

Internet of Everything (IoE)

Pertemuan 5 : Cloud, Edge, dan Fog Computing dalam IoE

Alauddin Maulana Hirzan

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Universitas Semarang

Outline

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

- 1 Definisi *Cloud Computing*
- 2 Definisi *Edge Computing*
- 3 Definisi *Fog Computing*
- 4 Perbandingan *Cloud*, *Edge*, dan *Fog*
- 5 Lastly

Definisi *Cloud Computing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
*Cloud
Computing*

Definisi *Edge
Computing*

Definisi *Fog
Computing*

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

- Cloud Computing adalah paradigma pemrosesan dan penyimpanan data melalui pusat data terpusat yang diakses melalui internet.
- Menyediakan layanan:
 - **IaaS** (*Infrastructure-as-a-Service*)
 - **FaaS** (*Function-as-a-Service*)
 - **PaaS** (*Platform-as-a-Service*)
 - **SaaS** (*Software-as-a-Service*)

Karakteristik Utama

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

- 1 Skalabilitas tinggi.
- 2 Sumber daya virtualisasi.
- 3 Akses melalui jaringan publik.
- 4 Biaya berbasis penggunaan (*pay-as-you-go*).

Ilustrasi

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

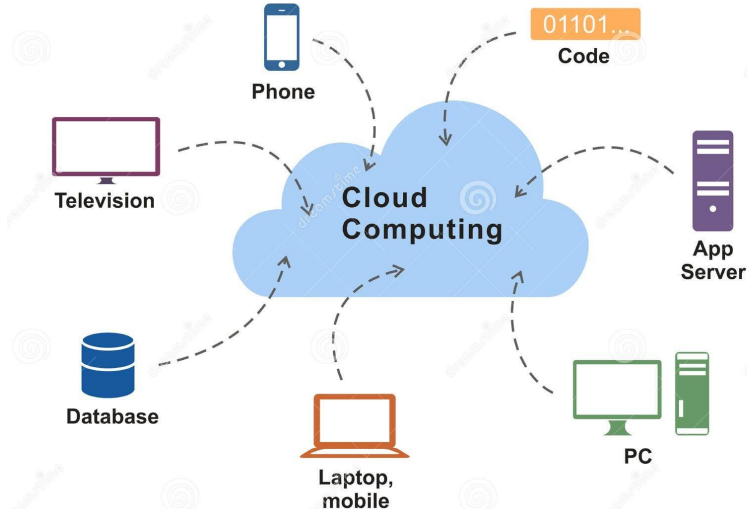
Definisi
*Cloud
Computing*

Definisi *Edge
Computing*

Definisi *Fog
Computing*

Perbandingan
*Cloud, Edge,
dan Fog*

Lastly



Infrastructure-as-a-Service

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly

- **Fitur Utama**
 - **Definisi** : IaaS menyediakan sumber daya komputasi virtual melalui internet.
 - **Tanggung Jawab Pengguna** : Pengguna mengelola sistem operasi, aplikasi, dan data.
 - **Contoh** : AWS EC2, Google Compute Engine, Microsoft Azure.
- **Manfaat**
 - **Fleksibilitas** : Sesuaikan sumber daya sesuai kebutuhan.
 - **Efisien Biaya** : Bayar hanya untuk yang digunakan, mengurangi biaya awal.

Ilustrasi

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

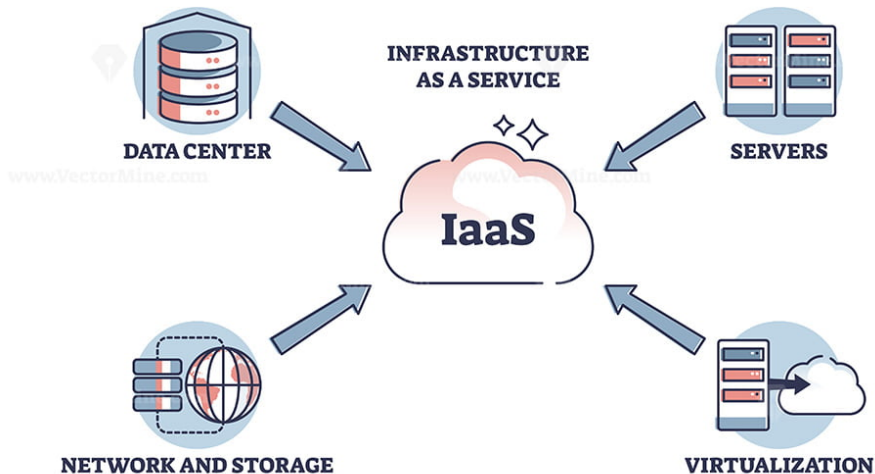
Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly



Platform-as-a-Service

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly

- **Fitur Utama**

- **Definisi** : PaaS menyediakan platform untuk mengembangkan, menjalankan, dan mengelola aplikasi tanpa perlu mengurus infrastruktur dasar.
- **Tanggung Jawab Pengguna** : Pengguna fokus pada pengembangan dan pengelolaan aplikasi.
- **Contoh** : Google App Engine, AWS Elastic Beanstalk, Heroku.

- **Manfaat**

- **Kecepatan** : Mempercepat pengembangan dan deployment aplikasi.
- **Alat** : Menyediakan alat dan perpustakaan bawaan untuk pengembang.

Ilustrasi

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
*Cloud
Computing*

Definisi *Edge
Computing*

Definisi *Fog
Computing*

Perbandingan
*Cloud, Edge,
dan Fog*

Lastly

PaaS (Platform-as-a-Service)



Software-as-a-Service

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly

- **Fitur Utama**

- **Definisi** : SaaS menyediakan aplikasi perangkat lunak lengkap melalui internet.
- **Tanggung Jawab Pengguna** : Pengguna mengakses aplikasi tanpa mengelola infrastruktur dasar.
- **Contoh** : Google Workspace, Salesforce, Dropbox.

- **Manfaat**

- **Aksesibilitas** : Aplikasi tersedia melalui browser web, tanpa memerlukan instalasi.
- **Tanpa Perawatan** : Penyedia menangani pembaruan dan perawatan.

Ilustrasi

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly



Definisi *Edge Computing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

- *Edge Computing* adalah paradigma komputasi yang memindahkan proses pengolahan data ke lokasi terdekat dengan sumber data, seperti sensor, aktuator, atau perangkat IoT, alih-alih mengirim seluruh data mentah ke pusat data (cloud).
- Pendekatan ini menjadi elemen kunci dalam ekosistem Internet of Everything (IoE) untuk mendukung respons cepat dan efisiensi jaringan.

Tujuan Utama

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge
Computing*

Definisi *Fog
Computing*

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

- Mengurangi latensi
 - Pemrosesan dilakukan di dekat sumber data, sehingga waktu tunda (delay) menurun secara signifikan.
- Meningkatkan kecepatan respon
 - Data penting dapat dianalisis dan ditindaklanjuti langsung di perangkat edge tanpa menunggu hasil dari cloud.
- Menghemat bandwidth
 - Hanya data yang relevan atau hasil analisis yang dikirim ke cloud.

Contoh *Edge Computing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

- Kamera CCTV yang melakukan deteksi wajah langsung di perangkat.
- Sistem kendaraan otonom dengan analitik real-time di dalam mobil.



Definisi *Fog Computing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

- *Fog Computing* merupakan paradigma komputasi yang diperkenalkan oleh Cisco Systems sebagai lapisan perantara antara Edge dan Cloud.
- *Fog Computing* bertujuan memperluas kemampuan cloud lebih dekat ke sumber data dengan menyediakan pemrosesan, penyimpanan, dan kontrol secara lokal pada node-node jaringan (seperti router, gateway, atau micro data center).
- *Fog* tidak hanya berada di perangkat edge, tetapi mencakup seluruh infrastruktur jaringan di antara perangkat IoT (edge) dan data center (cloud).

Tujuan

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

- Meningkatkan efisiensi sistem IoT dengan mendistribusikan beban pemrosesan dari cloud ke node jaringan di dekat pengguna.
- Menjamin respon cepat dan analitik lokal, tanpa kehilangan kemampuan sinkronisasi dan analisis global di cloud.
- Menjaga privasi dan keamanan data, dengan pemrosesan awal dilakukan sebelum data dikirim ke cloud.

Karakteristik Utama

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly

1 Latensi Rendah :

- Proses komputasi dilakukan di node jaringan yang lebih dekat ke perangkat sumber data, sehingga mempercepat respon sistem.

2 Pemrosesan Terdistribusi :

- Data tidak harus dikirim ke satu pusat cloud; dapat diproses di beberapa node fog sesuai kebutuhan lokasi dan konteks.

3 Mendukung Orkestrasi Layanan Antar Node :

- Fog memungkinkan koordinasi antar beberapa node (misalnya antar gateway atau micro server) untuk membagi tugas komputasi.

4 Cocok untuk IoT dengan Topologi Kompleks :

- Digunakan pada sistem dengan banyak sensor dan perangkat tersebar (contohnya: smart city, pabrik industri 4.0, atau jaringan transportasi cerdas).

Contoh

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

① Smart Traffic System :

Kamera lalu lintas dan sensor kendaraan mengirim data ke fog node di server kota untuk menganalisis kepadatan jalan secara lokal, sebelum hasil ringkas dikirim ke cloud pusat untuk analisis jangka panjang.

① Industrial IoT (IIoT) :

Gateway industri melakukan pemrosesan prediktif maintenance dan deteksi anomali mesin secara lokal, sementara data historis tetap disimpan di cloud.

Contoh

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

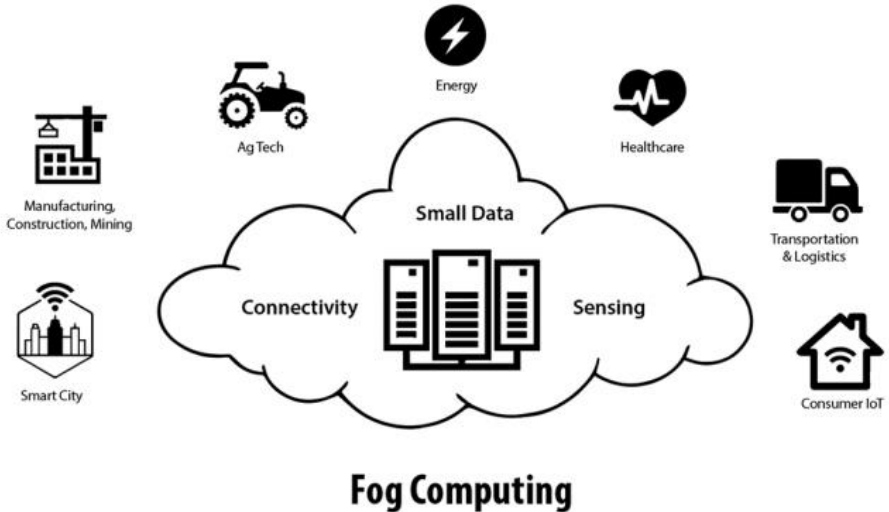
Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly



Perbandingan *Cloud*, *Edge*, dan *Fog*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

Aspek	Cloud	Edge	Fog
Lokasi Pemrosesan	Pusat data terpusat	Dekat perangkat	Tengah
Latensi	Tinggi	Rendah	Sedang
Skala	Sangat besar	Terbatas	Menengah
Konektivitas	Internet publik	Lokal	Lokal + Internet
Contoh Kasus	Analisis Big Data	Kendaraan otonom	Smart grid

Ilustrasi

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

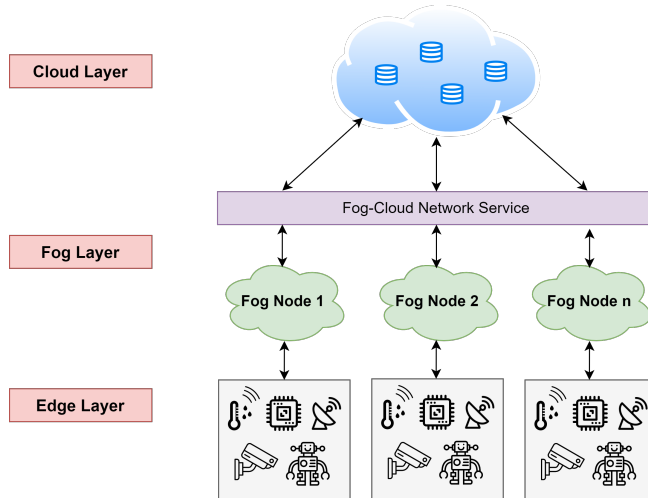
Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly



Arsitektur Hybrid: *Edge–Fog–Cloud*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, *Edge*,
dan *Fog*

Lastly

- *Edge Layer* : Pemrosesan awal (filtering, pre-processing).
- *Fog Layer* : Koordinasi antar edge dan agregasi data.
- *Cloud Layer* : Analisis mendalam dan penyimpanan besar.
- Kelebihan :
 - Kombinasi efisiensi, skalabilitas, dan kecepatan.
 - Mendukung berbagai skenario IoE: smart city, healthcare, industri.

Skenario Penggunaan IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly

Cloud-Centric IoE

- **Karakteristik :**
 - Seluruh data dikirim ke Cloud untuk disimpan dan dianalisis.
 - Fokus pada analisis jangka panjang, prediksi, dan pembelajaran mesin skala besar.
 - Cocok untuk sistem yang tidak memerlukan respon instan.

Fog-Centric IoE

- **Karakteristik :**
 - Node fog (seperti router, gateway, microserver) berperan sebagai lapisan perantara antara edge dan cloud.
 - Melakukan koordinasi antar beberapa edge device dan pemrosesan terdistribusi.
 - Ideal untuk sistem bertopologi kompleks yang membutuhkan sinkronisasi multi-sumber.

Skenario Penggunaan IoE

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly

Hybrid IoE Architecture

- **Karakteristik :**
 - Kombinasi Cloud + Fog + Edge yang saling berinteraksi.
 - Dirancang untuk sistem berskala besar dan sangat dinamis, seperti kota atau infrastruktur nasional
 - Memungkinkan optimisasi adaptif: data penting diproses di edge/fog, data historis diolah di cloud.

Studi Kasus - *Smart Traffic Management System*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly

Edge Layer – Deteksi dan Respons Cepat

- Sensor IoT (kamera, radar, sensor inframerah, dan loop magnetik) ditempatkan di setiap persimpangan.
- Data yang dikumpulkan: jumlah kendaraan, kecepatan, waktu antrean, dan kepadatan lalu lintas.
- Edge device melakukan pemrosesan awal (filtering, object detection, anomaly detection) untuk mengurangi latensi dan beban komunikasi.
- Contoh: Sensor mendeteksi kemacetan dan langsung mengubah durasi lampu hijau di lokasi tersebut.

Studi Kasus - *Smart Traffic Management System*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi Edge
Computing

Definisi Fog
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly

Fog Layer – Koordinasi Antar Wilayah

- Server lokal (fog node) ditempatkan di pusat lalu lintas wilayah.
- Menerima data dari beberapa edge device dalam satu area untuk analisis kontekstual dan koordinasi antar simpang.
- Menjalankan algoritma penjadwalan lampu lalu lintas adaptif berbasis kondisi real-time di sekitarnya.
- Contoh: Fog node wilayah mengatur sinkronisasi lampu hijau berantai agar arus kendaraan lancar di jalur utama.

Studi Kasus - *Smart Traffic Management System*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge
Computing*

Definisi *Fog
Computing*

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan Fog

Lastly

Cloud Layer – Analitik dan Prediksi Global

- Semua data yang telah diproses dikirim ke cloud untuk penyimpanan historis, pembelajaran mesin, dan analisis jangka panjang.
- Cloud melakukan prediksi pola lalu lintas, mendeteksi hotspot kemacetan, dan mengoptimalkan rute perjalanan untuk layanan navigasi publik.
- Contoh: Cloud menganalisis data selama 1 bulan untuk memperkirakan jam puncak dan mengusulkan perubahan pola lalu lintas kota.

Studi Kasus - *Smart Traffic Management System*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Definisi
Cloud
Computing

Definisi *Edge*
Computing

Definisi *Fog*
Computing

Perbandingan
Cloud, Edge,
dan *Fog*

Lastly

Manfaat Sistem:

- 1 Latensi rendah: keputusan cepat di edge.
- 2 Koordinasi efisien: antar wilayah melalui node fog.
- 3 Perencanaan strategis: berbasis data jangka panjang dari cloud.
- 4 Optimasi energi dan lingkungan: pengurangan waktu idle kendaraan menurunkan emisi CO hingga 30% (berdasarkan studi IEEE Access, 2023).

Terima Kasih