PERTEMUAN 2

INFRASTRUKTUR WEB SEMANTIK *OPEN SOURCE* UNTUK IoT DI CLOUD

Internet of Things | Teknologi Informasi

Riza Pahlawan, S.Kom., M.Kom.



© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

What we learn today?

Fokus pertemuan: bagaimana data IoT diberi makna agar mudah diintegrasikan di cloud

- Masalah heterogenitas data dan interoperabilitas IoT
- Konsep dasar Web Semantik dalam ekosistem IoT
- RDF, OWL, SPARQL, dan ontologi IoT
- Arsitektur Web Semantik untuk sumber daya IoT di cloud
- Alat open source: Apache Jena, Virtuoso, Fuseki, Eclipse Ditto, OpenIoT
- Contoh penerapan pada Smart City, kesehatan, dan energi

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Masalah Utama: Data IoT Beragam

Sebelum Web Semantik, pahami dulu masalah yang ingin diselesaikan

Data Telemetry

Sensor A
temp = 30

Sensor B
temperature = 30

Sensor C
T = 30

- Manusia paham: semua berarti suhu 30°C.
- Komputer belum tentu paham tanpa konteks semantik.

Inti masalah: perangkat, vendor, istilah, format, dan platform berbeda.

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Definisi Web Semantik

Web yang diperkaya metadata bermakna

Web Semantik adalah visi untuk memperluas World Wide Web dengan metadata bermakna sehingga komputer dapat memahami, mengolah, dan menghubungkan data secara lebih otomatis.

RDF

OWL

SPARQL

Ketiganya dipakai untuk memodelkan, menyimpan, dan mengekstrak data yang memiliki makna.

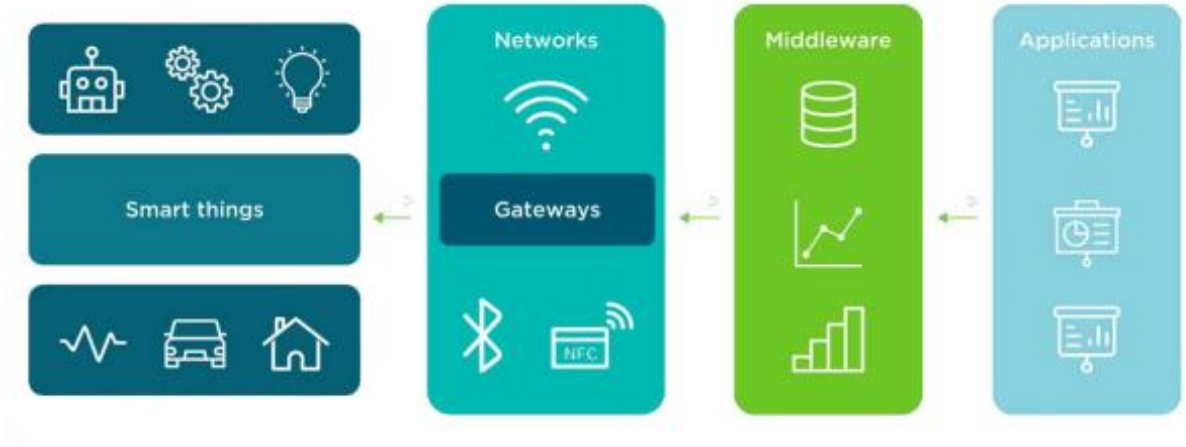
© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Mengapa IoT Membutuhkan Web Semantik?

Masalah interoperabilitas dalam ekosistem IoT

- IoT terdiri dari banyak perangkat, sensor, platform, dan layanan yang berbeda.
- Data IoT sering memiliki format, nama variabel, satuan, dan konteks yang tidak seragam.
- Web Semantik menyediakan cara standar untuk menggambarkan dan mengelola data IoT.
- Tujuan utamanya adalah integrasi, otomatisasi pemrosesan data, dan pemanfaatan data lintas sistem.

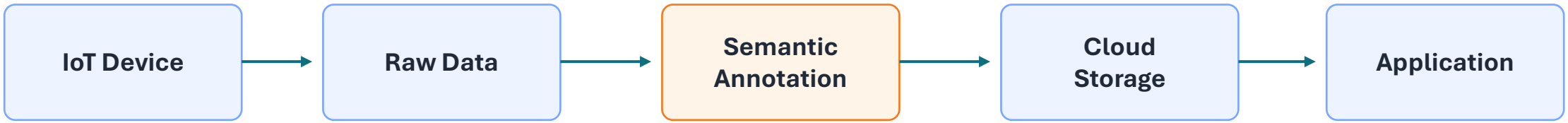
Makna + konteks membuat data IoT lebih mudah dipahami oleh sistem lain



© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Hubungan IoT, Cloud, dan Web Semantik

Cloud menyimpan dan memproses; Web Semantik memberi konteks

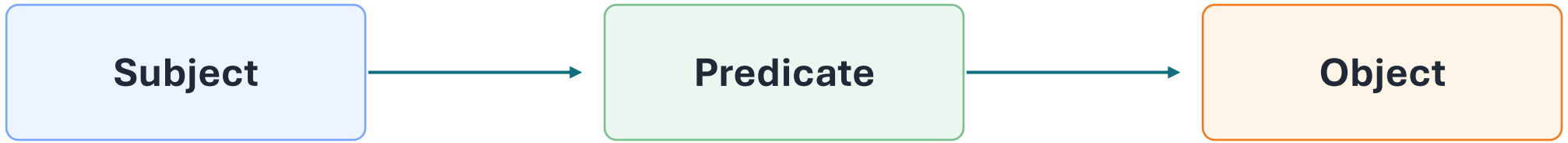


- Data sensor dikirim ke cloud untuk penyimpanan, pemrosesan, dan analitik.
- Representasi semantik menghubungkan sensor, perangkat, aktor, lokasi, dan konteks.
- Hasilnya: data lebih terstruktur, terstandar, dan dapat ditafsirkan oleh aplikasi.

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

RDF: Resource Description Framework

Cara merepresentasikan hubungan data dalam bentuk triple



Contoh IoT:



© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Dari Data Sensor ke Data Semantik

Contoh transformasi dari payload biasa menuju representasi bermakna

Data biasa

```
{
  "device": "Sensor01",
  "temp": 30,
  "unit": "C"
}
```

Representasi semantik



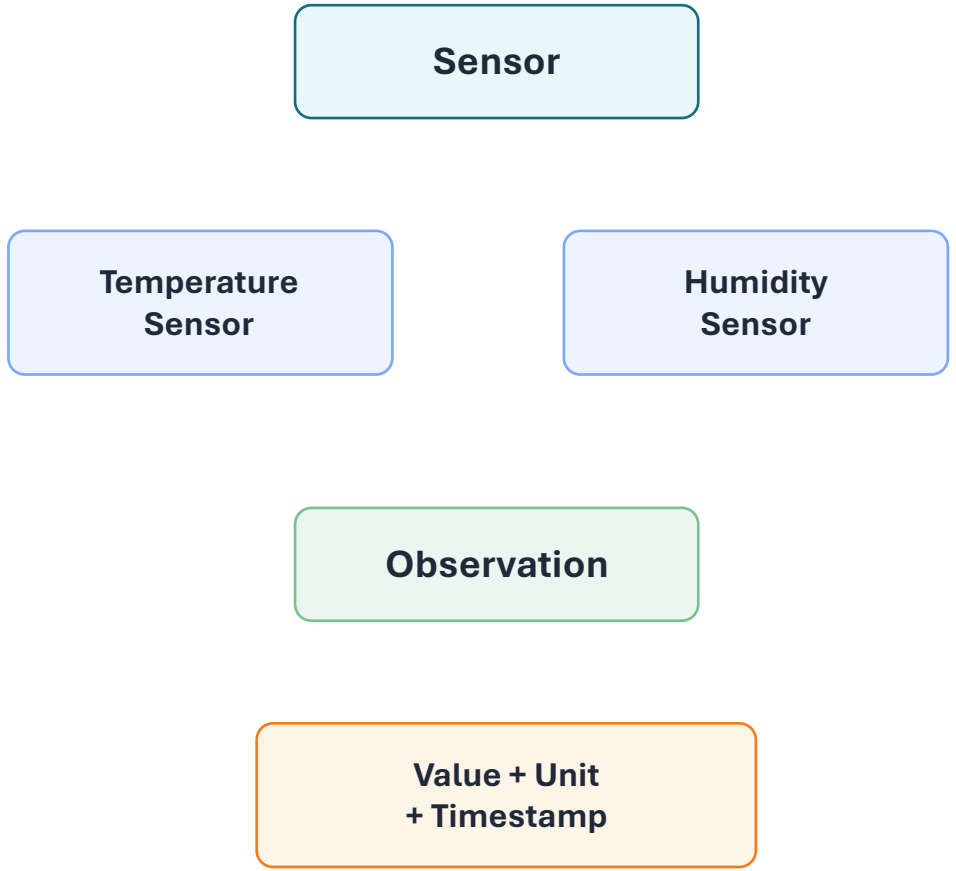
Makna data menjadi eksplisit: siapa mengukur apa, berapa nilainya, dan dalam satuan apa.

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

OWL: Web Ontology Language

Mendefinisikan konsep, properti, dan relasi dalam domain IoT

- OWL digunakan untuk membangun ontologi: model konseptual dari suatu domain.
- Dalam IoT, ontologi membantu mendefinisikan jenis sensor, lokasi, observasi, satuan, dan relasi antarobjek.
- Dengan OWL, data IoT dapat dikategorikan secara sistematis dan lebih mudah diintegrasikan.



© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

SPARQL: Query untuk Data RDF

Bahasa query untuk mengekstrak informasi semantik

- SPARQL digunakan untuk mengambil dan memanipulasi data yang disimpan dalam format RDF.
- Dalam IoT, SPARQL dapat mencari informasi dari data sensor yang sudah dianotasi secara semantik.
- Contoh pertanyaan: sensor mana yang mengukur suhu di ruang tertentu?

Query tidak hanya mencari angka, tetapi mencari makna dari data.

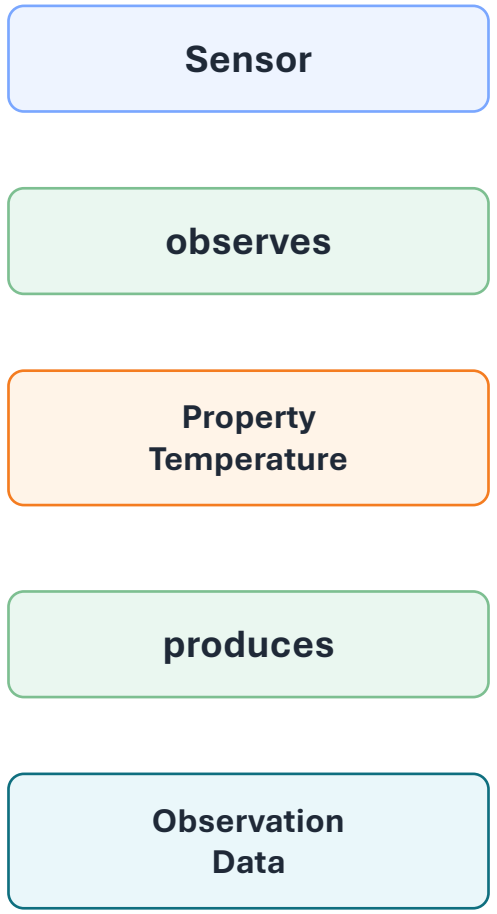
```
SELECT ?sensor ?value
WHERE {
  ?sensor observes Temperature .
  ?sensor hasValue ?value .
}
```

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Ontologi Khusus IoT

Membuat terminologi IoT menjadi konsisten

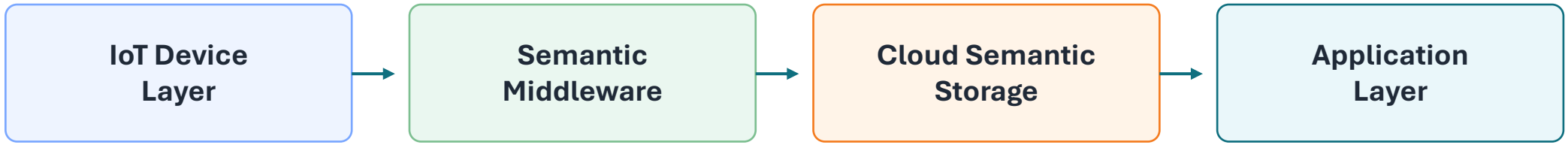
- Ontologi IoT mendefinisikan istilah dan hubungan khusus pada domain Internet of Things.
- Contoh yang sering digunakan adalah SSN atau Semantic Sensor Network Ontology.
- SSN menyediakan model untuk menggambarkan sensor, observasi, dan data yang dihasilkan.



© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Arsitektur Web Semantik untuk IoT di Cloud

Empat layer utama dari perangkat sampai aplikasi



- Perangkat menghasilkan data sensor.
- Middleware memberi anotasi semantik menggunakan RDF/OWL.
- Cloud menyimpan data semantik dan menyediakan query SPARQL.
- Aplikasi menggunakan data untuk monitoring, analitik, dan keputusan.

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Layer 1: Perangkat IoT

Data dihasilkan dari sensor dan perangkat yang terhubung

- Sensor dan perangkat IoT menghasilkan data pengamatan dari lingkungan fisik.
- Data awal dapat berupa angka, status, event, atau pesan sederhana.
- Agar dapat digunakan lintas sistem, data perlu direpresentasikan dalam format yang kompatibel dengan RDF atau protokol semantik lain.
- Pada level mahasiswa TI, perangkat dipahami sebagai sumber data, bukan objek elektronika yang dibahas terlalu dalam.

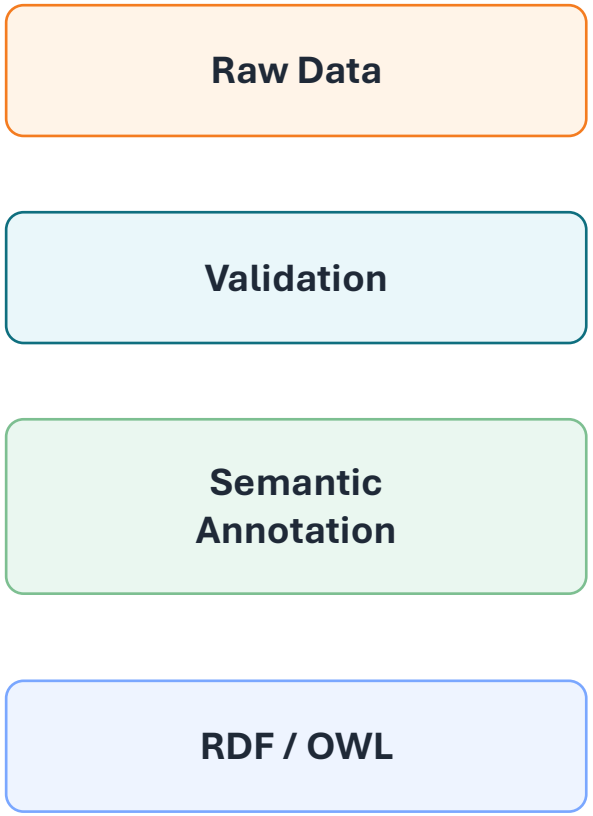
Parameter :
Temperature
Humidity
Motion
Energy

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Layer 2: Semantic Middleware

Lapisan yang memberi makna pada data perangkat

- Middleware mengelola data yang dihasilkan perangkat IoT.
- Proses penting: validasi, transformasi, dan anotasi semantik.
- RDF dipakai untuk merepresentasikan data, sedangkan OWL membantu menjaga interoperabilitas antar sistem.
- Middleware menjadi jembatan antara data mentah perangkat dan cloud semantic storage.

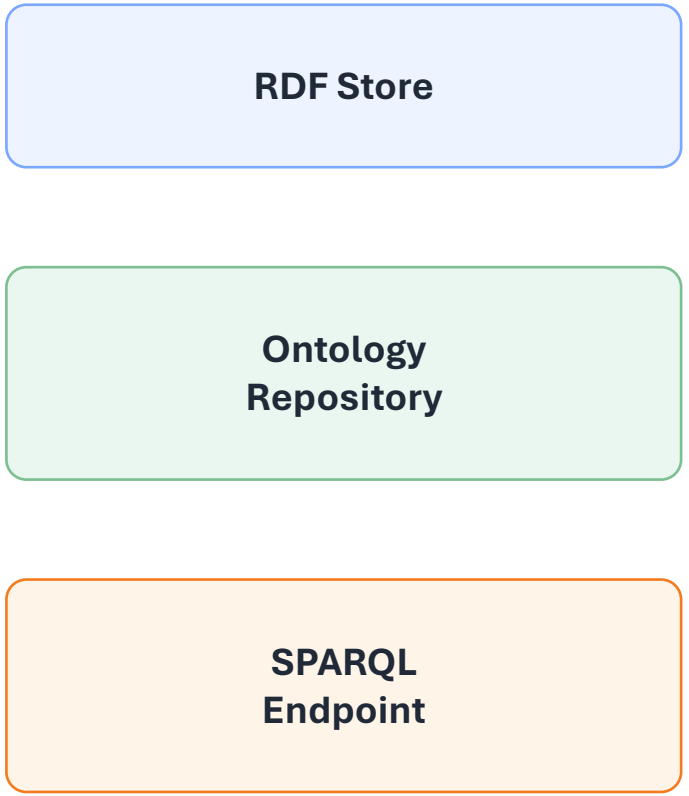


© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Layer 3: Cloud dan Penyimpanan Semantik

Tempat data semantik disimpan, dikelola, dan di-query

- Data yang telah diperkaya makna dikirim ke cloud.
- Penyimpanan mendukung model RDF dan memungkinkan pencarian berbasis SPARQL.
- Contoh teknologi: Apache Jena, Virtuoso, dan Fuseki.
- Cloud memberi skalabilitas, kapasitas penyimpanan, dan kemampuan pemrosesan yang lebih besar.

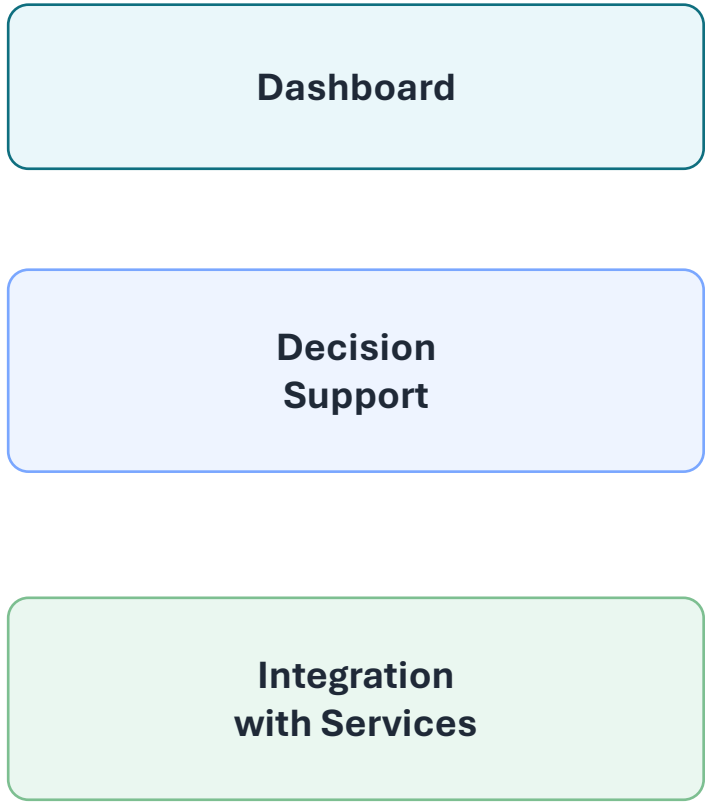


© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Layer 4: Aplikasi IoT

Mengubah data semantik menjadi informasi dan keputusan

- Aplikasi menggunakan data yang tersimpan di cloud untuk monitoring, analitik, dan pengambilan keputusan.
- Contoh aplikasi: manajemen kota pintar, kesehatan pintar, dan monitoring energi.
- Data semantik membantu aplikasi memahami konteks data dari berbagai sensor dan sumber berbeda.



© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Alat Open Source untuk Semantic IoT

Tools yang mendukung pengolahan RDF, SPARQL, ontologi, dan digital twin

Apache Jena	Framework untuk mengolah RDF dan ontologi
Virtuoso	RDF store dan platform SPARQL
Fuseki	Server SPARQL untuk query RDF
Eclipse Ditto	Digital twin dan representasi perangkat IoT
OpenIoT	Platform semantic IoT untuk integrasi data

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Posisi Tools dalam Arsitektur

Setiap tool memiliki peran berbeda dalam semantic IoT stack



Contoh pemetaan:

- Jena: memproses RDF dan ontologi
- Virtuoso/Fuseki: menyimpan dan menyediakan endpoint SPARQL
- Ditto: mengelola digital twin perangkat IoT

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Penerapan Semantic IoT di Cloud

Tiga contoh domain yang dibahas dalam materi

Smart City

Integrasi data lalu lintas, pencahayaan, dan layanan publik untuk keputusan kota.

Kesehatan Terpadu

Data wearable dan sensor kesehatan dianotasi secara semantik agar rekomendasi lebih kontekstual.

Manajemen Energi

Monitoring penggunaan energi dari berbagai perangkat dan optimisasi pemakaian.

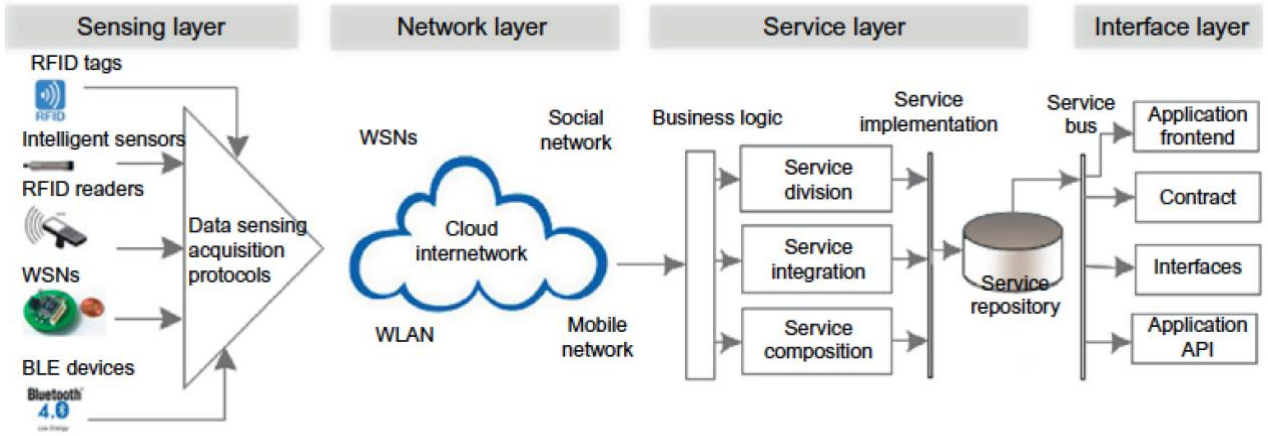
© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Kaitannya dengan Mata Kuliah IoT

Materi ini berada pada area data, cloud, dan interoperabilitas

IoT tidak hanya menghubungkan perangkat, tetapi juga mengelola data dari berbagai sumber.
Web Semantik membantu data IoT menjadi lebih terstruktur dan memiliki makna.
Topik ini mendukung bahan kajian: infrastruktur web semantik *open source* untuk sumber daya IoT di cloud.

Secara praktis, materi ini menjadi jembatan menuju cloud IoT, data management, digital twin, dan knowledge graph.



Shancang Li and Li Da Xu,
Securing the Internet of Things,
Elsevier, 2017

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Any Question



© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Aktivitas Kelas: Ubah Data IoT Menjadi Semantik

Latihan 15 menit

Instruksi

- Pilih satu kasus: Smart Room, Smart Parking, Smart Agriculture, atau Smart Energy.
- Tentukan minimal dua data sensor yang dikumpulkan.
- Buat contoh data mentah dalam bentuk JSON.
- Ubah menjadi relasi semantik sederhana: subject - predicate - object.
- Jelaskan mengapa relasi tersebut membantu interoperabilitas.

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Tugas 2

Analisis ringkas jurnal internasional atau bereputasi

- Bacalah satu jurnal internasional atau bereputasi yang berkaitan dengan Web Semantik, Semantic IoT, ontology, RDF, SPARQL, atau IoT cloud.
- Buat analisis ringkas 2-3 halaman: masalah, metode/pendekatan, kontribusi, dan hal yang Anda pahami.
- Pengumpulan paling lambat satu hari sebelum pertemuan berikutnya.
- Dilarang bekerja sama; jika judul sama, isi analisis tetap harus berbeda.
- Nilai tugas berkontribusi terhadap komponen tugas semester.

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Persiapan Pertemuan Berikutnya

Menuju framework kolaborasi device/cloud untuk intelligent applications

- Bentuk kelompok tetap sesuai arahan kelas.
- Siapkan laptop dan koneksi internet.
- Install Arduino IDE dan MQTTX.
- Baca ulang konsep IoT architecture dan layer-layer IoT.
- Pelajari ulang istilah: device, gateway, cloud, service, telemetry, dan middleware.



© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Key Takeaways

Inti materi hari ini

- Web Semantik memberi makna pada data, bukan hanya menyimpan data.
- Masalah utama IoT adalah heterogenitas dan interoperabilitas data.
- RDF merepresentasikan relasi, OWL mendefinisikan ontologi, SPARQL melakukan query.
- Semantic middleware menghubungkan data perangkat dengan cloud semantic storage.
- Semantic IoT relevan untuk Smart City, kesehatan, energi, digital twin, dan integrasi layanan.

© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.

Thank You



© 2026 Riza Pahlawan. All rights reserved.