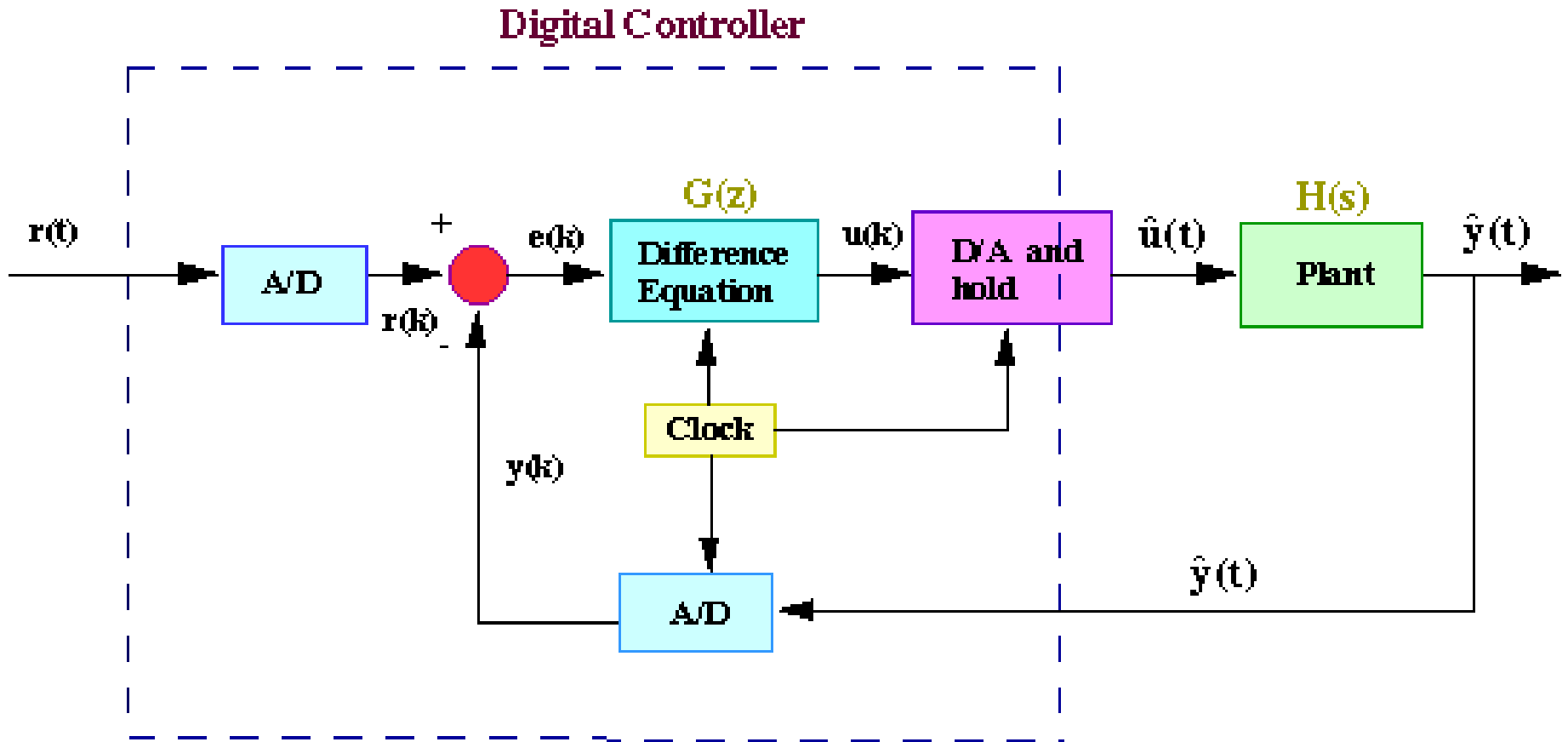


# Representasi Sistem Kontrol Analog Loop Tertutup

---

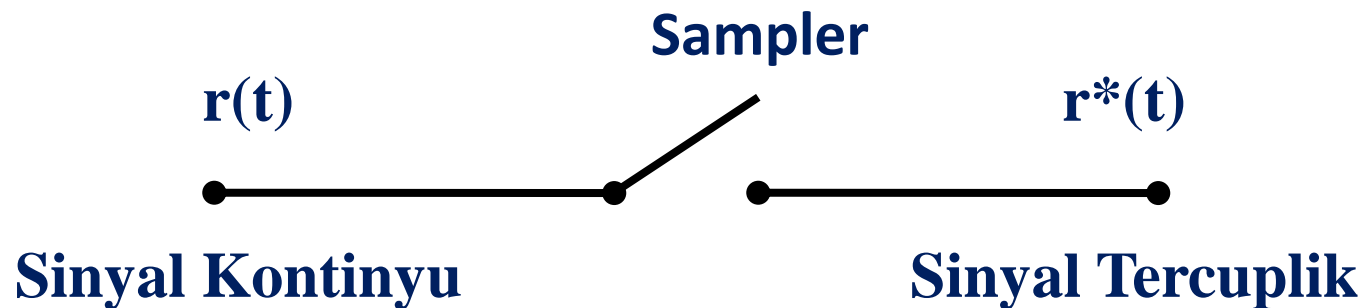


# Representasi Sistem Kontrol Digital Loop Tertutup



# Sampler

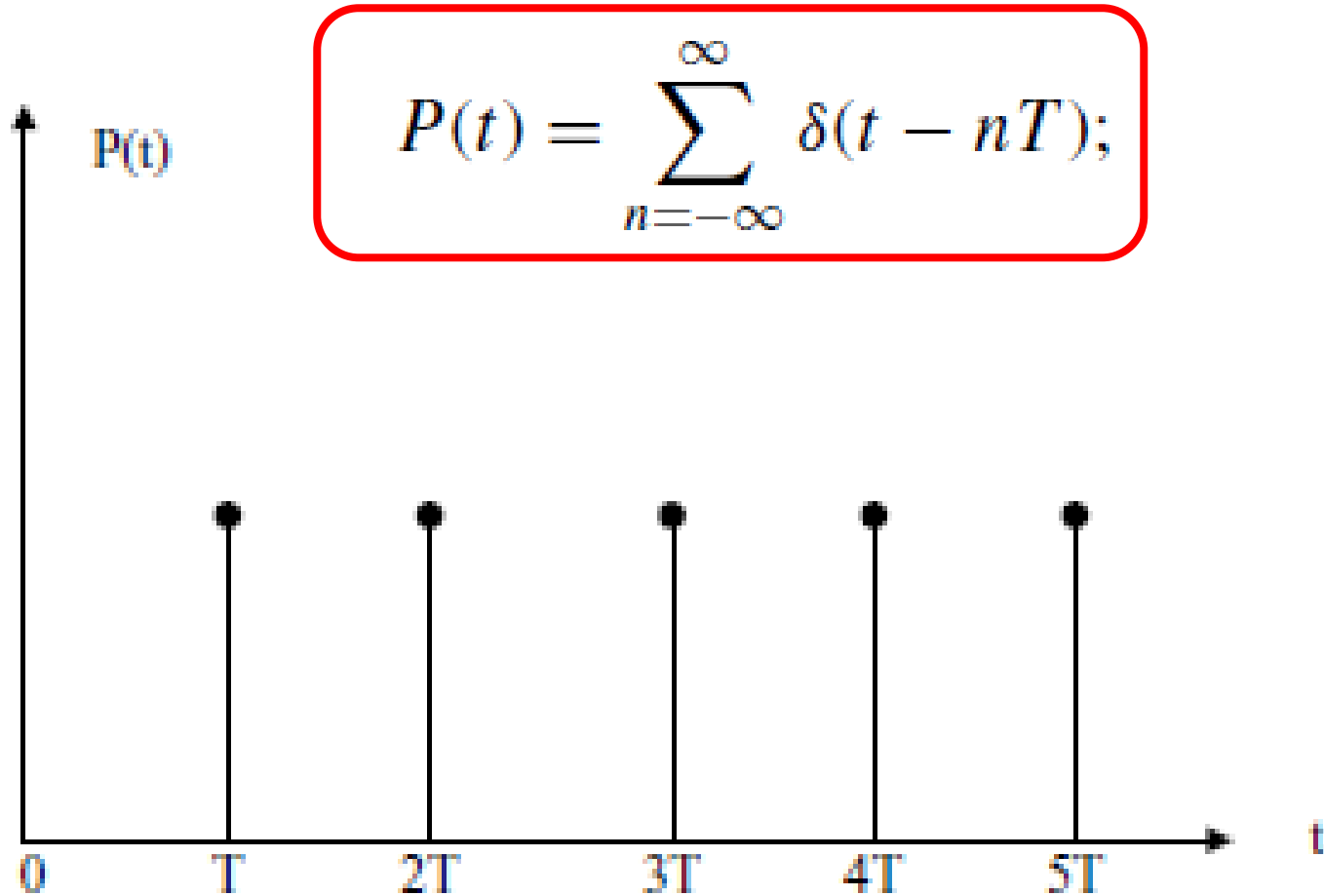
Sinyal kontinu  $r(t)$  dicuplik secara reguler pada interval  $T$



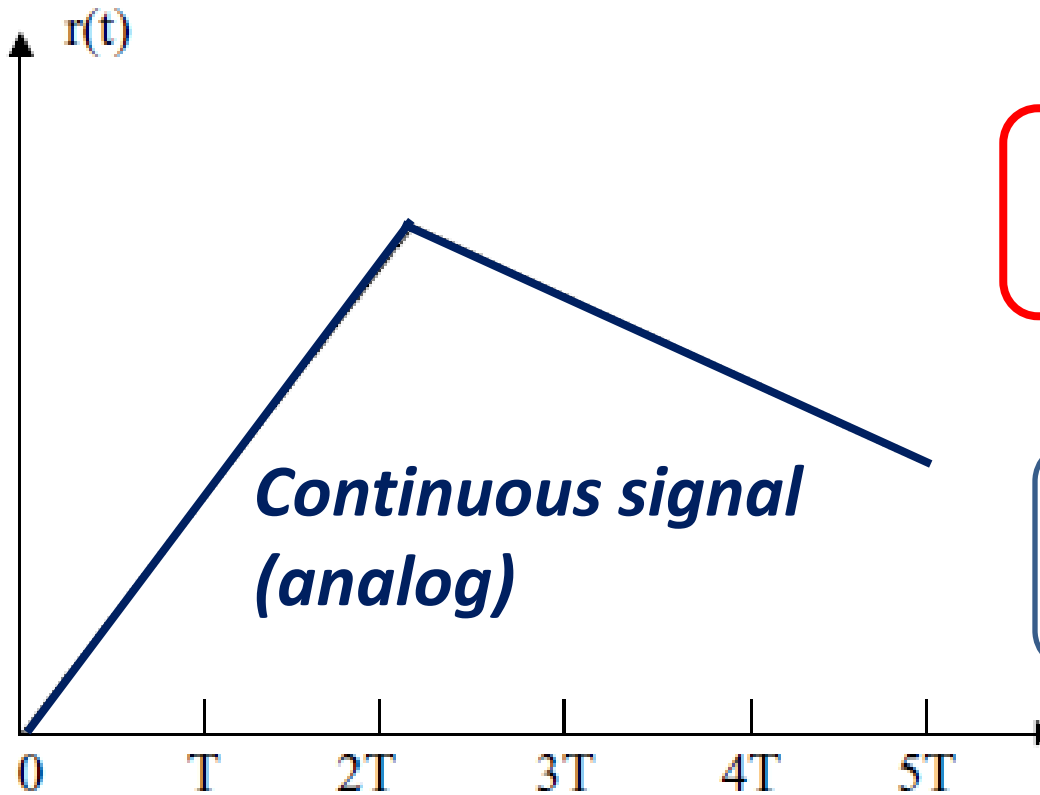
sampler secara dasar adalah switch yang menutup setiap  $T$  detik

$$r^*(t) = P(t)r(t)$$

# Delta Pulse Train



# Proses Sampling



$$r^*(t) = P(t)r(t)$$

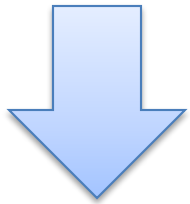
$$P(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT);$$

$P(t)$  = delta pulse train



# Diskritisasi

$$r^*(t) = P(t)r(t) \quad P(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT);$$



$$r(t) = 0, \quad \text{for } t < 0,$$

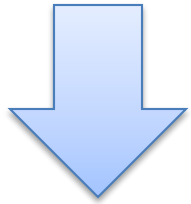
$$r^*(t) = r(t) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$$

**Atau bisa ditulis**  $\rightarrow r^*(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} r(nT)\delta(t - nT)$

# Representasi Sinyal tersampling

---

$$r^*(t) = \sum_{n=0}^{\infty} r(nT)\delta(t - nT).$$

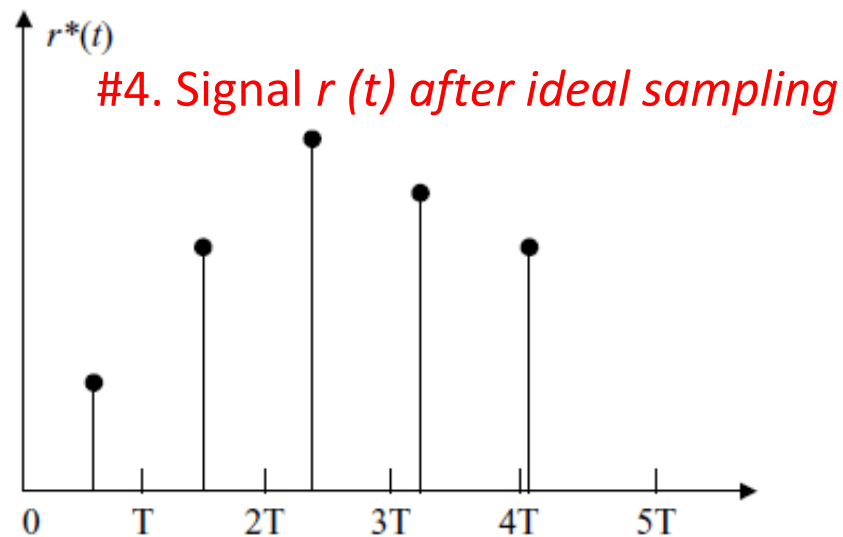
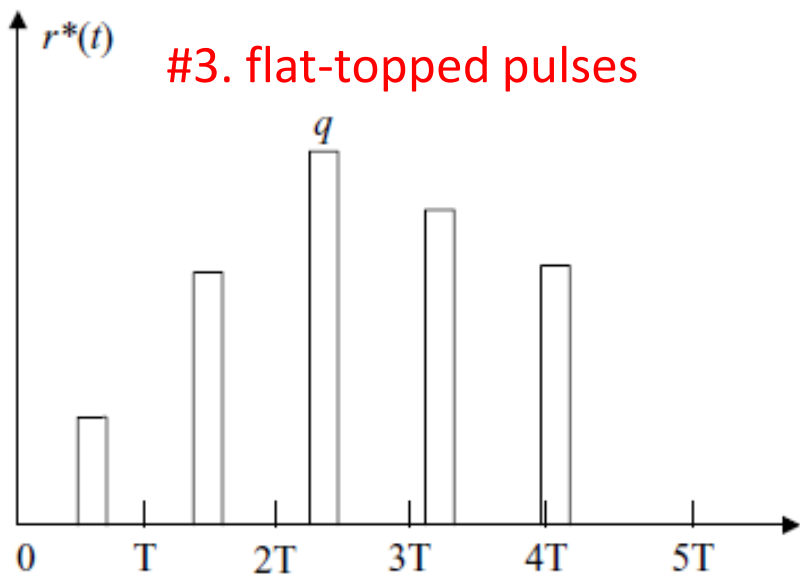
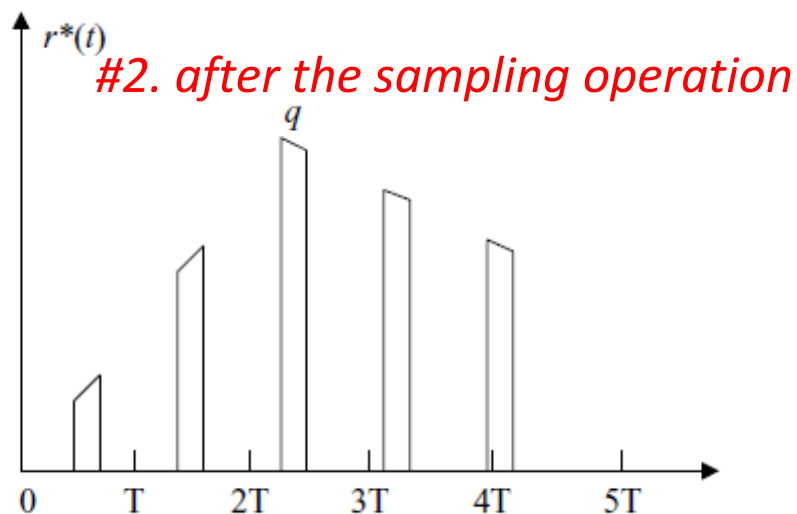
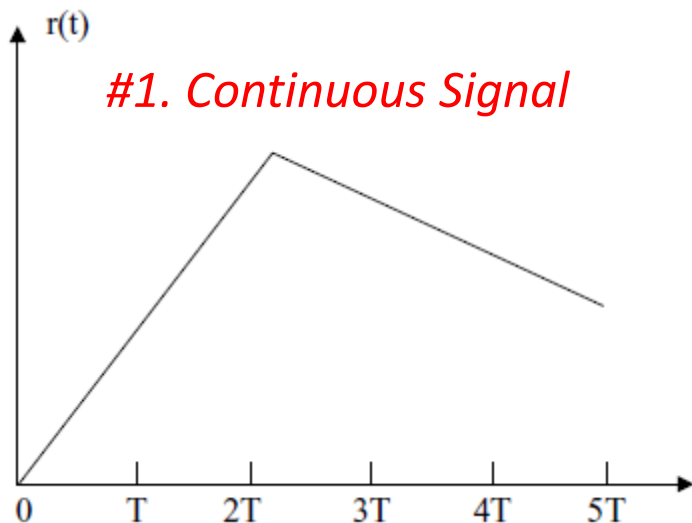


***Dengan Transformasi Laplace***

$$R^*(s) = \sum_{n=0}^{\infty} r(nT)e^{-snT}$$

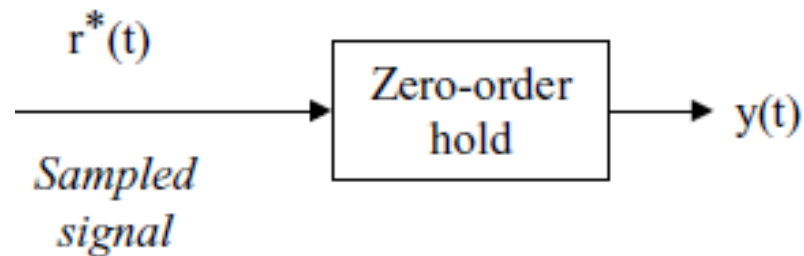
***Representasi sinyal kontinu tercuplik  $r(t)$***

# Signal $r(t)$ after Sampling



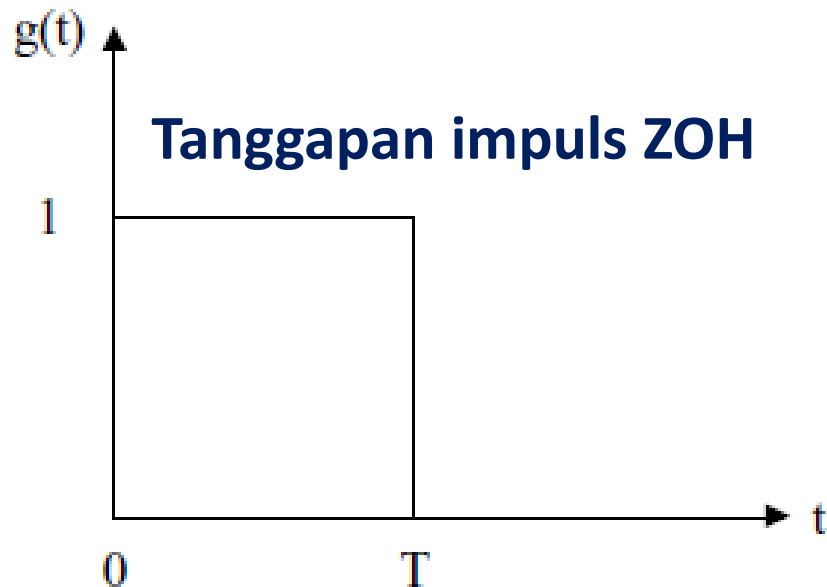
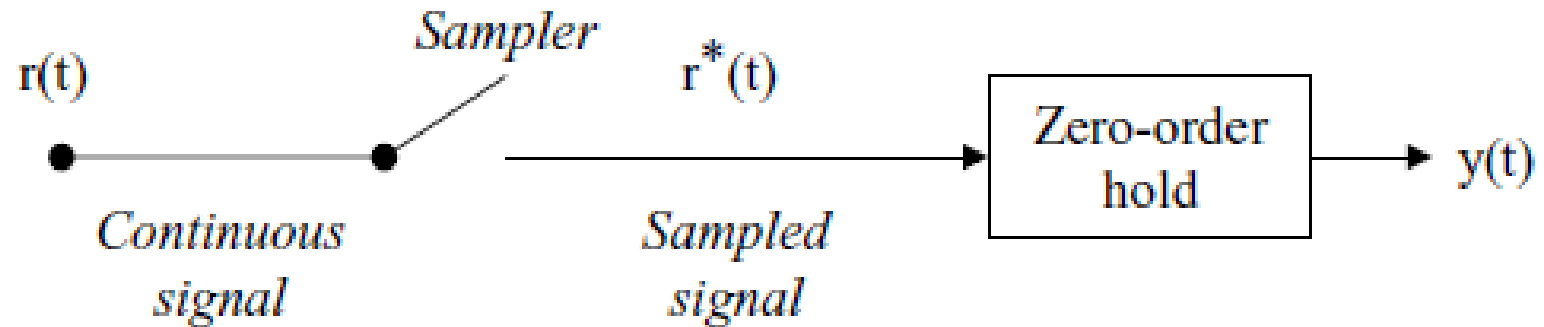
# Proses ZOH

- **Digital to Analog converter (DAC)** mengkonversi *sinyal tercuplik  $r^*(t)$*  menjadi sinyal kontinu  $y(t)$ .
- DAC dapat dilakukan pendekatan dengan rangkaian **Zero-Order Hold (ZOH)**.



- rangkaian ZOH menahan informasi terakhir hingga ada cuplikan data baru.
- ZOH mengambil nilai  $r(nT)$  dan menahannya secara **Konstan** untuk  $nT \leq t < (n + 1)T$ ,
- Nilai  $r(nT)$  digunakan selama periode sampling.

# Zero-Order Hold (ZOH)



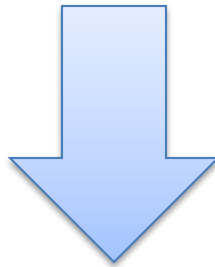
# Fungsi Alih ZOH

---

## *Fungsi Alih Zero-order Hold*

$$G(t) = H(t) - H(t - T)$$

*H(t) adalah Fungsi Step*



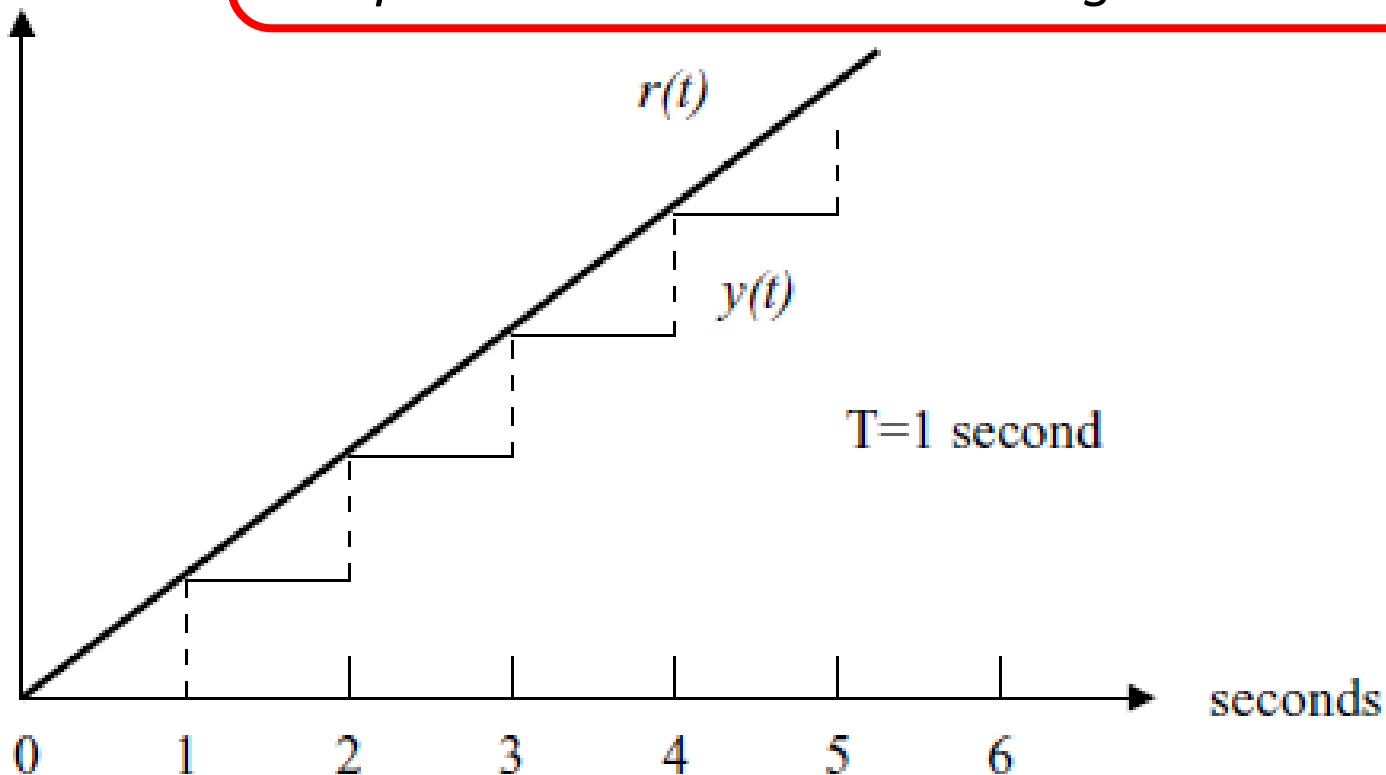
***Dengan Transformasi Laplace***

$$G(s) = \frac{1}{s} - \frac{e^{-Ts}}{s} = \frac{1 - e^{-Ts}}{s}$$

# Response Sampler & ZOH

A sampler and zero-order hold can accurately follow the input signal if the sampling time  $T$  is small compared to the transient changes in the signal.

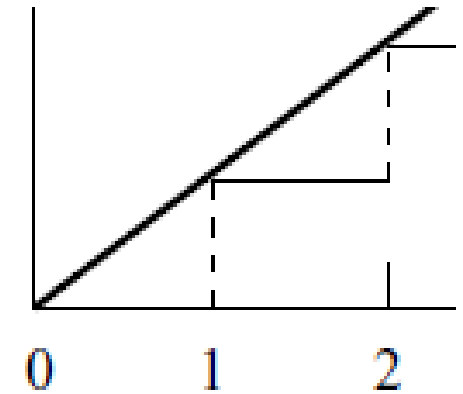
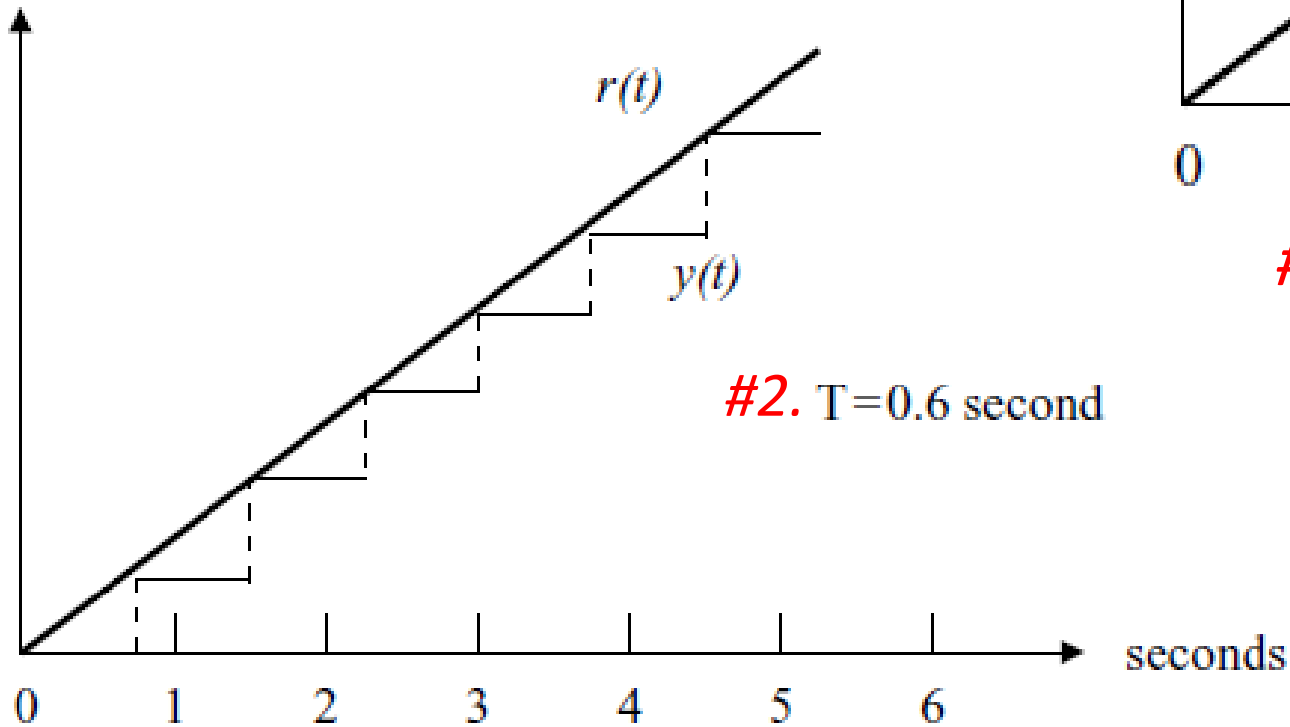
$r(t)$  and  $y(t)$



# Tanggapan sampler dan ZOH terhadap input ramp

## Dua nilai perbedaan periode sampling

$r(t)$  and  $y(t)$



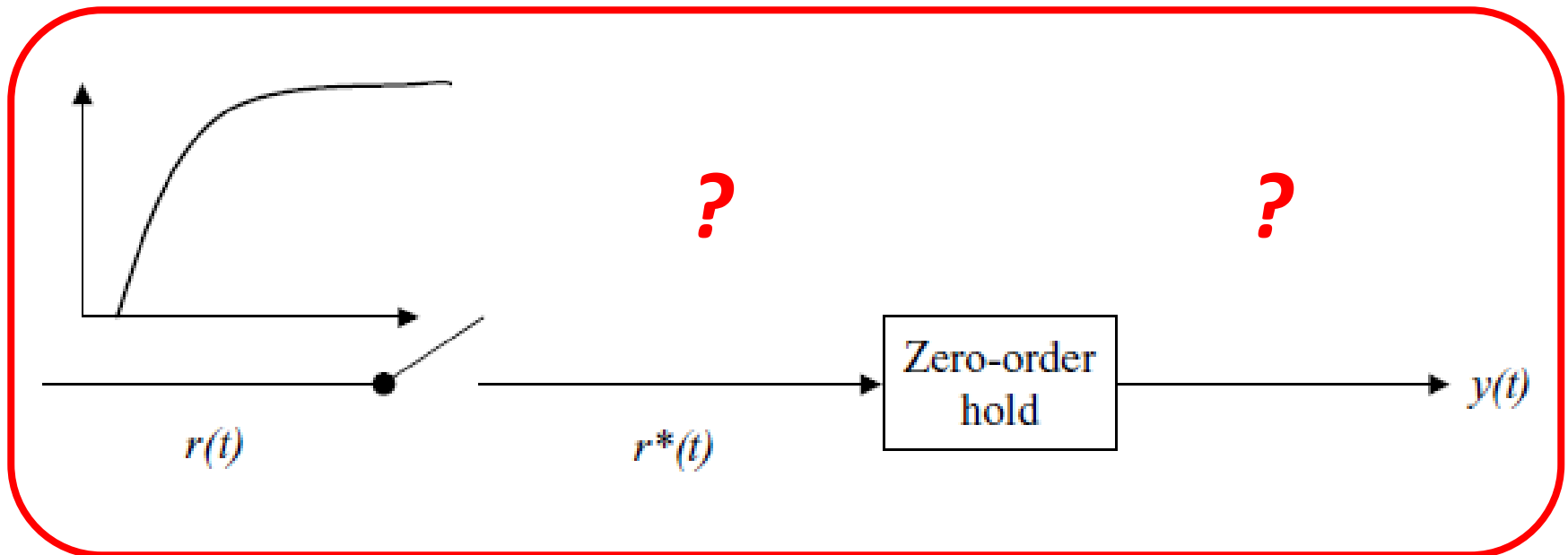
**#1.**  $T=1$  second

**#2.**  $T=0.6$  second



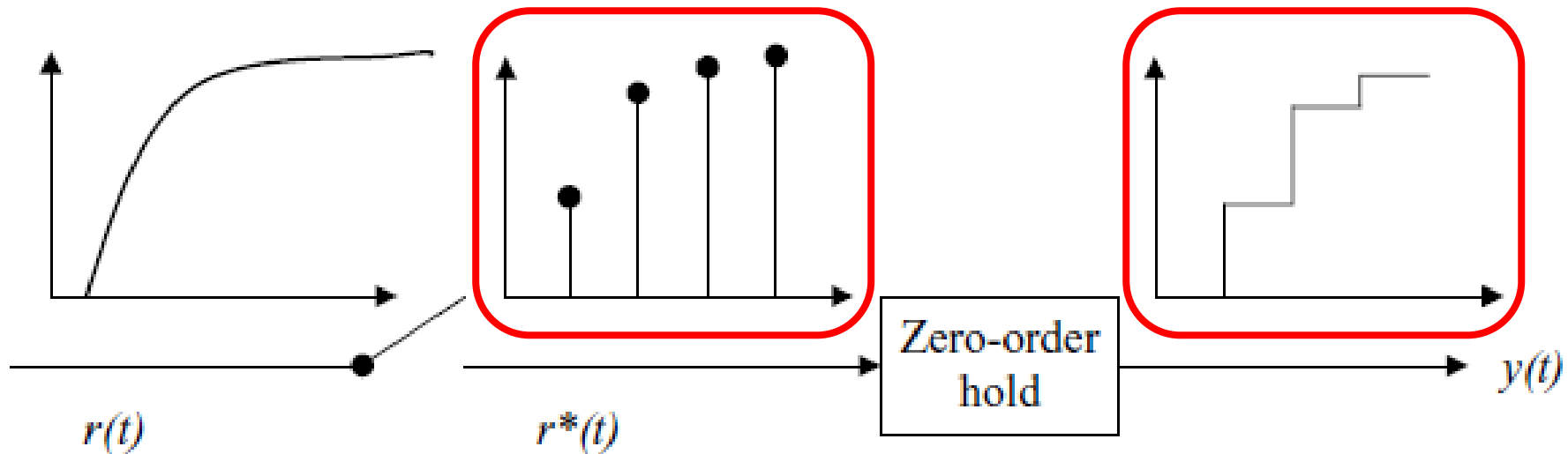
# Contoh

Gambarkan bentuk gelombang sampler ideal yang dihasilkan dari proses sampler dan zero-order hold jika sinyal input ditunjukkan dalam gambar berikut.

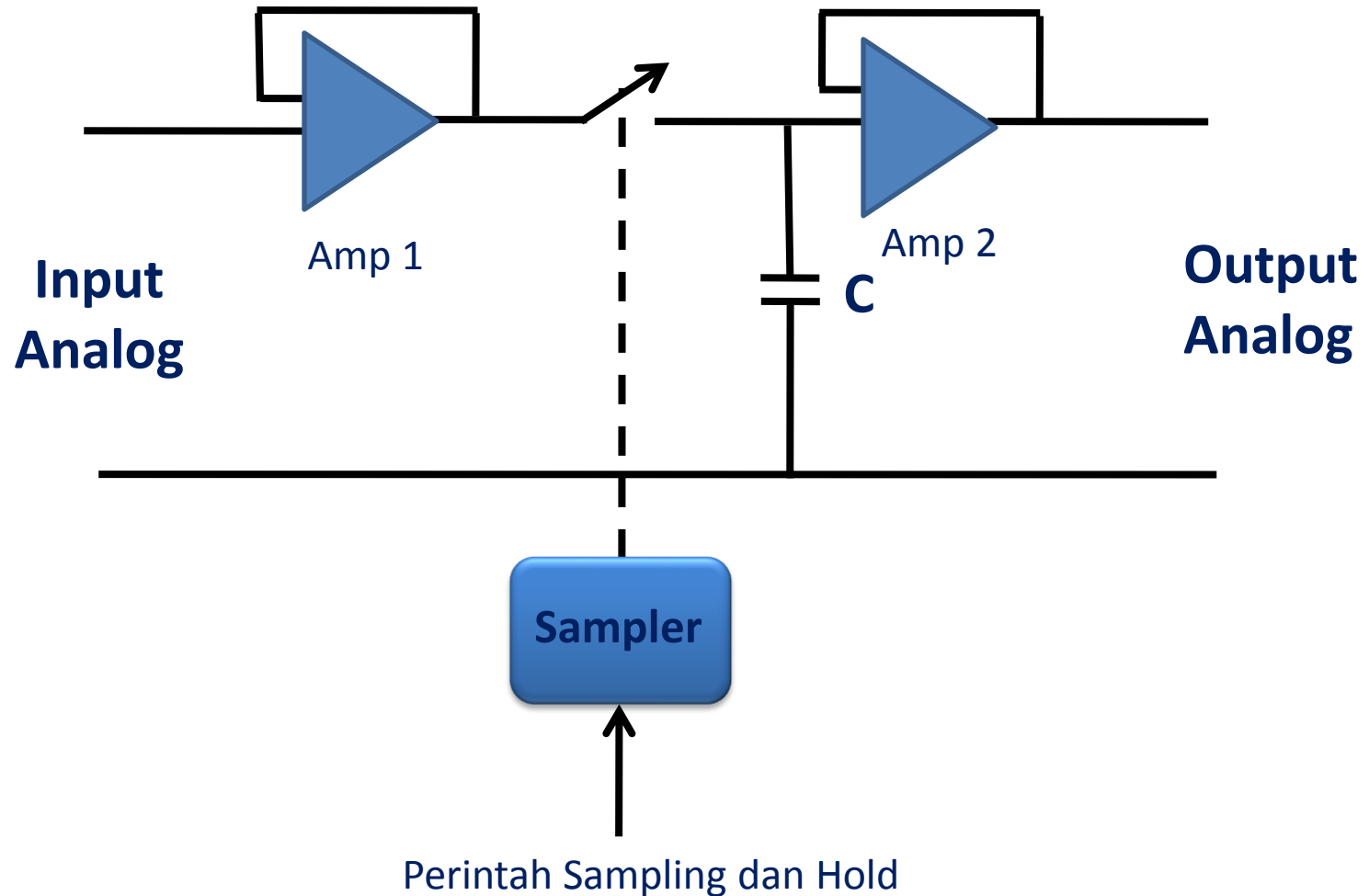


# Solusi ...

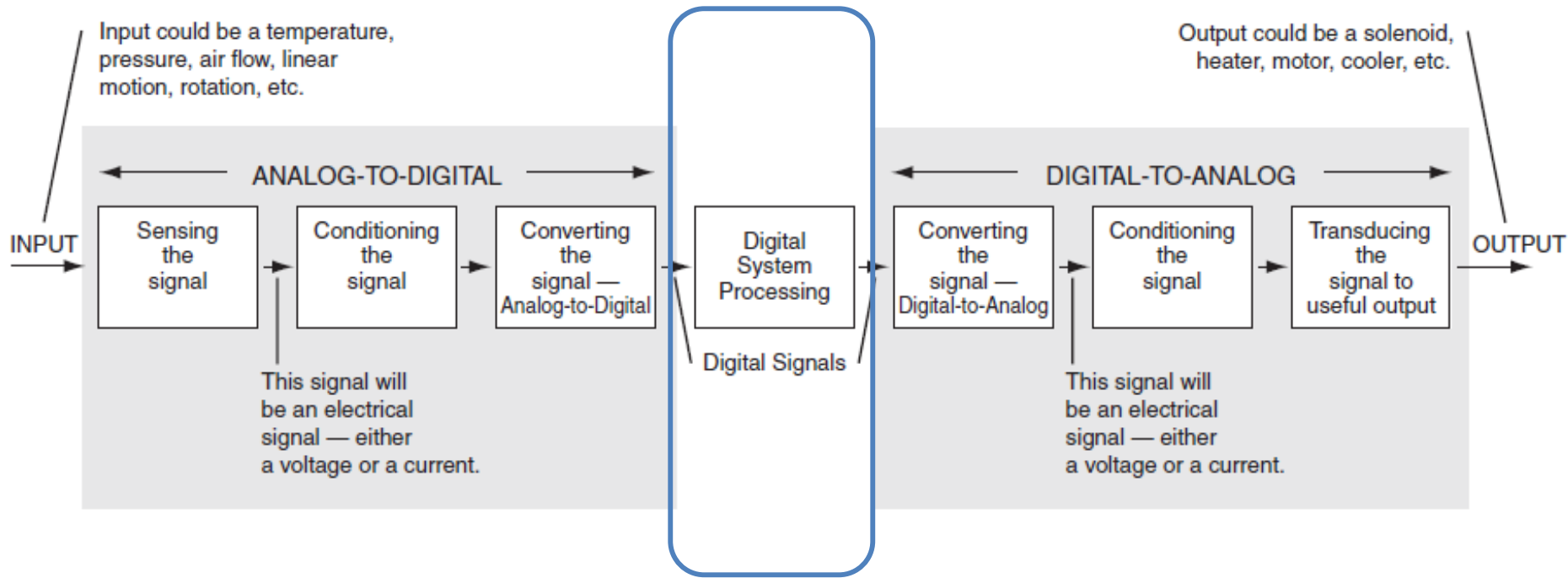
Jika dalam proses ini terjadi **empat kali sampling**, maka bentuk gelombang setelah proses sampling dan ZOH ditunjukkan dalam gambar berikut.



# Mekanisme Rangkaian Pencuplik Sederhana dan Rangkaian Penahan

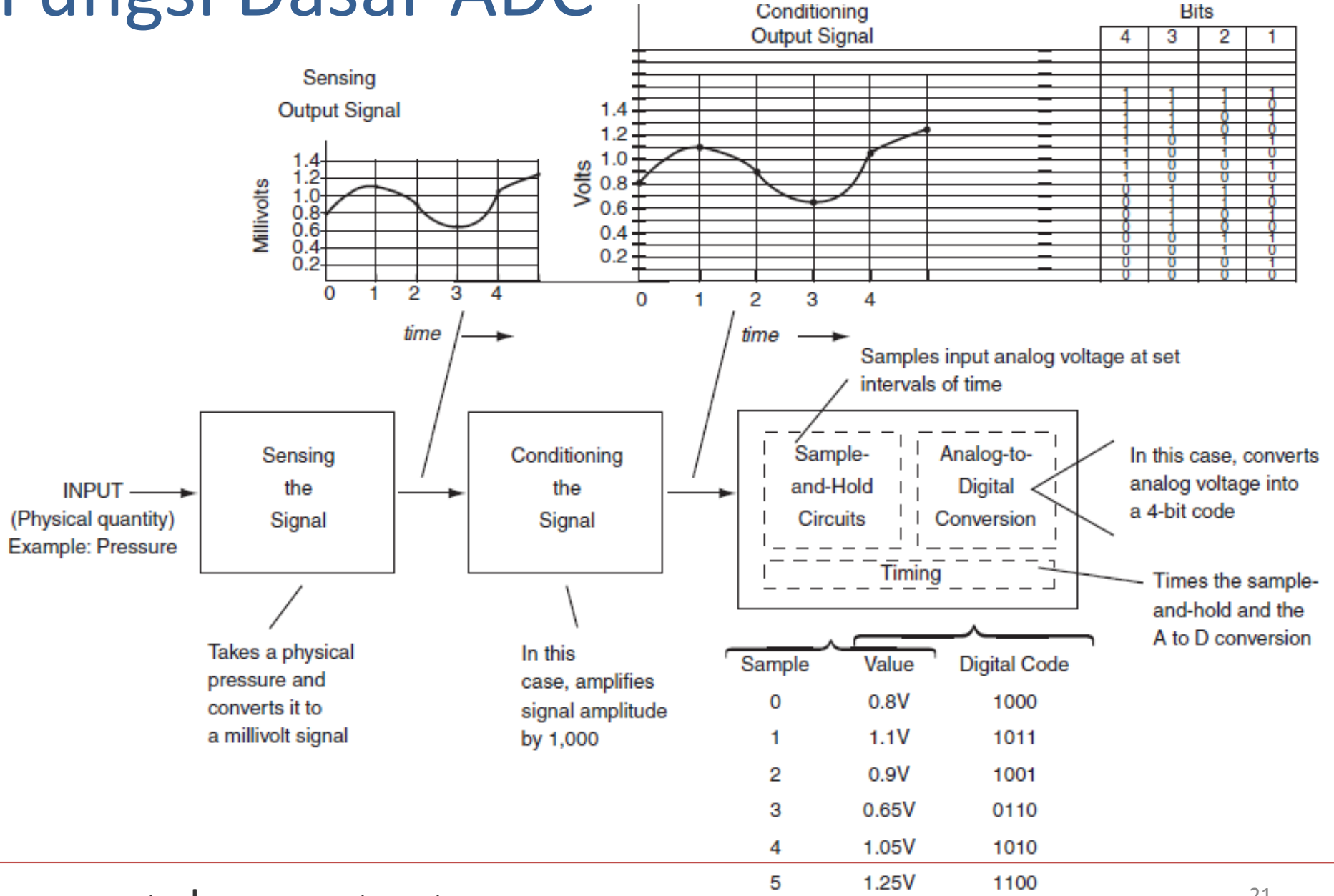


# Proses Sistem Konversi

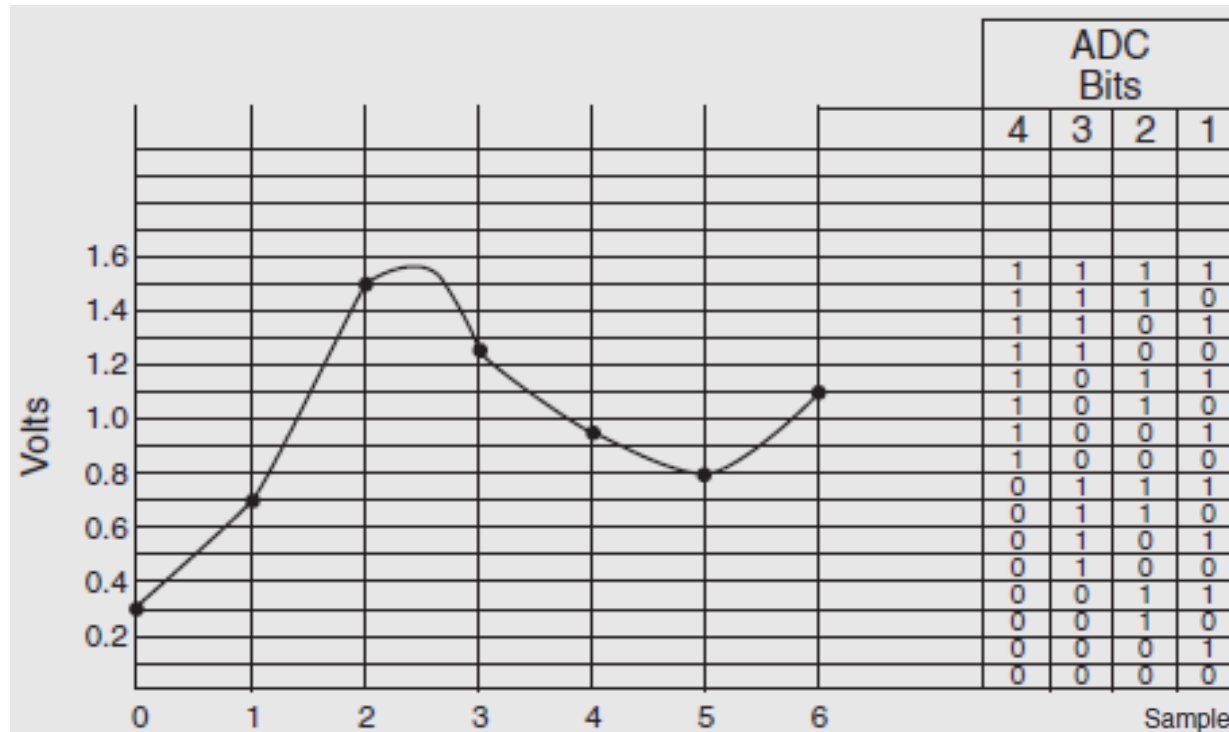


## Rancangan Kontroler Digital

# Fungsi Dasar ADC

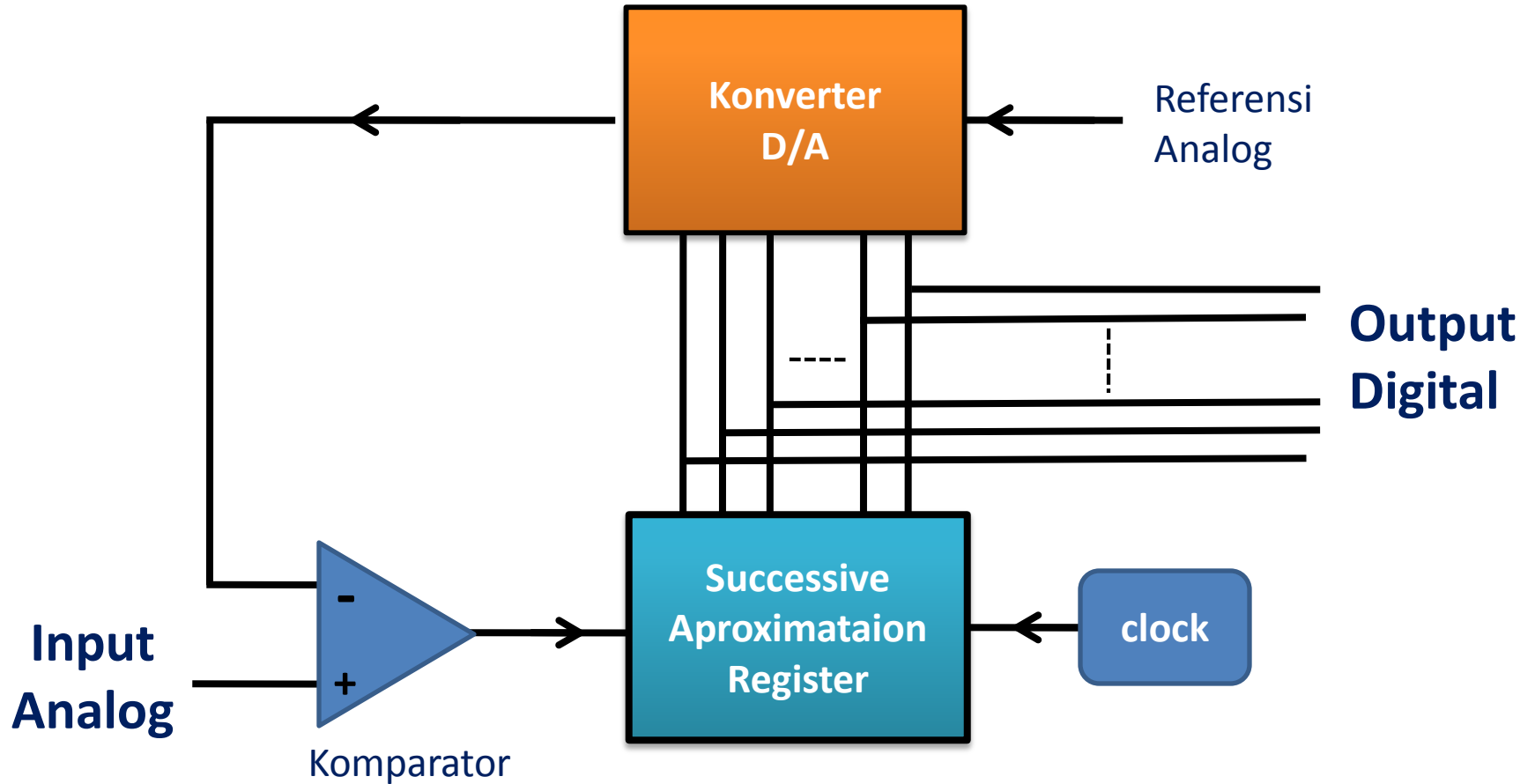


# Selesaikan data Analog berikut. Tabulasi dalam tabel Pengukuran



Sample Interval	Signal Value	Digital Code			
		4	3	2	1
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					

# ADC tipe SAR



# Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih ADC:

---

## 1. Kecepatan sampling

Kecepatan mengubah sinyal analog kontinu menjadi sinyal analog diskrit. Semakin tinggi kecepatan sampling berarti sinyal analog diskrit yang dihasilkan makin sempurna.

## 2. Waktu konversi

Interval waktu antara sinyal masuk dideteksi hingga nilai digital dapat ditentukan

## 3. Resolusi

Tingkat kepresisian dimana sinyal digital dievaluasi. Karena sinyal direpresentasikan dalam bentuk biner yang ditentukan oleh kapasitas register.

## 4. Metode konversi

metode yg umum digunakan adalah Metode Pendekatan berturut-turut. Dalam metode ini sinyal input dibandingkan secara berurutan dengan tegangan-tegangan percobaan. Tegangan percobaan pertama adalah setengah kali rentang skala penuh ADC dan tegangan percobaan berikutnya adalah setengah kali nilai tegangan percobaan sebelumnya.



# Jenis-Jenis ADC

---

Dalam melakukan proses konversi, ADC memiliki beberapa tipe metode:

- Tipe *Successive Approximation* (**Pendekatan Berturut-turut**)
- Tipe Integrating
- Tipe Counter
- Tipe Paralel

Tugas individu:

Cari masing-masing prinsip kerjanya , penjelasan sistem konversi dan perhitungannya.

Tuga File Softcopy (SKD1[nama].doc/docx) kirim ke: ekamaulana@gmail.com

Subject Email: Tugas SKD 1 [nama]