

# Jaringan dan Infrastruktur Sistem Cerdas (JSC)

## Pertemuan 5 : Peran Sensor Sistem Cerdas

Alauddin Maulana Hirzan

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Universitas Semarang

# Outline

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

**1** Sensor Sistem Cerdas

**2** Klasifikasi

**3** Pemrograman Mikrokontroler

**4** Kalibrasi

**5** Noise

**6** Lastly

# Peran Sensor dalam Sistem Cerdas

Dalam sistem cerdas, sensor berfungsi sebagai komponen awal dalam rantai pemrosesan informasi. Semua keputusan yang dihasilkan oleh sistem seperti Internet of Things (IoT), robot, maupun sistem kendali otomatis bergantung pada data yang diperoleh dari sensor.

Sensor memungkinkan sistem:

- 1** Mengamati kondisi lingkungan secara real-time
- 2** Mengubah lingkungan fisik menjadi data yang dapat diproses komputer
- 3** Memberikan dasar bagi algoritma kecerdasan buatan dan kontrol otomatis

Tanpa sensor, sistem cerdas tidak memiliki masukan sehingga tidak dapat melakukan persepsi maupun pengambilan keputusan.

# Cara Kerja Sensor

Sensor bekerja dengan prinsip transduksi, yaitu proses konversi energi dari satu bentuk ke bentuk lain. Dalam konteks sensor:

- 1 Fenomena fisik (panas, tekanan, cahaya, suara)
- 2 Diubah menjadi sinyal listrik (tegangan, arus, atau pulsa digital)

Contoh konversi:

- 1 Sensor suhu: energi panas  $\rightarrow$  perubahan resistansi  $\rightarrow$  tegangan listrik
- 2 Sensor cahaya: intensitas cahaya  $\rightarrow$  arus listrik pada fotodiode

Proses ini sangat penting karena komputer dan mikrokontroler hanya dapat memproses data dalam bentuk listrik atau digital.

# Ilustrasi

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly



# Pemanfaatan Sensor

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

Pada IoT, sensor berfungsi untuk:

- 1 Mengumpulkan data lingkungan
- 2 Mengirimkan data ke cloud atau edge device
- 3 Memungkinkan analisis dan otomatisasi

Contoh:

- 1 Sensor kelembaban tanah pada pertanian cerdas
- 2 Sensor kualitas udara pada smart city

# Berdasarkan Keluaran

## 1 Sensor Analog

- Sensor analog menghasilkan sinyal kontinu, biasanya dalam bentuk:
  - Tegangan (0–5 V)
  - Arus (4–20 mA)
- Contoh:
  - LM35 (sensor suhu analog)
  - LDR (Light Dependent Resistor)

## 2 Sensor Digital

- Sensor digital menghasilkan sinyal diskrit, biasanya dalam bentuk:
  - Logika HIGH/LOW
  - Data digital melalui protokol komunikasi seperti I2C, SPI, atau UART
- Contoh:
  - DHT22 (suhu dan kelembaban digital)
  - HC-SR04 (sensor ultrasonik dengan output pulsa digital)

# Berdasarkan Parameter yang Diukur

- 1 Sensor Suhu** : Digunakan untuk mengukur temperatur lingkungan atau objek.
- 2 Sensor Cahaya** : Mengukur intensitas cahaya di lingkungan.
- 3 Sensor Tekanan** : Digunakan untuk mengukur tekanan gas atau cairan.
- 4 Sensor Jarak** : Mengukur jarak antara sensor dan objek.
- 5 Sensor Kelembaban** : Digunakan untuk mengukur kandungan uap air di udara atau tanah.

# Perbandingan Analog vs Digital

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

**Klasifikasi**

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

Perbandingan antara sensor analog dan sensor digital penting karena keduanya memiliki karakteristik berbeda dalam hal cara menghasilkan sinyal, ketahanan terhadap gangguan, serta kompleksitas implementasi dalam sistem mikrokontroler dan IoT.

# Perbandingan Analog vs Digital

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

Aspek	Analog	Digital
Sinyal	Kontinu	Diskrit
Akurasi	Bergantung pada kualitas ADC	Biasanya lebih stabil
Noise	Lebih sensitif	Lebih tahan
Kompleksitas	Rangkaian eksternal sederhana	Lebih kompleks secara internal

# Perbedaan Sinyal - Analog

Sensor analog menghasilkan tegangan atau arus yang berubah secara kontinu sesuai perubahan fenomena fisik.

Contoh:

**1**  $0^{\circ}\text{C} \rightarrow 0.1 \text{ V}$

**2**  $25^{\circ}\text{C} \rightarrow 0.25 \text{ V}$

**3**  $50^{\circ}\text{C} \rightarrow 0.50 \text{ V}$

# Perbedaan Sinyal - Digital

Sensor digital mengubah data fisik menjadi bentuk bilangan digital melalui ADC internal, kemudian mengirimkan data dalam format biner.

Contoh:

- 1 Temperature = 25.6°C
- 2 Data digital = 00011001

Sensor digital biasanya berkomunikasi melalui:

- 1 I2C
- 2 SPI
- 3 UART
- 4 Pulse width

# Perbedaan - Akurasi dan Resolusi Pengukuran

## Analog: Bergantung pada ADC

Sensor analog tidak langsung memberikan nilai digital. Mikrokontroler harus mengubah tegangan menjadi data numerik menggunakan Analog-to-Digital Converter (ADC).

Faktor yang memengaruhi akurasi:

- 1 Resolusi ADC (8-bit, 10-bit, 12-bit, 16-bit)
- 2 Noise pada jalur analog
- 3 Stabilitas tegangan referensi

# Perbedaan - Akurasi dan Resolusi Pengukuran

## Digital: Lebih Stabil

Sensor digital memiliki:

- 1 ADC internal
- 2 Kalibrasi pabrik
- 3 Kompensasi suhu internal

Akibatnya:

- 1 Nilai pengukuran lebih konsisten
- 2 Tidak terlalu dipengaruhi kualitas ADC mikrokontroler

# Perbedaan - Ketahanan terhadap Noise

## Analog: Lebih Sensitif terhadap Noise

Sinyal analog memiliki amplitudo kecil dan kontinu, sehingga:

- 1 Mudah terganggu oleh interferensi elektromagnetik
- 2 Rentan terhadap noise dari kabel panjang atau power supply

Contoh gangguan:

- 1 Motor listrik
- 2 WiFi
- 3 Switching power supply

# Perbedaan - Ketahanan terhadap Noise

## Digital: Lebih Tahan terhadap Gangguan

Sensor digital mengirimkan:

- 1 Bit 0 dan 1
- 2 Dengan ambang tegangan logika

Selama sinyal masih berada dalam rentang logika:

- 1  $0-0.8 \text{ V} = \text{LOW}$
- 2  $2-5 \text{ V} = \text{HIGH}$

# Perbedaan - Kompleksitas Sistem

## Analog: Sederhana di Sensor, Kompleks di Sistem

Sensor analog biasanya hanya terdiri dari:

- 1 Elemen sensor
- 2 Penguat sederhana

Namun, sistem mikrokontroler harus menyediakan:

- 1 ADC
- 2 Filtering
- 3 Kalibrasi

# Perbedaan - Kompleksitas Sistem

## Digital: Kompleks di Sensor, Sederhana di Sistem

Sensor digital memiliki komponen internal:

- 1 ADC
- 2 Mikroprosesor kecil
- 3 Kalibrasi pabrik
- 4 Protokol komunikasi

Akibatnya:

- 1 Harga sensor digital biasanya lebih mahal
- 2 Namun integrasi dengan mikrokontroler lebih mudah

# Peran Mikrokontroler

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

Mikrokontroler merupakan pusat pengendali dalam sistem embedded dan IoT. Perangkat ini mengintegrasikan CPU, memori, dan periferal dalam satu chip sehingga mampu melakukan pemrosesan data secara mandiri.

## Fungsi Utama Mikrokontroler

- 1 Pengolah Sinyal
- 2 Penghubung Sensor dan Jaringan
- 3 Pengirim Data ke Server atau Cloud

# 1. Pengolah Sinyal

Mikrokontroler menerima sinyal dari sensor dan:

- 1 Mengubahnya menjadi data digital
- 2 Melakukan filtering, kalibrasi, dan perhitungan

Contoh:

- 1 Mengubah nilai ADC menjadi satuan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )
- 2 Menghaluskan data dengan moving average

## 2. Penghubung Sensor dan Jaringan

Mikrokontroler bertindak sebagai gateway lokal antara:

- 1 dunia fisik (sensor)
- 2 dan dunia digital (jaringan atau cloud)

Sensor → Mikrokontroler → WiFi / Ethernet → Server

### 3. Pengirim Data ke Server atau Cloud

Dalam sistem IoT, mikrokontroler:

- 1 mengemas data sensor
- 2 mengirim melalui protokol seperti MQTT, HTTP, atau CoAP

Contoh:

Node sensor suhu mengirim data setiap 10 detik ke cloud dashboard.

# Arsitektur Mikrokontroler

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

## Komponen Utama:

- 1 CPU (Central Processing Unit)
- 2 ADC (Analog-to-Digital Converter)
- 3 GPIO (General Purpose Input Output)
- 4 Timer
- 5 Serial Communication

# Alur Pembacaan Sensor

## Penjelasan Tahapan

- 1** Sensor menghasilkan sinyal
  - Tegangan atau logika digital
- 2** ADC mengubah analog ke digital
  - Diperlukan untuk sensor analog
- 3** Program membaca nilai
  - Menggunakan fungsi `analogRead()` atau `digitalRead()`
- 4** Data diproses atau dikirim
  - Filtering
  - Konversi satuan
  - Pengiriman ke server

# Contoh Pembacaan Sensor Analog

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

```
int sensorPin = A0;  
int sensorValue = 0;
```

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
}
```

```
void loop() {  
  sensorValue = analogRead(sensorPin);  
  Serial.println(sensorValue);  
  delay(1000);  
}
```

# Penjelasan Kode

## 1 Deklarasi Pin

- `int sensorPin = A0;`
- Pin A0 digunakan untuk membaca tegangan dari sensor analog.

## 2 Inisialisasi Serial

- `Serial.begin(9600);`
- Digunakan untuk menampilkan data ke Serial Monitor pada kecepatan 9600 bps.

## 3 Pembacaan Sensor

- `sensorValue = analogRead(sensorPin);`

## 4 Menampilkan Data

- `Serial.println(sensorValue);`

# Contoh Pembacaan Sensor Digital

```
int sensorPin = 2;  
int sensorState = 0;
```

```
void setup() {  
  pinMode(sensorPin, INPUT);  
  Serial.begin(9600);  
}
```

```
void loop() {  
  sensorState = digitalRead(sensorPin);  
  Serial.println(sensorState);  
  delay(500);  
}
```

# Penjelasan Program

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

## 1 Konfigurasi Pin sebagai Input

- `pinMode(sensorPin, INPUT);`

## 2 Pembacaan Status Sensor

- `sensorState = digitalRead(sensorPin);`

Nilai yang mungkin:

1 0 → LOW

2 1 → HIGH

# Integrasi Sistem Cerdas - Machine Learning

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

Data sensor dapat digunakan untuk:

- 1 klasifikasi kondisi lingkungan
- 2 prediksi pola
- 3 deteksi anomali

Contoh:

Prediksi kelembaban tanah untuk irigasi otomatis  
Deteksi aktivitas manusia menggunakan sensor gerak

# Integrasi Sistem Cerdas - Sistem Monitoring

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

Sistem monitoring berbasis sensor digunakan pada:

- 1 smart city
- 2 industri 4.0
- 3 pertanian cerdas

Contoh:

- 1 Dashboard suhu server secara real-time
- 2 Monitoring kualitas udara

# Integrasi Sistem Cerdas - Sistem Kendali Otomatis

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

Sensor berperan sebagai feedback dalam sistem kontrol tertutup:

Sensor → Controller → Aktuator → Lingkungan → Sensor

Contoh:

- 1 Thermostat AC
- 2 Sistem irigasi otomatis
- 3 Robot line follower

# Definisi Kalibrasi

Kalibrasi adalah proses menyesuaikan output sensor agar sesuai dengan nilai referensi yang benar atau standar yang diketahui. Tujuan utama kalibrasi adalah memastikan bahwa nilai yang diukur sensor mendekati kondisi fisik sebenarnya.

Mengapa Kalibrasi Diperlukan:

- 1 Mengurangi Error Sistematis
- 2 Menyesuaikan Sensor dengan Kondisi Nyata
- 3 Meningkatkan Akurasi Pengukuran

# Sumber Error Sensor

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

Sensor tidak pernah sempurna. Beberapa sumber kesalahan utama meliputi:

- 1 Toleransi Pabrik
- 2 Perubahan Suhu Lingkungan
- 3 Aging Komponen
- 4 Gangguan Listrik

# Contoh Kalibrasi

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

**Kalibrasi**

Noise

Lastly

```
float offset = -3.5;
```

```
void loop() {  
    int raw = analogRead(A0);  
    float calibrated = raw + offset;  
    Serial.println(calibrated);  
}
```

# Definisi Noise

Noise adalah gangguan acak pada sinyal sensor yang menyebabkan fluktuasi nilai pembacaan walaupun kondisi fisik tidak berubah.

## Sumber Noise

- 1 Interferensi Elektromagnetik (EMI)
- 2 Fluktuasi Tegangan
- 3 Kesalahan ADC

# Dampak Noise

Jaringan dan  
Infrastruktur  
Sistem  
Cerdas  
(JSC)

Alauddin  
Maulana  
Hirzan

Sensor  
Sistem  
Cerdas

Klasifikasi

Pemrograman  
Mikrokon-  
troller

Kalibrasi

Noise

Lastly

Noise tidak hanya membuat data terlihat tidak rapi, tetapi dapat menyebabkan kesalahan serius dalam sistem cerdas.

- 1 Data Tidak Stabil
- 2 Kesalahan Deteksi
- 3 Keputusan Sistem Cerdas Menjadi Salah

# Terima Kasih