

Internet of Everything (IoE)

Pertemuan 4 : Data Dalam IoE

Alauddin Maulana Hirzan

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Universitas Semarang

Outline

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly

- 1 Data Dalam IoE
- 2 *Data Acquisition*
- 3 *Edge Preprocessing*
- 4 *Data Pipeline*
- 5 Tantangan Data IoE
- 6 Lastly

Peran Data IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **IoE sebagai Ekosistem Data**

- Internet of Everything (IoE) mencakup miliaran perangkat terhubung (sensor, aktuator, mesin, aplikasi).
- Setiap perangkat menghasilkan aliran data kontinu yang berkontribusi pada ekosistem digital global.

- **Data sebagai "Bahan Bakar"**

- Data menjadi fuel untuk analitik, kecerdasan buatan (AI), machine learning, dan sistem pengambilan keputusan cerdas.
- Memberikan dasar bagi otomatisasi, prediksi, dan optimalisasi dalam berbagai sektor (transportasi, kesehatan, industri, pertanian).

- **Tantangan Data IoE**

- Heterogenitas → berbagai format (teks, sensor, gambar, video).
- Skalabilitas → volume data masif yang terus bertambah.
- Kecepatan (Velocity) → kebutuhan pemrosesan real-time untuk layanan responsif.

Ilustrasi Data IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

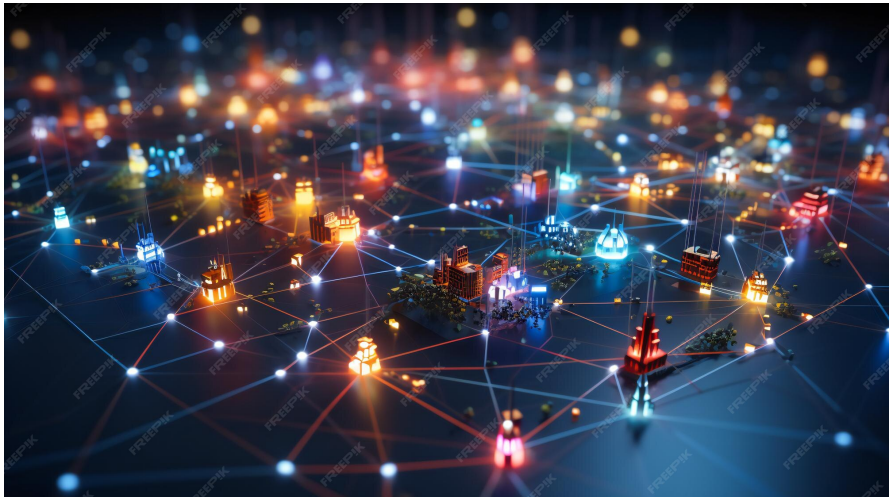
*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly



Karakteristik Data IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

1 Volume

- Data dalam jumlah sangat besar (terabyte → petabyte, bahkan zettabyte di masa depan).
- Pertumbuhan eksponensial seiring meningkatnya perangkat terhubung.

2 Velocity

- Data dihasilkan dalam kecepatan sangat tinggi.
- Menuntut pemrosesan real-time / near real-time (contoh: sensor kendaraan otonom, IoT medis).

3 Variety

- Format data beragam: sensor readings, teks, audio, video, gambar, log sistem.
- Membutuhkan integrasi lintas format agar bisa dianalisis bersama.

4 Veracity

- Menekankan keakuratan, reliabilitas, dan kualitas data.

5 Value

- Data bernilai jika dapat menghasilkan insight bisnis, efisiensi, dan inovasi.

Ilustrasi 5V Data IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly



Karakteristik - *Volume*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly

- Data yang dihasilkan oleh ekosistem IoE sangat masif.
- Skala datanya sudah mencapai terabyte hingga petabyte, bahkan diprediksi menuju zettabyte seiring meningkatnya jumlah perangkat pintar.
- **Contoh** : Data dari sensor kendaraan otonom, kamera CCTV kota pintar, atau catatan transaksi e-commerce global.
- **Tantangan** : penyimpanan, manajemen, dan pemrosesan data dalam skala super besar.

Karakteristik - *Velocity*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

- Kecepatan aliran data IoE sangat tinggi.
- Data dihasilkan secara real-time atau near real-time, sehingga harus segera diproses agar tetap relevan.
- **Contoh** : Sensor kesehatan yang mengukur detak jantung pasien harus diproses langsung untuk mendeteksi kondisi darurat.
- **Tantangan** : kebutuhan infrastruktur komputasi berkecepatan tinggi, streaming data, dan low-latency network.

Karakteristik - *Variety*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

- Data IoE bersifat heterogen dengan berbagai format:
 - **Data terstruktur** : angka dari sensor, catatan transaksi.
 - **Data semi-terstruktur** : log sistem, JSON, XML.
 - **Data tidak terstruktur** : gambar, audio, video.
- **Contoh** : Kamera lalu lintas menghasilkan video, sensor cuaca menghasilkan angka, dan media sosial menghasilkan teks.
- **Tantangan** : mengintegrasikan data lintas format agar bisa dianalisis secara menyeluruh.

Karakteristik - *Veracity*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

- Menunjukkan tingkat keakuratan, reliabilitas, dan kualitas data.
- Dalam IoE, sering terdapat data noise, error sensor, missing value, atau bahkan data palsu.
- **Contoh** : Sensor lingkungan yang error dapat menghasilkan data suhu yang tidak realistis.
- **Tantangan** : validasi data, pembersihan data (data cleaning), dan filtering agar hasil analisis tetap valid.

Karakteristik - *Value*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

- Data memiliki arti jika dapat diubah menjadi nilai bisnis, inovasi, atau efisiensi operasional.
- Data IoE perlu diproses dengan analitik, AI, dan machine learning agar menghasilkan insight.
- **Contoh** : Analisis data IoE di bidang pertanian presisi → meningkatkan hasil panen dengan penggunaan pupuk yang tepat.
- **Tantangan** : tidak semua data bernilai; perlu seleksi dan prioritas untuk data yang benar-benar relevan.

Contoh Data IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

Velocity

- Smart City: ribuan sensor lalu lintas, polusi udara, dan CCTV.
- Menghasilkan data traffic flow, kualitas udara, konsumsi energi dalam skala terabyte per hari.
- Tantangan: bagaimana menyimpan dan menganalisis data masif ini untuk manajemen kota pintar.

Velocity

- Kendaraan otonom: menghasilkan data lidar, radar, kamera, GPS dalam jumlah besar.
- Satu mobil dapat menghasilkan gigabyte data per detik.
- Data harus diproses real-time agar sistem navigasi dan keamanan tetap berjalan.

Contoh Data IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

Variety

- *Smart Healthcare* :
 - EKG untuk sinyal jantung,
 - Sensor suhu tubuh,
 - Citra medis (X-ray, MRI),
 - Suara pasien untuk analisis pernapasan.

Veracity

- Sensor cuaca di daerah terpencil bisa memberikan data error karena gangguan perangkat keras atau jaringan.
- Wearable devices (jam tangan pintar) kadang memberi data detak jantung tidak akurat saat pengguna bergerak cepat.
- Perlu data cleaning agar analisis tidak bias.

Contoh Data IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

Value

- Pertanian Presisi (Precision Agriculture): sensor tanah dan drone udara menghasilkan data kelembaban, suhu, dan visual tanaman.
- Data tersebut memberikan nilai bisnis dengan meningkatkan efisiensi pemakaian air, pupuk, dan meningkatkan hasil panen.

Data Acquisition

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly

- Data Acquisition (Akuisisi Data) adalah proses mengumpulkan data dari sensor, perangkat, atau sistem IoE dan mengirimkannya ke sistem pengolahan (edge, fog, atau cloud) untuk analisis.
- Tahap awal dalam pipeline IoE sebelum data diolah lebih lanjut menjadi informasi bernilai.

Tahapan Proses Akuisisi Data

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **Pengukuran (*Sensing*)** : Sensor atau perangkat IoT menangkap fenomena fisik (suhu, cahaya, getaran, suara, posisi).
- **Pengubahan (*Conversion*)** : Data analog dikonversi ke bentuk digital oleh ADC (Analog-to-Digital Converter).
- **Pengumpulan (*Collection*)** : Data dikirimkan melalui perangkat komunikasi atau gateway menuju sistem tujuan.
- **Agregasi (*Aggregation*)** : Data dari banyak sensor digabung untuk efisiensi sebelum dikirim ke cloud.

Metode Akuisisi Data

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **Sampling (Pengambilan Sampel Data)**
 - **Periodik** : Data dikirim secara terjadwal, misalnya setiap 1 detik, 1 menit, atau 1 jam.
 - Contoh: sensor suhu ruangan mengirim data tiap menit.
 - **Event-based** : Data dikirim hanya saat terjadi peristiwa tertentu.
 - Contoh: sensor pintu hanya mengirim data saat pintu dibuka.
 - **Hybrid** : Gabungan periodik + event-based, untuk efisiensi bandwidth dan tetap menjaga keakuratan data.

Metode Akuisisi Data

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

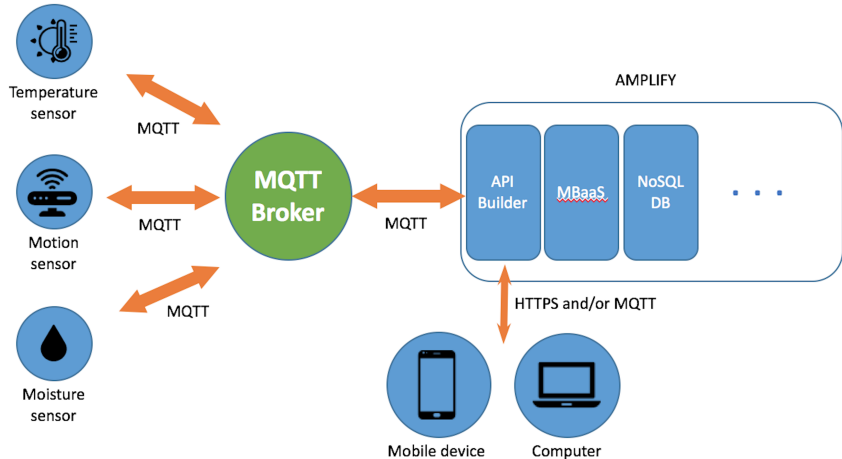
Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **Protokol Komunikasi IoT**
 - **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) :**
 - Ringan, berbasis publish/subscribe.
 - Cocok untuk perangkat terbatas bandwidth.
 - Contoh: sensor kelembaban tanah mengirim data ke broker MQTT.
 - **CoAP (Constrained Application Protocol) :**
 - Ringan, berbasis REST (HTTP-like).
 - Cocok untuk perangkat dengan daya dan komputasi rendah.
 - **HTTP/HTTPS :**
 - Lebih umum, mudah diintegrasikan dengan sistem web.
 - Kurang efisien untuk perangkat IoT skala besar.
 - **OPC-UA (Open Platform Communications – Unified Architecture) :**
 - Banyak digunakan dalam industri manufaktur.
 - Mendukung interoperabilitas antar perangkat industri.

Ilustrasi MQTT



Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

Ilustrasi CoAP

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

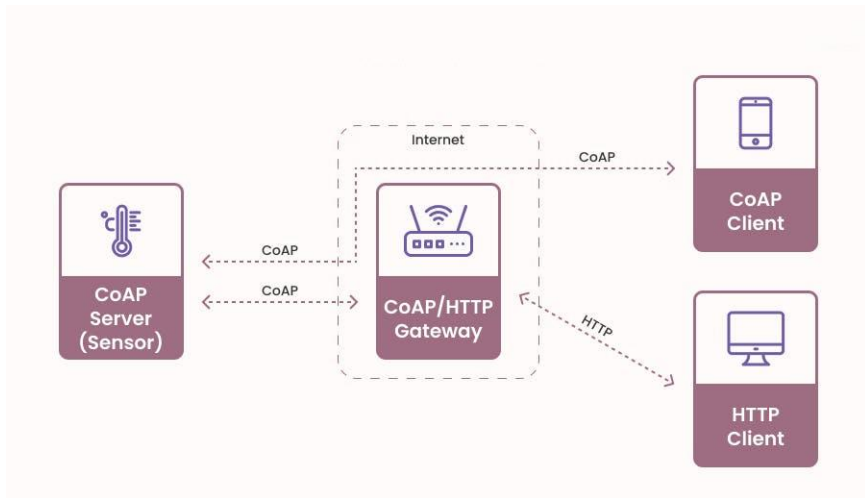
Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly



Tantangan Akuisisi Data

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly

- 1 **Heterogenitas sensor** : format data berbeda-beda.
- 2 **Keterbatasan bandwidth dan energi** : harus efisien dalam komunikasi.
- 3 **Keandalan dan keamanan** : data harus sampai dengan aman dan tidak terdistorsi.

Metode Akuisisi Data

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **Gateway IoT untuk Agregasi Data**

- **Fungsi :**

- Menghubungkan sensor/perangkat IoT dengan jaringan utama (cloud/edge server).
 - Melakukan data preprocessing (filtering, compression, protocol translation).
 - Menyediakan keamanan (enkripsi, autentikasi).

- **Contoh :**

- Gateway di pabrik mengumpulkan data dari ribuan sensor mesin sebelum dikirim ke cloud.
 - Gateway di smart home mengumpulkan data dari lampu, kamera, dan thermostat.

Edge Preprocessing

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

- 1 *Edge Preprocessing* adalah pemrosesan awal data yang dilakukan di perangkat edge (misalnya gateway IoT, router pintar, atau edge server) sebelum data dikirim ke cloud.
- 2 Konsep ini merupakan bagian dari edge computing, di mana sebagian beban komputasi dipindahkan lebih dekat ke sumber data.

Tujuan Utama *Preprocessing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **Mengurangi Latensi**
 - Respon lebih cepat karena tidak semua data harus dikirim ke cloud.
 - Contoh: kendaraan otonom perlu mendeteksi pejalan kaki secara real-time.
- **Menghemat Bandwidth**
 - Data yang tidak relevan atau berlebihan difilter sebelum dikirim.
 - Mengurangi beban jaringan terutama pada skala besar (smart city, pabrik).
- **Meningkatkan Keamanan Data**
 - Data sensitif dapat diolah atau dienkripsi di edge.
 - Mengurangi risiko kebocoran data karena tidak semua data mentah dikirim keluar.

Teknik *Edge Preprocessing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

① Data Filtering

- Menghapus data yang tidak relevan, duplikat, atau noise.
- Contoh: sensor suhu mengirim data hanya jika perubahan $> 1^{\circ}\text{C}$.

② Compression (Kompresi Data)

- Mengurangi ukuran data agar hemat bandwidth.
- Contoh: kompresi citra CCTV sebelum dikirim ke cloud.

③ Anomaly Detection Sederhana

- Deteksi awal terhadap data abnormal langsung di edge.
- Contoh: sensor mesin mendeteksi getaran abnormal dan mengirim alert ke cloud.

④ Feature Extraction (Opsional)

- Mengambil fitur penting dari data mentah.
- Contoh: dari suara pasien, edge device hanya mengekstraksi frekuensi utama, bukan seluruh file audio.

Ilustrasi Data Filtering

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly



Ilustrasi Data Compression

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly



Definisi

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

***Data
Pipeline***

Tantangan
Data IoE

Lastly

- ➊ Data Pipeline IoE adalah alur pengolahan data mulai dari pengumpulan di sensor hingga pemanfaatannya di aplikasi cerdas.
- ➋ Pipeline ini menjamin bahwa data IoE dapat mengalir dengan efisien, aman, dan bernilai dari ujung (edge) ke cloud.

Lapisan Data Pipeline

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **Sensor Layer (Perangkat / Things)**

- Mengumpulkan data dari lingkungan: suhu, tekanan, kelembaban, lokasi GPS, citra video, suara.
- Perangkat: sensor, kamera, wearable devices, kendaraan pintar.
- Karakteristik: data mentah, heterogen, dan terus-menerus dihasilkan.

Lapisan Data Pipeline

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **Edge Layer (Preprocessing / Gateway)**
 - Melakukan pemrosesan awal:
 - Filtering → menghapus noise/duplikat.
 - Agregasi → menggabungkan data dari banyak sensor.
 - Normalisasi → menyeragamkan format data.
 - Tujuan: mengurangi latensi, hemat bandwidth, tingkatkan keamanan.

Lapisan Data Pipeline

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **Communication Layer (Transportasi Data)**
 - Menyediakan jalur komunikasi data antar layer.
 - Protokol:
 - MQTT → ringan, publish/subscribe.
 - CoAP → untuk perangkat terbatas.
 - 5G → kecepatan tinggi, latensi rendah.
 - LoRa/LoRaWAN → jarak jauh, hemat energi.
 - Tantangan: memilih protokol sesuai kebutuhan aplikasi.

Lapisan Data Pipeline

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

***Data
Pipeline***

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **Cloud/Server Layer (Data Center / Fog / Cloud Computing)**
 - Penyimpanan Big Data → Hadoop, NoSQL databases.
 - Analitik & Machine Learning → klasifikasi, prediksi, anomaly detection.
 - Scalability → mampu menampung data dari jutaan perangkat IoE.

Lapisan Data Pipeline

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

***Data
Pipeline***

Tantangan
Data IoE

Lastly

- **Application Layer (Aplikasi / End-User)**

- Data IoE dimanfaatkan menjadi informasi dan insight.
- Contoh:
 - Dashboard monitoring (smart city, smart grid).
 - Decision support system (pertanian presisi, smart healthcare).
 - Automasi industri berbasis AI.

Tantangan Data IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

1. Skalabilitas Penyimpanan

- Data IoE tumbuh sangat cepat (terabyte hingga zettabyte).
- Tantangan:
 - Penyimpanan big data dengan kapasitas besar.
- Contoh: Smart city dengan ribuan CCTV menghasilkan petabyte video harian.

2. Integrasi Data Heterogen

- Data IoE berasal dari berbagai sumber: sensor, log sistem, video, teks, citra medis, data industri.
- Tantangan:
 - Menyatukan data terstruktur, semi-terstruktur, dan tidak terstruktur.
- Contoh: sistem smart healthcare harus mengintegrasikan data EKG, suhu, rekam medis, dan citra MRI.

Tantangan Data IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

Data
Acquisition

Edge Prepro-
cessing

Data
Pipeline

Tantangan
Data IoE

Lastly

3. Real-Time Analytics

- Banyak aplikasi IoE membutuhkan pemrosesan data instan untuk pengambilan keputusan.
- Tantangan: Latensi rendah.
- Contoh: Kendaraan otonom harus memproses sensor lidar dan kamera dalam milidetik untuk menghindari kecelakaan.

4. Privasi dan Keamanan Data

- Data IoE seringkali bersifat sensitif (lokasi pengguna, data kesehatan, aktivitas industri).
- Tantangan: Melindungi data dari serangan siber
- Contoh: perangkat wearable kesehatan yang mengirim data pasien harus dilindungi agar tidak bocor.

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Data Dalam
IoE

*Data
Acquisition*

*Edge Prepro-
cessing*

*Data
Pipeline*

Tantangan
Data IoE

Lastly

Terima Kasih