



# Pengukuran Besaran Listrik

Kuliah-2

Sistem Pengukuran

# Quiz-1 (Pre-test)



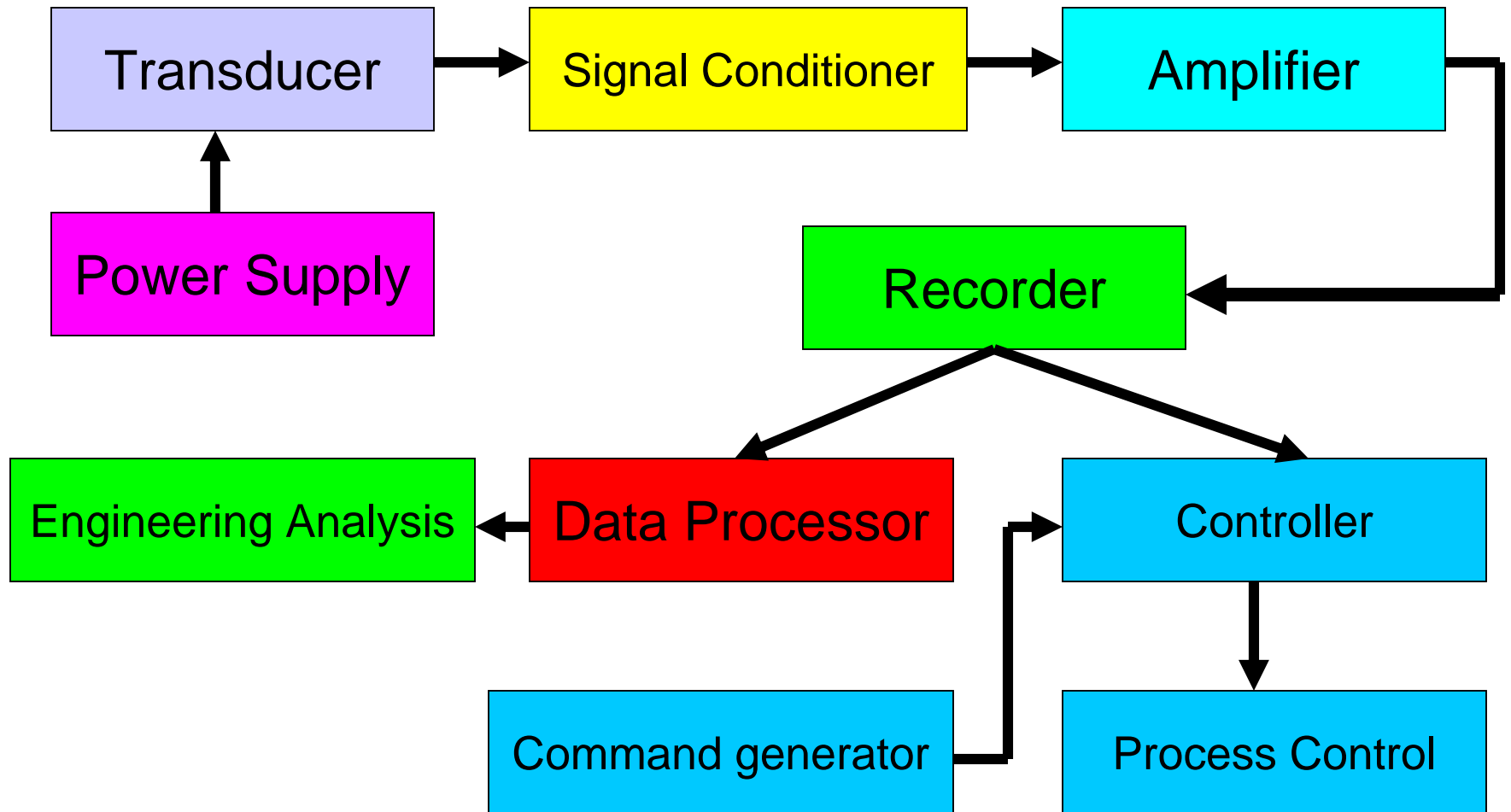
1. Buat rangkaian Sistem Instrumentasi elektronik !
2. Jelaskan fungsi dari:
  - Controller
  - Data Processor
  - Recorder
  - Signal Conditioner
  - Amplifier
  - Transducer

Pada sistem instrumentasi elektronik
3. Sebutkan beberapa penyebab *error pengukuran* !

Besaran

- **Mekanis**: strain, force, pressure, moment, torque, displacement, velocity, acceleration, mass flow rate, dll.
- **Thermis**: heat flux, specific heat, thermal conductivity, dll.
- **Elektrik**: voltage, current

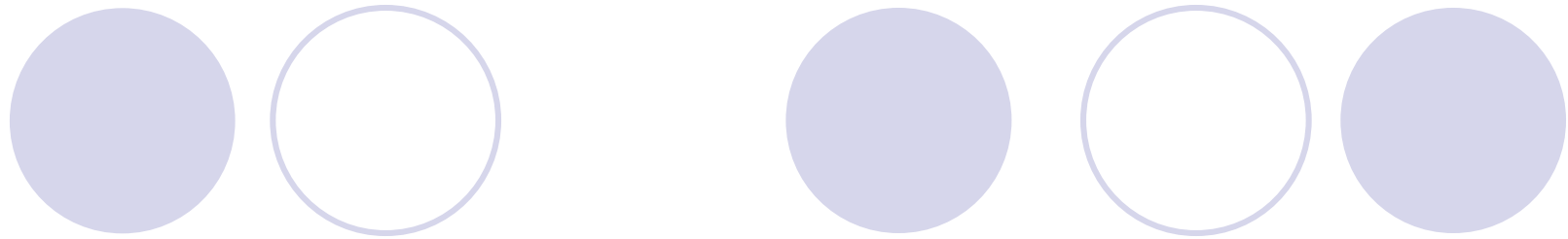
# Complete System



# Transducer

A decorative graphic consisting of six circles arranged in two rows. The top row has three circles: a solid light purple circle on the left, a white circle with a light purple outline in the middle, and a solid light purple circle on the right. The bottom row has three circles: a solid light purple circle on the left, a white circle with a light purple outline in the middle, and a solid light purple circle on the right.

- Peralatan analog yang merubah besaran fisis menjadi besaran elektrik.
- Contohnya: Pada Strain gage perubahan besaran strain ( $\Delta\varepsilon$ ) dikonversikan menjadi perubahan resistansi ( $\Delta R$ ) yang akhirnya dikonversikan menjadi perubahan tegangan ( $\Delta v$ )
- Maka perubahan tegangan ( $\Delta v$ ) sebanding dengan perubahan strain ( $\Delta\varepsilon$ )



● Transducer  $\approx$  Sensor



Misal

- Displacement
- Perubahan Tekanan  $\rightarrow$
- Perubahan suhu

Perubahan  
bes. elektrik  
(umumnya)

$\Delta R$



# Power Suply

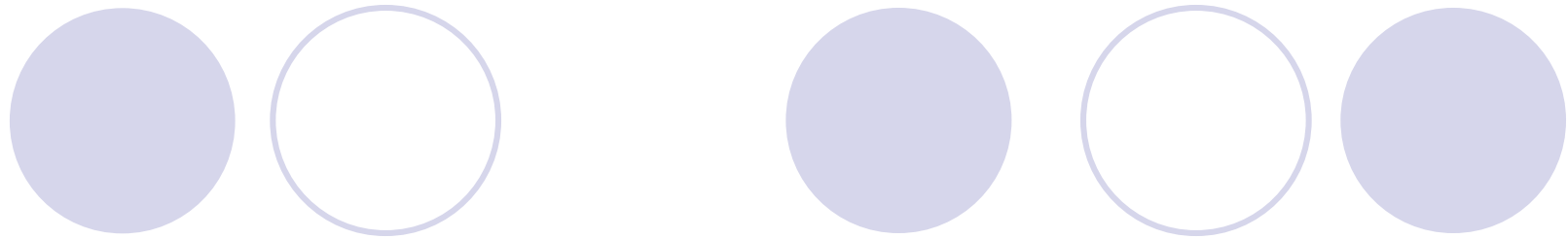
- Memberikan energi yang dibutuhkan oleh transducer.
- Pada transducer Differential transformer yang digunakan mengukur displacement (perubahan posisi) dibutuhkan tegangan AC untuk medan magnet untuk mengaktifkan dua sensor coil.
- Power suply dapat berupa tegangan AC/DC

# Signal Conditioner



- Merubah, memanipulasi, dan mengkompensasi besaran output transducer menjadi besaran elektrik yang dapat diproses lebih lanjut.
- Pada Strain Gage, besaran output transducer ( $\Delta R$ ) dirubah menjadi tegangan ( $\Delta V$ ).
- Sistemnya terdiri dari: filter, compensator, modulator, demodulator, integrator, differensiator





## ● Pengkondisi Sinyal



- Sinyal dapat ditampilkan / analisa
- a.l Filter, compensator, modulator, demodulator, integrator, diferensiator

# Amplifier



- Menaikkan besar sinyal tegangan keluaran Signal Conditioner.
- Bila keluaran Signal Conditioner hanya berkisar milivolt atau kurang, maka amplifier akan meningkatkannya 100-1000 kali menjadi 1-10 volt.

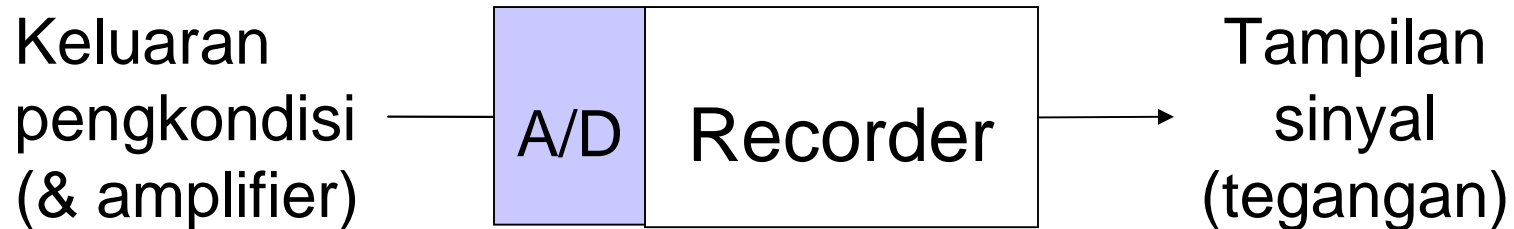
# Recorder



- Alat ukur tegangan (voltmeter) yang dapat langsung menampilkannya atau merekamnya.
- **Recorder dapat berupa analog atau digital.**
- Keluaran Amplifier adalah sinyal analog yang dapat ditampilkan oleh Analog recorder seperti: Oscilloscope, Oscillograp.
- **Digital recorder merubah dahulu sinyal analog menjadi sinyal digital untuk kemudian ditampilkan atau disimpan.**

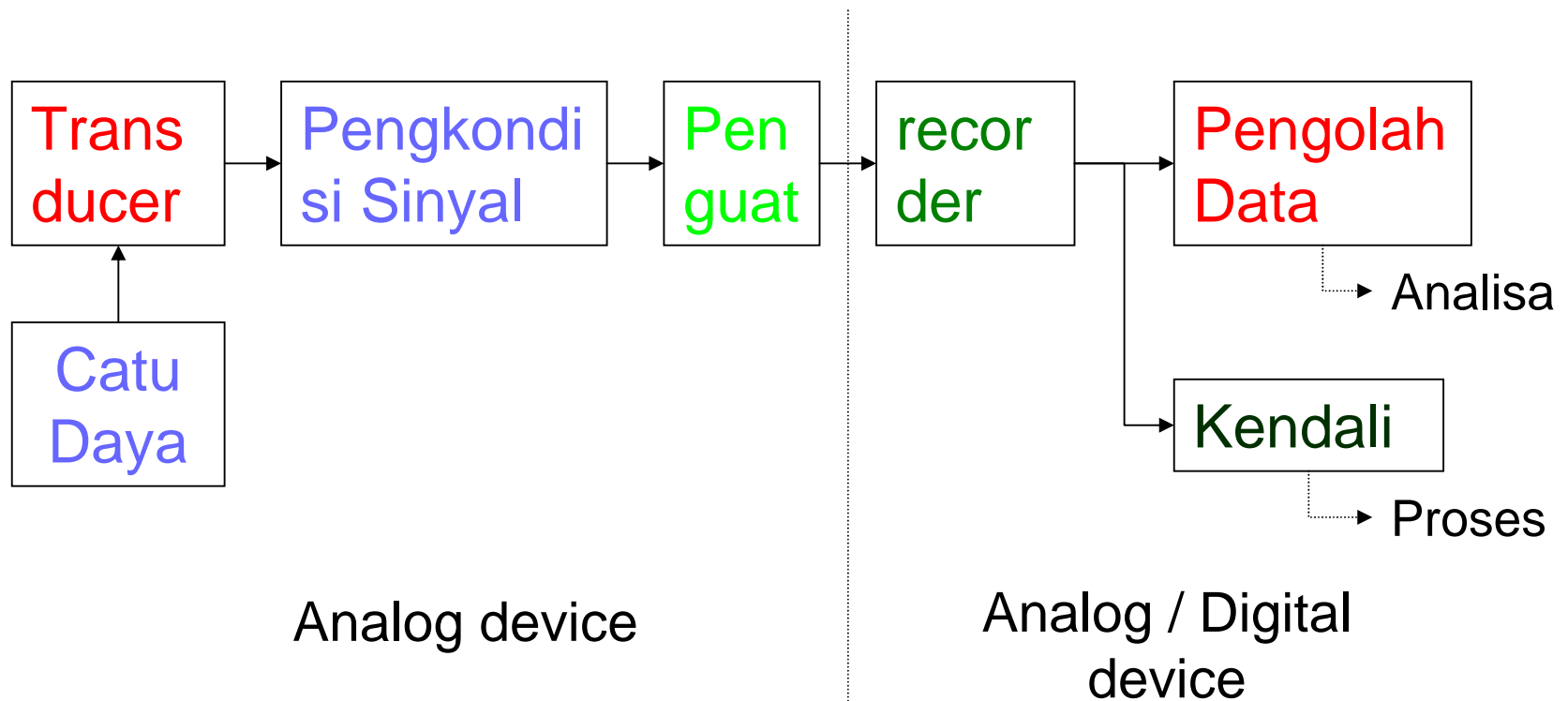
# Sistem Instrumentasi

## ● Recorder



- Mendeteksi (ukur) tegangan masuk
- Menampilkan tegangan / perubahan tegangan
- Analog / digital

# Sistem Instrumentasi





# Data Processor

- Merubah sinyal analog menjadi sinyal digital untuk diproses lebih lanjut oleh perangkat digital, seperti microcomputer (PC) dan microprocessor.
- **Outputnya digunakan lebih lanjut untuk Engineering Analysis.**



# Command Generator

- Peralatan yang menghasilkan signal analog sebagai referensi dalam sistem kontrol tertutup
- Sinyal Error adalah perbandingan antara Sinyal Command Generator dan Sinyal Output transducer-recorder

# Controller

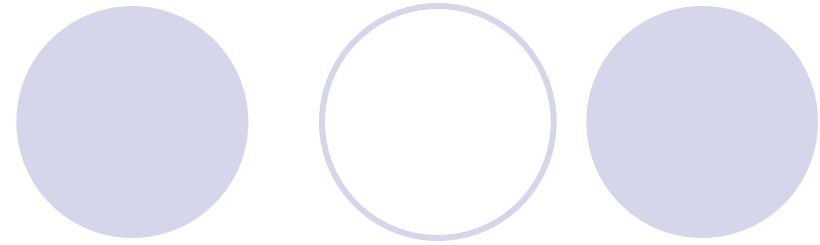
A decorative graphic consisting of two groups of circles. The first group on the left has a solid light purple circle on the left and an outlined light purple circle on the right. The second group on the right has a solid light purple circle on the left, an outlined light purple circle in the middle, and a solid light purple circle on the right.

- Perangkat yang men-drive proses untuk menjaga suatu kuantitas terjaga dalam suatu sistem kontrol tertutup

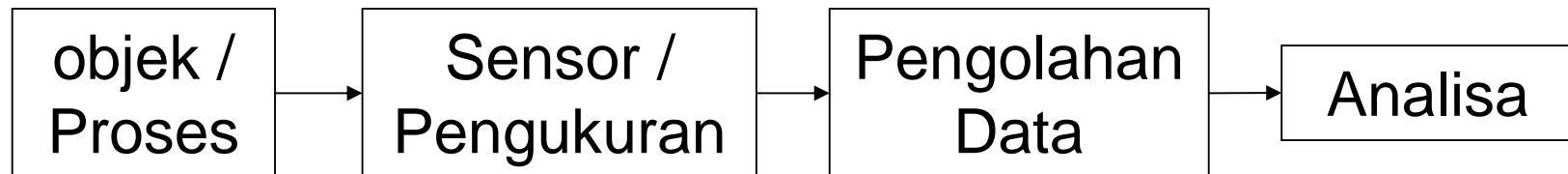




# Pengukuran

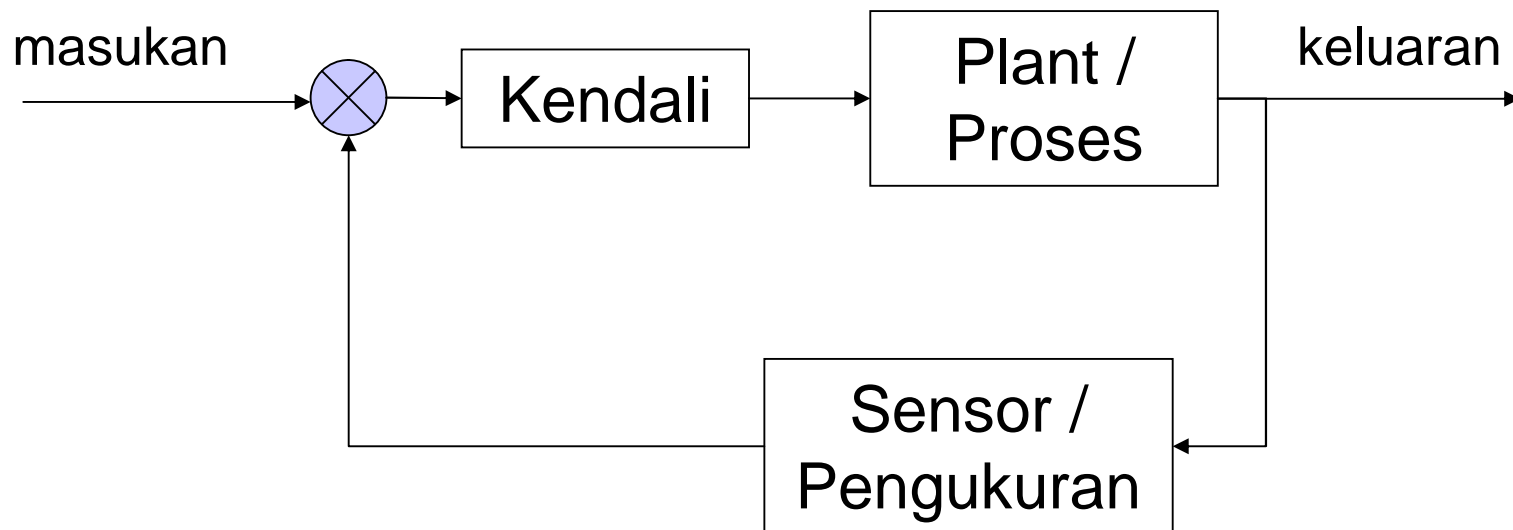


- untuk analisa data

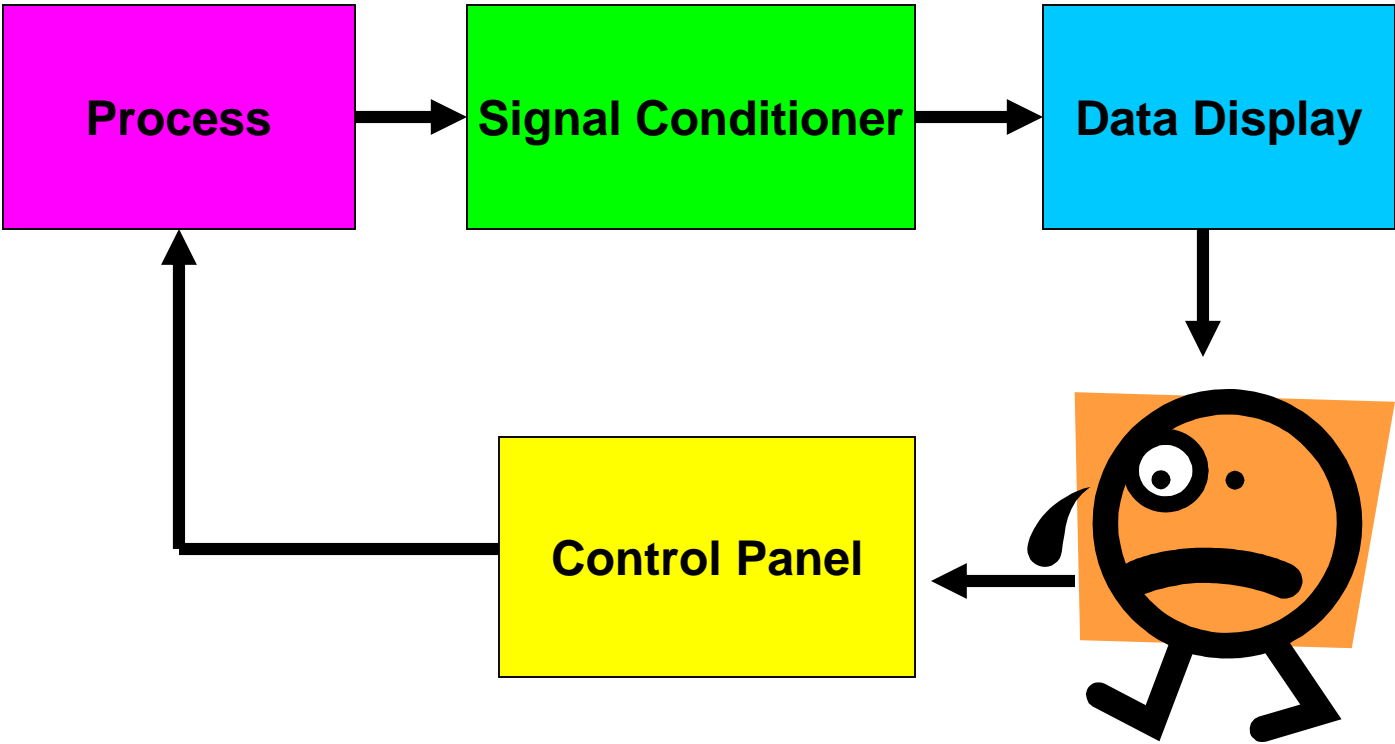


# Pengukuran

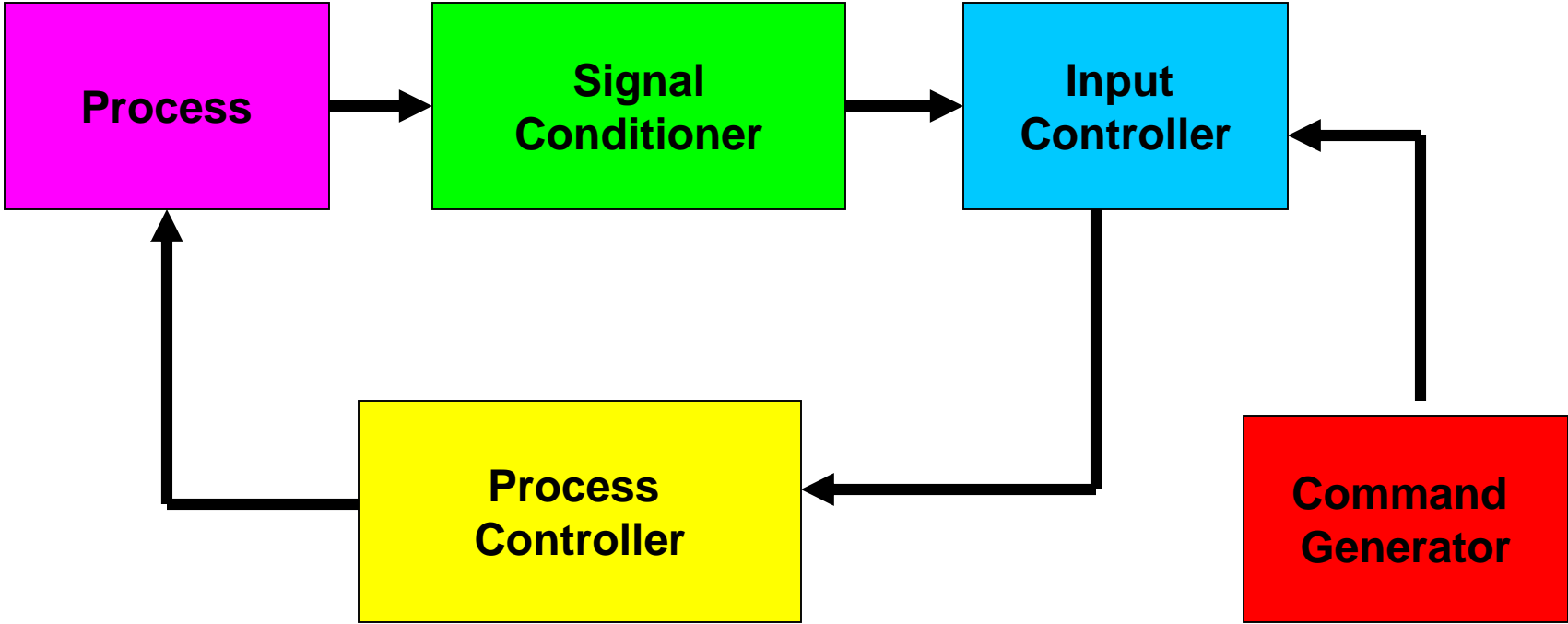
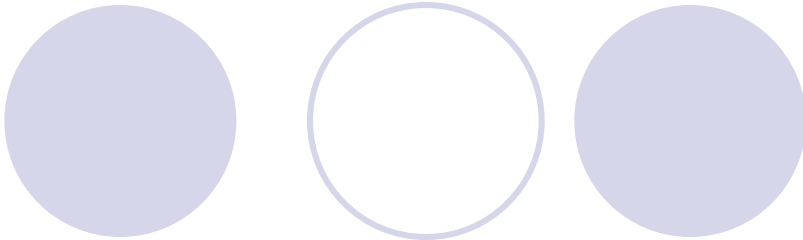
- pada Sistem Kendali



# Open Loop System



# Close Loop System





## B. EXPERIMENTAL ERROR

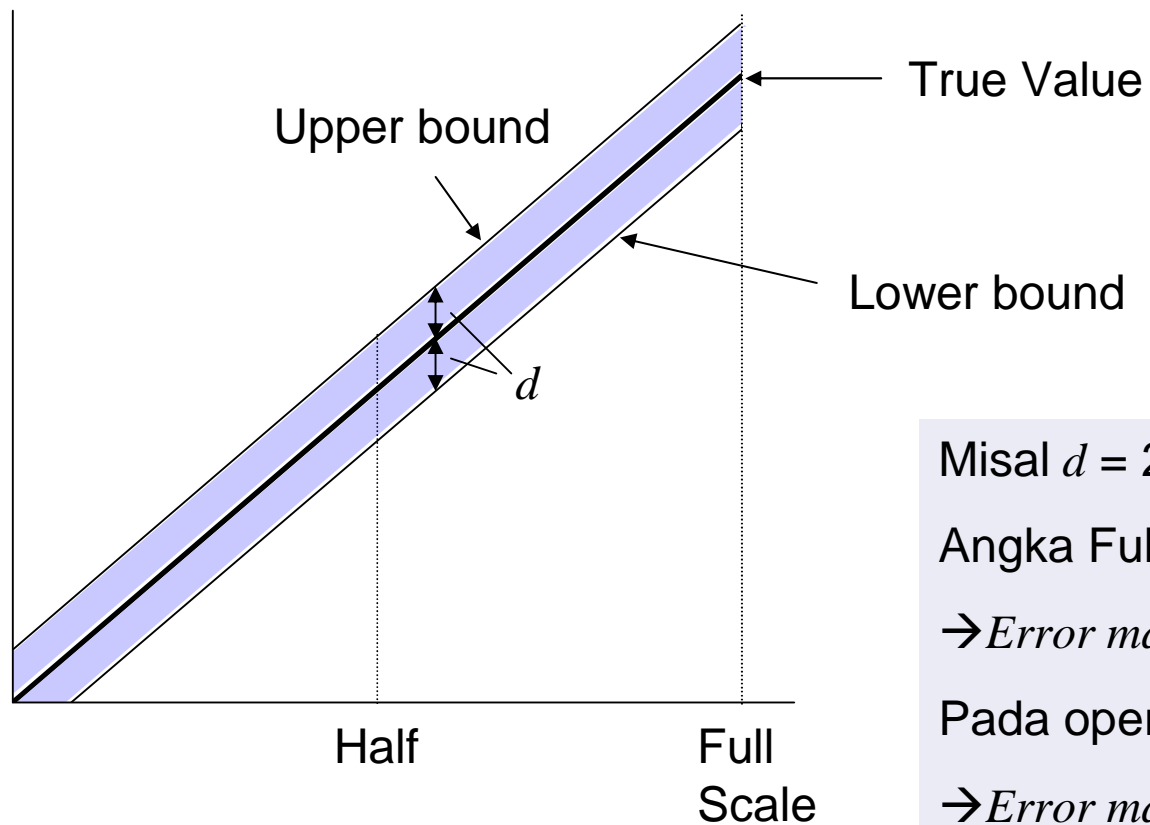
- Element error
- Improper functioning
- Transducer effect
- Dual sensitivity of the transducer
- other

# Element Error

A decorative graphic at the top of the slide consists of two groups of three circles. The first group on the left has a solid light purple circle on the left, a white circle with a light purple outline in the middle, and a solid light purple circle on the right. The second group on the right has a solid light purple circle on the left, a white circle with a light purple outline in the middle, and a solid light purple circle on the right.

- Error setiap alat sesuai spesifikasi pembuat
- **Dinyatakan dalam persen terhadap nilai *full scale***
- Misal: 2%
  - nilai kesalahan maksimal =  $2\% \times$  angka full scale
- **Jika alat dioperasikan tidak pada full scale**
  - nilai kesalahan maksimal tetap, mengikuti saat full scale
  - Misal operasi pada half scale:
  - Error max =  $4\% \times$  skala yang digunakan

# Element Error (2)



Misal  $d = 2\%$ ,

Angka Full scale = 100 sat

→  $Error\ max = 2\ sat$

Pada operasi berskala max 50

→  $Error\ max = 2\ sat = 4\%$

# Akumulasi Element Error (3)

- Akumulasi kesalahan tiap alat dalam sistem
- $\varepsilon_a$  : error alat terakumulasi
- Estimasi:

→

$$\varepsilon_a = \sqrt{\varepsilon_T^2 + \varepsilon_{SC}^2 + \varepsilon_A^2 + \varepsilon_R^2}$$

dengan  $\varepsilon_T, \varepsilon_{SC}, \varepsilon_A, \varepsilon_R$  masing-masing adalah error Transducer, signal conditioner, amplifier dan recorder

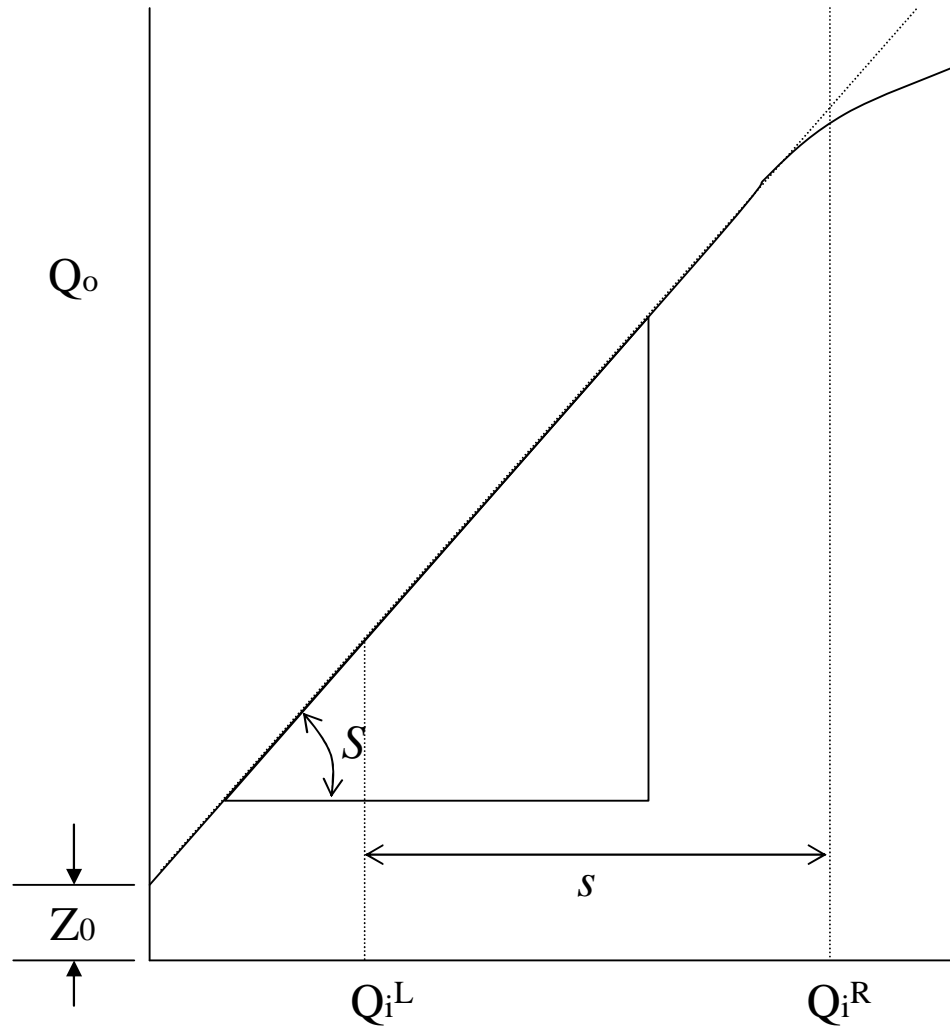




# Improper Functioning

- ≠ penggunaan tidak sesuai fungsi
- berhubungan dengan perawatan dan penyesuaian alat (maintenance & adjustment)
- ➔ Kalibrasi
- ➔ Zero offset
- ➔ Range / Span

# Improper Functioning (2)



**S** : Sensitivity  
(Slope)

**Z<sub>0</sub>**: Zero Offset

**s** : span (range)

# Improper Functioning (3)

Kalibrasi → Sensitivitas

- ⇒ *Response curve* suatu alat
- ⇒ garis lurus dengan kemiringan yang menunjukkan sensitivitas alat

$$S = \frac{\Delta Q_0}{\Delta Q_i}$$

# Improper Functioning (4)

## Zero Offset

- deviasi *Response line* (pada sumbu vertikal)
- garis lurus dengan kemiringan yang menunjukkan sensitivitas alat

- $$Q_0 = SQ_i + Z_0$$

- $Z_0 = 0$

- $$Q_0 = SQ_i$$

# Improper Functioning (5)

## Range

- Daerah kerja
- *Response curve* masih linier / masih dalam batas toleransi
- $$s = Q_i^R - Q_i^L$$
- $Q_i^R$  : batas atas dengan deviasi response curve maksimum
- $Q_i^L$  : batas bawah (← error alat)