

Internet of Everything (IoE)

Pertemuan 11 : Smart Industry

Alauddin Maulana Hirzan

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Universitas Semarang

Outline

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

1 Smart Industry

2 *Smart Manufacturing*

3 Lastly

Konsep *Smart Industry*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

Definisi:

Industri 4.0 merupakan fase transformasi manufaktur modern yang mengintegrasikan Cyber-Physical Systems (CPS), Internet of Everything/Industrial Internet of Things (IoE/IIoT), big data analytics, machine learning, serta automasi cerdas untuk mewujudkan ekosistem produksi yang adaptif, efisien, dan terhubung.

Konsep ini menekankan sinkronisasi antara sistem fisik dan digital melalui real-time data exchange serta kemampuan pengambilan keputusan otomatis berbasis analitik.

Karakteristik *Smart Industry*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

Karakteristik Utama *Smart Industry*:

- Cyber-Physical Systems (CPS)
 - Sistem yang mengintegrasikan komponen fisik (mesin, robot, sensor) dengan model digital melalui mekanisme pemantauan dan kendali waktu nyata.
- Konektivitas IoE/IIoT
 - Perangkat industri saling terhubung melalui jaringan berkecepatan tinggi sehingga memungkinkan pertukaran data kontinu antara mesin, operator, dan sistem cloud.
- Big Data & Artificial Intelligence (AI)
 - Pemanfaatan data dalam skala besar untuk menghasilkan wawasan prediktif, optimasi proses, dan deteksi anomali melalui teknik pembelajaran mesin.

Karakteristik *Smart Industry*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

- Automasi Cerdas dan Robotik
 - Penggunaan teknologi robot kolaboratif (cobots), automasi tingkat lanjut, dan sistem kendali adaptif untuk meningkatkan konsistensi serta produktivitas.
- Interoperabilitas Antar Sistem Industri
 - Integrasi lintas platform melalui standar protokol industri (OPC-UA, MQTT, Modbus, dsb.) sehingga mesin, perangkat lunak, dan layanan dapat berkomunikasi secara mulus.

Peran *Smart Industry*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

Peran *Smart Industry*:

Internet of Everything (IoE) memperluas konsep Industrial Internet of Things (IIoT) dengan menghubungkan seluruh entitas dalam proses industri, tidak hanya perangkat fisik tetapi juga manusia, data, dan proses bisnis. Integrasi ini menciptakan lingkungan produksi yang adaptif, cerdas, dan berorientasi data.

Entitas IoE dalam *Smart Industry*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

Entitas yang Terhubung dalam IoE:

- ➊ Mesin industri: robot, conveyor, CNC, dan peralatan manufaktur lain.
- ➋ Sensor produksi: sensor suhu, getaran, tekanan, kelembaban, dan kualitas produk.
- ➌ Sistem kontrol: PLC, SCADA, DCS untuk pemantauan dan kendali proses secara real time.
- ➍ Pekerja: perangkat wearable untuk keselamatan, monitoring kesehatan, serta panduan kerja digital.
- ➎ Sistem manajemen: ERP, MES, dan SCM untuk sinkronisasi produksi, inventori, dan rantai pasok.
- ➏ Aset fisik dan logistik: kendaraan AGV/AMR, palet cerdas, dan sistem pergudangan otomatis.

Mesin CNC

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

Mesin CNC (Computer Numerical Control)



Manfaat IoE dalam Lingkungan Industri 4.0:

- ① Komunikasi antar-entitas produksi
 - Seluruh komponen proses industri saling bertukar informasi secara terintegrasi melalui jaringan berstandar industri.
- ② Pengambilan keputusan otomatis
 - Sistem AI/ML dan analitik industri menggunakan data waktu nyata untuk mengoptimalkan proses, mendeteksi anomali, dan melakukan tindakan otomatis.
- ③ Respons dinamis terhadap perubahan permintaan
 - Sistem produksi adaptif yang mampu menyesuaikan kapasitas dan alur kerja berdasarkan fluktuasi permintaan pasar, kondisi mesin, dan supply chain.

Arsitektur Industry Internet of Things

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

Arsitektur

- ① *Perception Layer*
- ② *Network Layer*
- ③ *Middle Layer*
- ④ *Application Layer*

Arsitektur IIoT - *Perception Layer*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

Smart Manu-
facturing

Lastly

Perception Layer

Lapisan akuisisi data yang mencakup perangkat fisik untuk pemantauan proses industri.

- ➊ Sensor industri: suhu, tekanan, getaran, arus listrik
- ➋ RFID dan barcode readers untuk pelacakan aset
- ➌ Aktuator dan aktuator pneumatik/elektrik sebagai penggerak proses produksi

Fungsi utama: menangkap data fisik, mendeteksi kondisi proses, dan melakukan tindakan otomatis dasar.

Sensor Industrial

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

Smart Manu-
facturing

Lastly



Arsitektur IIoT - *Network Layer*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

Smart Manu-
facturing

Lastly

Network Layer

Lapisan komunikasi yang memungkinkan perpindahan data secara andal dan deterministik.

- 1 Industrial Ethernet (Profinet, EtherCAT, Modbus TCP)
- 2 OPC-UA sebagai protokol interoperabilitas tingkat industri
- 3 Jaringan nirkabel: 5G, Wi-Fi 6, Zigbee, LoRa/LPWAN
- 4 MQTT/AMQP untuk pengiriman data berbasis publish-subscribe

Fungsi utama: memastikan transfer data aman, real time, dan sesuai standar industri.

EtherCAT

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly



Arsitektur IIoT - *Middleware Layer*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

Smart Manu-
facturing

Lastly

Middleware Layer

Lapisan integrasi yang menghubungkan perangkat fisik dengan aplikasi tingkat atas.

- 1 Edge gateways untuk pre-processing dan protokol bridging
- 2 Fog nodes untuk komputasi dekat sumber data
- 3 Industrial middleware: sistem manajemen data, event processing, dan orchestrator perangkat

Fungsi utama: menyaring data, menjalankan analitik lokal, serta menyediakan API dan interoperabilitas.

Industrial Edge Gateway

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

Smart Manu-
facturing

Lastly



Arsitektur IIoT - *Application Layer*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

Smart Manu-
facturing

Lastly

Application Layer

Lapisan layanan tingkat perusahaan yang memanfaatkan data industri untuk optimasi operasional.

- 1 Manufacturing Execution Systems (MES)
- 2 Enterprise Resource Planning (ERP)
- 3 Supply Chain Management (SCM)
- 4 Industrial dashboards, SCADA modern
- 5 Aplikasi AI/ML untuk prediksi kegagalan, optimasi proses, dan kontrol adaptif

Fungsi utama: mendukung pengambilan keputusan strategis dan operasional melalui integrasi penuh antara data, proses, dan sumber daya.

Manufacturing Execution System

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

Smart Manu-
facturing

Lastly



Konsep *Smart Manufacturing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

Konsep

Smart Manufacturing merupakan paradigma manufaktur modern yang memanfaatkan integrasi Internet of Everything (IoE), analitik data, dan sistem cerdas untuk menciptakan proses produksi yang efisien, adaptif, dan berbasis informasi waktu nyata.

Elemen *Smart Manufacturing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

- Monitoring kondisi mesin secara otomatis
 - Penggunaan sensor industri, sistem CMMS, dan teknik condition-based monitoring untuk memantau kesehatan mesin, getaran, temperatur, serta performa operasional secara kontinu.
- Proses produksi adaptif
 - Penyesuaian parameter manufaktur secara dinamis melalui integrasi CPS, edge computing, dan AI untuk mencapai fleksibilitas tinggi pada variasi produk maupun permintaan.
- Optimisasi real-time berbasis data
 - Pemanfaatan analitik prediktif dan algoritma optimasi untuk meningkatkan throughput, mengurangi downtime, serta meminimalkan konsumsi energi selama proses produksi.

Elemen *Smart Manufacturing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

- Quality control berbasis visi AI

Sistem pemeriksaan visual berbasis Convolutional Neural Networks (CNN) digunakan untuk mendeteksi cacat produk, validasi dimensi, dan inspeksi kualitas secara otomatis dengan akurasi tinggi.

- Digital Twins untuk pemodelan dinamis

Model virtual yang mereplikasi kondisi fisik proses/manufaktur secara real time untuk simulasi, prediksi kegagalan, dan strategi optimasi tanpa mengganggu operasi asli.

Komponen *Smart Manufacturing*

Smart Manufacturing memanfaatkan integrasi perangkat fisik, komputasi cerdas, dan platform digital untuk menciptakan operasi produksi yang responsif, efisien, serta berbasis data waktu nyata. Komponen-komponen berikut membentuk fondasi utama dalam implementasinya.

Bagian 1

① Smart Sensors

- Sensor industri yang mampu mengumpulkan data kondisi proses secara akurat dan kontinu.

② Connected Machines

- Mesin produksi yang terhubung melalui jaringan industri untuk mendukung pemantauan dan pengendalian terintegrasi.

③ Edge & Fog Computing

- Lapisan komputasi dekat sumber data untuk melakukan pre-processing, filtering, agregasi, serta analitik awal sebelum data dikirim ke cloud.

Komponen *Smart Manufacturing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

Bagian 2

① Cloud Manufacturing Platform

- Platform komputasi terpusat untuk pemrosesan skala besar, integrasi data lintas pabrik, pelatihan model AI/ML, serta orkestrasi strategi produksi.

② Digital Twin

- Representasi digital dari aset atau proses fisik yang disinkronkan secara real time.

③ Automated Robotics (Cobots)

- Robot kolaboratif yang bekerja berdampingan dengan operator manusia dalam tugas produksi.

Ilustrasi Smart Manufacturing

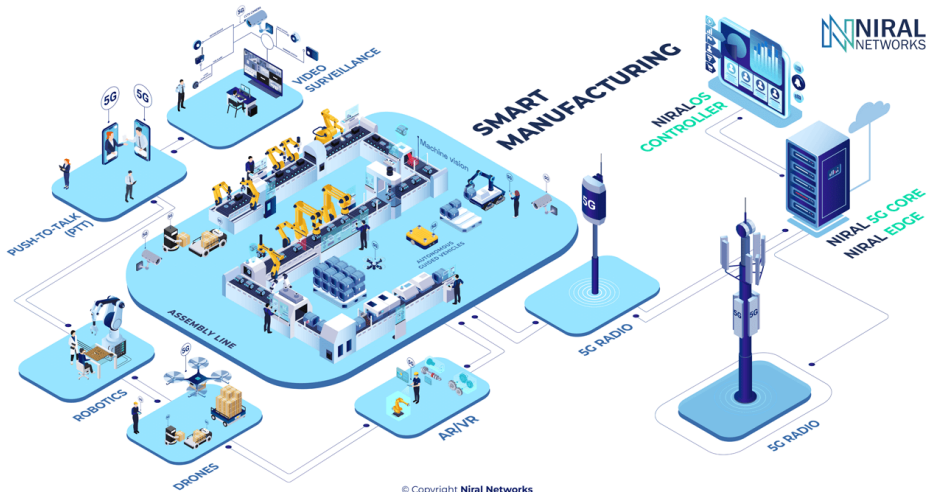
Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

Smart Manu-
facturing

Lastly



Alur Arsitektur *Smart Manufacturing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

- PLC mengumpulkan data sensor
 - Programmable Logic Controller (PLC) menerima data dari sensor industri (suhu, getaran, tekanan, arus) dan mengontrol proses produksi secara deterministik.
- Edge gateway melakukan analitik awal
 - Edge gateway menjalankan pemrosesan lokal seperti filtering, anomaly detection awal, protokol bridging, dan agregasi data sebelum dikirim ke cloud.
- Data dikirim ke cloud untuk prediksi
 - Platform cloud menjalankan analitik lanjutan, model machine learning, dan perhitungan prediktif seperti prediksi kegagalan (predictive maintenance) atau optimasi beban produksi.

Alur Arsitektur *Smart Manufacturing*

Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

*Smart Manu-
facturing*

Lastly

- Hasil AI dikirim kembali ke MES/PLC untuk automasi
 - Output model AI dikirim ke Manufacturing Execution System (MES) atau PLC untuk penyesuaian parameter proses, penjadwalan ulang produksi, serta pengendalian otomatis.
- Dashboard monitoring untuk operator
 - Operator memantau kondisi mesin, performa produksi, dan status prediksi melalui dashboard industri berbasis web atau SCADA modern.

Ilustrasi Programmable Logic Controller

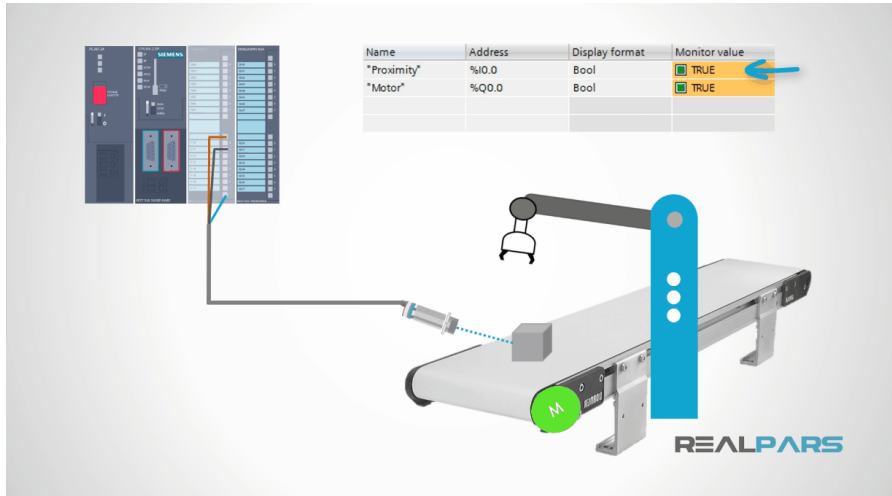
Internet of
Everything
(IoE)

Alauddin
Maulana
Hirzan

Smart
Industry

Smart Manu-
facturing

Lastly



Terima Kasih