

1.2 Memahami Berbagai Arsitektur Internet of Things



Indobot Academy 21 November 2022

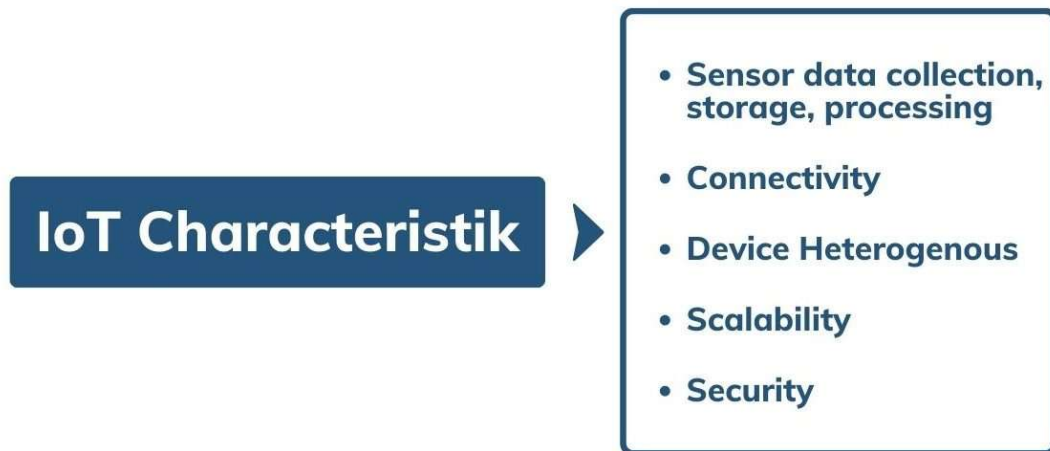
1. Definisi Internet of Things

Mempertimbangkan fakta kesamaan dengan teknologi yang sudah ada dan membayangkan konvergensi tiga visi yang berbeda, bukanlah pekerjaan mudah untuk memberikan definisi IoT secara tepat. Secara sederhana, IoT dapat dianggap sebagai sistem dimana berbagai things terhubung sedemikian rupa sehingga mereka dapat berinteraksi secara cerdas satu sama lain dan tentu juga dapat terhubung dengan manusia. Namun, untuk lebih memahami definisi IoT, sejumlah organisasi standar dan badan pengembangan yang terkait telah memberikan definisi mereka sendiri. Menurut Institute of Electronic and Electric Engineering (IEEE):

"The Internet of Things (IoT) is a framework in which all things have a representation and a presence in the Internet. More specifically, the IoT aims at offering new applications and services bridging the physical and virtual worlds, in which Machine-to-Machine (M2M) communications represents the baseline communication that enables the interactions between Things and applications in the Cloud."

2. Karakter Dasar IoT

Mempertimbangkan semua perspektif sistem IoT modern, beberapa karakteristik umum dan vital dapat ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Karakteristik dasar IoT

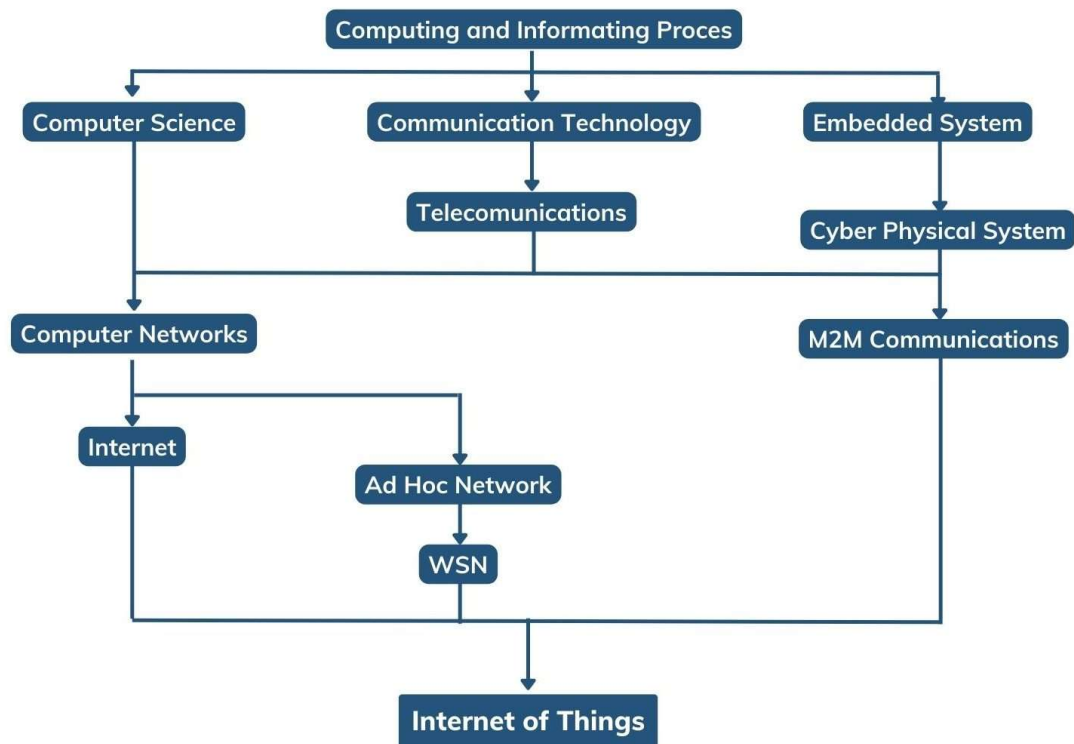
Karakteristik IoT	Deskripsi
Akuisisi, Penyimpanan, Penyaringan, dan Analisis Data Sensor	Banyaknya Sensor terdistribusi (smart things) mengumpulkan data pengamatan lingkungan/entitas fisik dan mengarahkan ke Cloud untuk penyimpanan dan analitik dengan tujuan akhir untuk meningkatkan alur kerja bisnis.
Konektivitas	IoT membuka kemungkinan interkonektivitas hal-hal Fisik dan Virtual dengan bantuan Internet dan infrastruktur komunikasi global (dibangun menggunakan teknologi kabel dan nirkabel).
Perangkat Heterogenitas dan Kecerdasan	Interoperabilitas beberapa perangkat (berdasarkan platform perangkat keras dan jaringan yang berbeda) dengan pengolah kecerdasan buatan pada tingkat perangkat keras/perangkat lunak yang mendukung interaksi cerdas.

Karakteristik IoT	Deskripsi
Skalabilitas	Banyaknya konektivitas perangkat IoT menggeser interaksi manusia ke interaksi perangkat.
Keamanan	Paradigma keamanan perlu diimplementasikan di tingkat jaringan serta tingkat perangkat akhir untuk memastikan keamanan data dan privasi.

3. Perbedaan Internet of Things

Dari perspektif evolusi IoT, tampaknya IoT di era sekarang ini telah dianggap sebagai nama lain dari teknologi tertentu. Oleh karena itu, istilah IoT dikaitkan dengan teknologi lain yang telah ada dalam literatur, yaitu sistem tertanam (embedded system), komunikasi Machine to Machine (M2M), Cyber Physical Systems (CPS), Wireless Sensor Network (WSN), dan teknologi Web of Things (WoT). Namun, konsep IoT tidak dapat dikatakan pengganti dari istilah-istilah tersebut.

Menurut literatur, istilah sistem tertanam, M2M, CPS, WSN, dan WoT kadang-kadang dapat dipertukarkan dengan IoT, namun ini bukan sinonim dari istilah IoT. IoT kemungkinan akan menjadi istilah yang berlaku atas semua istilah ini. Hubungan konseptual IoT dengan teknologi terkait lainnya ditunjukkan pada gambar 2 berikut ini. IoT pada dasarnya merupakan hasil dari berbagai teknologi yang ada, yang digunakan untuk pengumpulan, pemrosesan, penyimpulan, dan transmisi data.



Gambar 2. Hubungan IoT dengan teknologi yang telah ada

4. Arsitektur Internet of Things

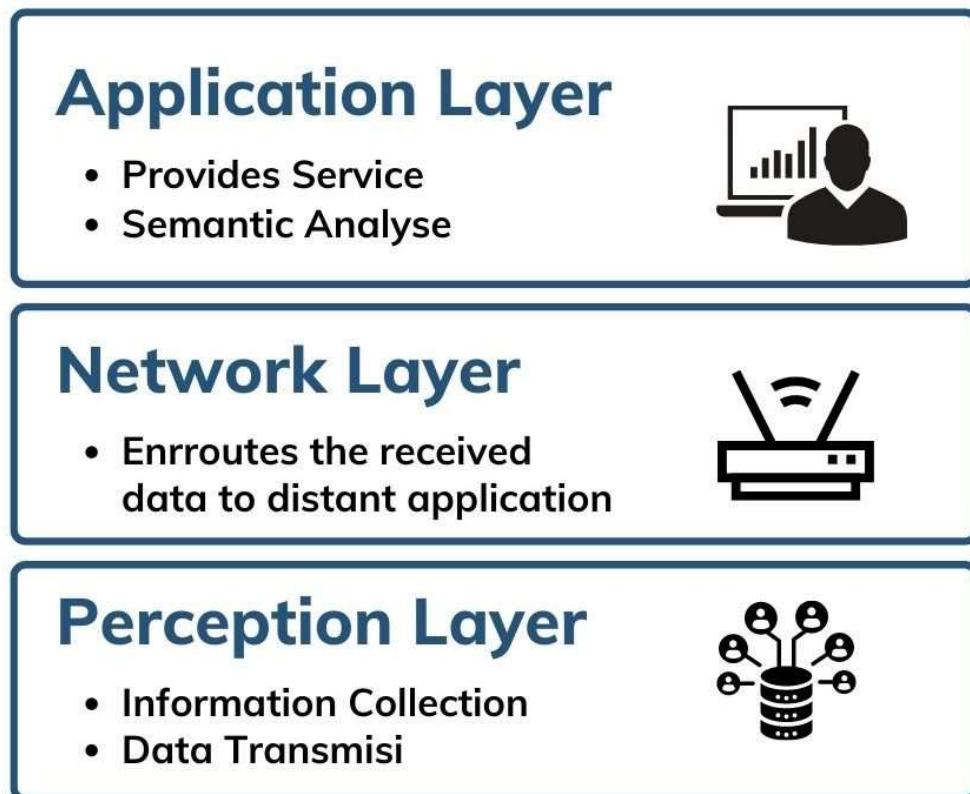
Pada dunia Internet, komunikasi didasarkan pada lapisan protokol TCP/IP. Demikian pula, paradigma IoT adalah teknologi multilayer yang mendukung komunikasi dari miliaran smart things yang dilengkapi dengan prosesor, sensor/aktuator, dan komunikator. Mempertimbangkan elemen dasar IoT (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 di atas), IoT pada dasarnya menghubungkan berbagai perangkat keras ke sejumlah besar domain aplikasi.

Heterogenitas domain aplikasi dan perangkat keras memberikan berbagai tantangan signifikan yang penting untuk dipenuhi demi keberhasilan penerapan sistem IoT yang sederhana dan kompleks. Selain heterogenitas, mempertimbangkan konektivitas yang ada di mana-mana sepanjang waktu, IoT perlu mengatasi berbagai masalah termasuk skalabilitas, interoperabilitas, keamanan/privasi, dan QoS untuk lalu lintas data yang tinggi/kebutuhan penyimpanan data yang pada akhirnya mempengaruhi arsitektur sistem IoT. Sejumlah arsitektur IoT telah diusulkan dalam literatur. Arsitektur ini bervariasi tidak hanya dengan fungsi masing-masing tetapi juga dalam terminologi teknis.

Interoperabilitas antara sistem IoT yang berbeda menjadi terbatas karena arsitektur yang diusulkan belum menyatu ke arsitektur referensi tunggal. Oleh karena itu, ada kebutuhan untuk arsitektur berlapis yang merupakan pusat dari semua proyek IoT.

4.1. Arsitektur 3 layer

Arsitektur IoT paling sederhana terdiri dari tiga lapisan, yaitu layer perception, network, dan application.



Gambr 3. Arsitektur IoT 3 Layer

- **Perception Layer**

Layer perception merupakan bagian terbawah pada arsitektur IoT yang bertanggung jawab atas pengumpulan berbagai jenis informasi melalui sensor fisik atau komponen smart things (yaitu RFID, sensor, objek dengan tag atau sensor RFID, dll). Selain itu, layer perception mentransmisikan informasi yang diproses ke layer network yang ada di atasnya melalui antarmuka tertentu. Tantangan utama pada layer perception terkait dengan pengenalan dan persepsi dari lingkungan adalah penggunaan teknologi dengan daya yang rendah dan skala nano.

- **Network Layer**

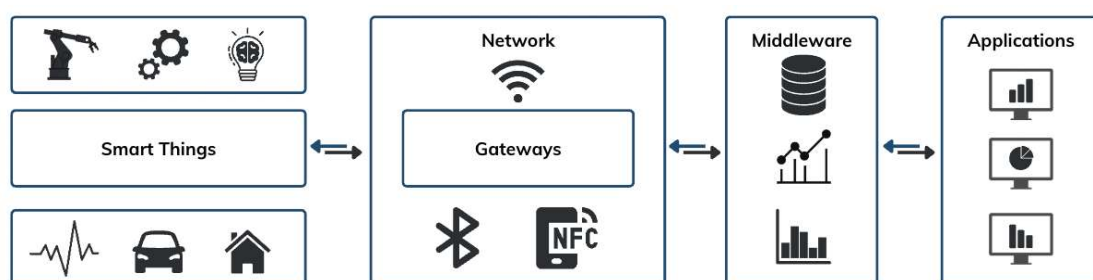
Layer tengah dalam arsitektur IoT tiga layer adalah layer network atau jaringan (juga dikenal sebagai transmisi). Layer jaringan menerima informasi yang diproses dari layer perception dan meneruskan data yang diterima ke antarmuka aplikasi yang jaraknya jauh dengan menggunakan jaringan terintegrasi, internet, dan teknologi komunikasi lainnya. Sejumlah teknologi komunikasi (yaitu Wireless Local Area Networks (WLAN), Wi-Fi, Long Term Evolution (LTE), Bluetooth Low Energy [BLE], Bluetooth, 3G/4G/5G, dll) terintegrasi dengan gateway IoT yang menangani tipe data yang heterogen ke atau dari berbagai things ke aplikasi dan sebaliknya. Selain operasi jaringan, layer jaringan dalam beberapa kasus ditingkatkan untuk melakukan operasi informasi di dalam Cloud.

- **Perception Layer**

Layer aplikasi di bagian paling atas dari arsitektur IoT tiga layer dan bertanggung jawab atas penyediaan layanan yang diminta oleh pengguna, misal hasil pembacaan suhu, kelembaban, tekanan udara, pengukuran intensitas cahaya, dll. Selain layanan yang diminta pengguna, layer aplikasi menyediakan layanan data (yaitu data warehousing, penyimpanan big data, penambangan data, dll) untuk melakukan data semantik analisis. Smart health, intelligent transport system, smart building, smart industry, dan smart city adalah beberapa aplikasi dengan smart user interface pada layer aplikasi.

4.2. Arsitektur 4 layer

Arsitektur ini merupakan pengembangan arsitektur dasar sebelumnya dimana ada penyempurnaan di layer sistem IoT. Adapun terdapat layer sebagai berikut:



Gambar 4 Arsitektur IoT 4 Layer

- **Smart things**

Terdiri atas perangkat pintar yang berupa hardware/fisik untuk

mengumpulkan data maupun melakukan pekerjaan tertentu. Smart things biasanya merupakan gabungan dari sensor, controller, dan aktuator.

- **Networks and Gateways**

Layer ini bertugas untuk mentransmisikan data yang diperoleh dari Smart Things. Media transmisi yang digunakan dapat bermacam-macam seperti Wireless Local Area Networks (WLAN), Wi-Fi, LTE, Bluetooth Low Energy [BLE], ZigBee, LoRa, NB-IoT, dll. Pada layer ini digunakan pula protokol komunikasi yang digunakan untuk menghubungkan ke server, yaitu HTTP, MQTT, DDS, AMQP, CoAP, dll.

- **Middleware**

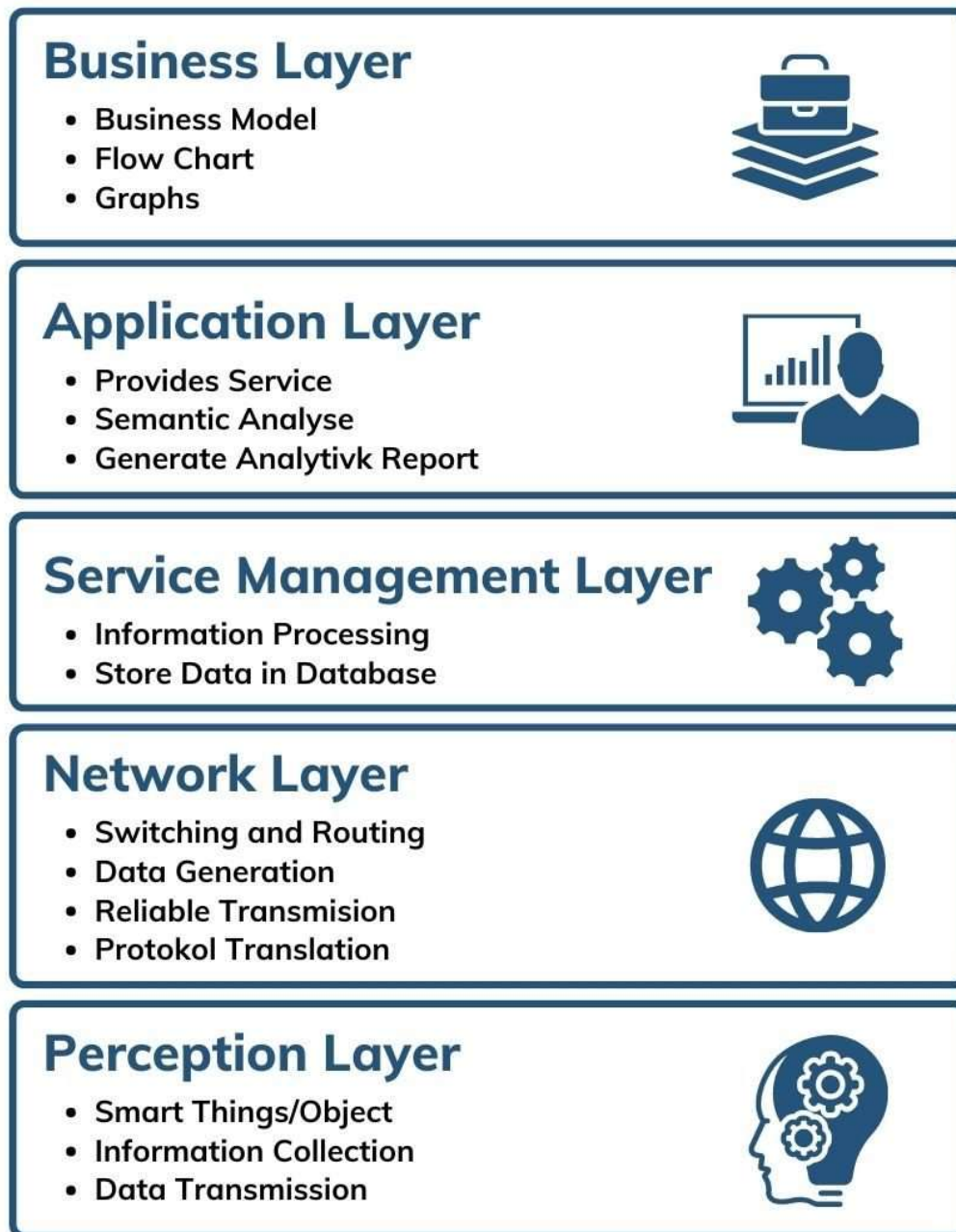
Layer ini bertugas untuk mengolah raw data yang diterima dari layer sebelumnya. Melalui layer ini, data dapat diakumulasi, dikelompokkan, disimpan, dan diproses sesuai dengan kebutuhan. Diperlukan suatu perangkat khusus yang sudah di program untuk melakukan pekerjaan analisis dan lain lain pada middleware layer. Contoh: API (Application Programming Interface), Machine learning, Data Analytics.

- **Applications**

Layer ini bertugas untuk menyajikan data yang sudah diolah kepada pengguna dalam memenuhi kebutuhannya. Penyajian data bisa dalam bentuk teks, visualisasi, hasil analisis, dll. Contoh: Aplikasi prediksi cuaca, Aplikasi smarthome, dll.

4.3. Arsitektur 5 layer

Object (Perception), Object Abstraction (Network), Service Management (middleware), Application, dan Business adalah urutan dari lima layer dalam arsitektur IoT lima layer seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 di bawah ini. Setiap layer dijelaskan secara singkat di bagian berikut:



Gambar 5. Arsitektur IoT 5 Layer

- **Object (Perception) Layer**

Layer objek terutama berkaitan dengan identifikasi, pengumpulan, dan pemrosesan informasi spesifik dari objek (yaitu suhu, kelembaban, gerakan, perubahan kimia, dll) melalui berbagai jenis sensor fisik. Layer objek juga dikenal sebagai layer persepsi atau layer perangkat. Sensor fisik pada layer ini didasarkan pada prinsip penginderaan (yaitu kapasitansi, induksi, efek piezoelektrik, dll) dan bertanggung jawab untuk mendigitalkan dan mentransfer data tersebut ke layer Abstraksi Objek melalui saluran yang aman. Big data diinisialisasi pada layer ini.

- **Object Abstraction (Network) Layer**

Layer Abstraksi Objek atau layer Jaringan bertanggung jawab untuk

mengamankan transmisi data dari sensor fisik ke sistem pemrosesan informasi dengan menggunakan berbagai teknologi, yaitu Wi-Fi, Inframerah, ZigBee, BLE, WiMax, GSM, 3G/4G/5G, dll. Dengan kata lain, layer Jaringan mentransfer informasi yang didapatkan dari layer persepsi ke layer Manajemen Layanan.

- **Service Management (middleware) Layer**

Middleware adalah perangkat lunak yang berfungsi sebagai antarmuka antar komponen IoT yang memungkinkan komunikasi antar elemen yang sebelumnya mungkin tidak dapat dilakukan. Middleware menghubungkan program yang berbeda dan seringkali kompleks yang pada awalnya tidak dirancang untuk saling berhubungan. Inti dari Internet of Things adalah memungkinkan apa saja (anything) untuk saling terhubung dan saling berkomunikasi data melalui jaringan. Middleware adalah bagian dari arsitektur yang memungkinkan konektivitas sejumlah besar things yang beragam dengan menyediakan lapisan konektivitas untuk sensor dan juga untuk lapisan aplikasi yang menyediakan layanan yang memastikan komunikasi efektif antar perangkat lunak.

- **Application Layer**

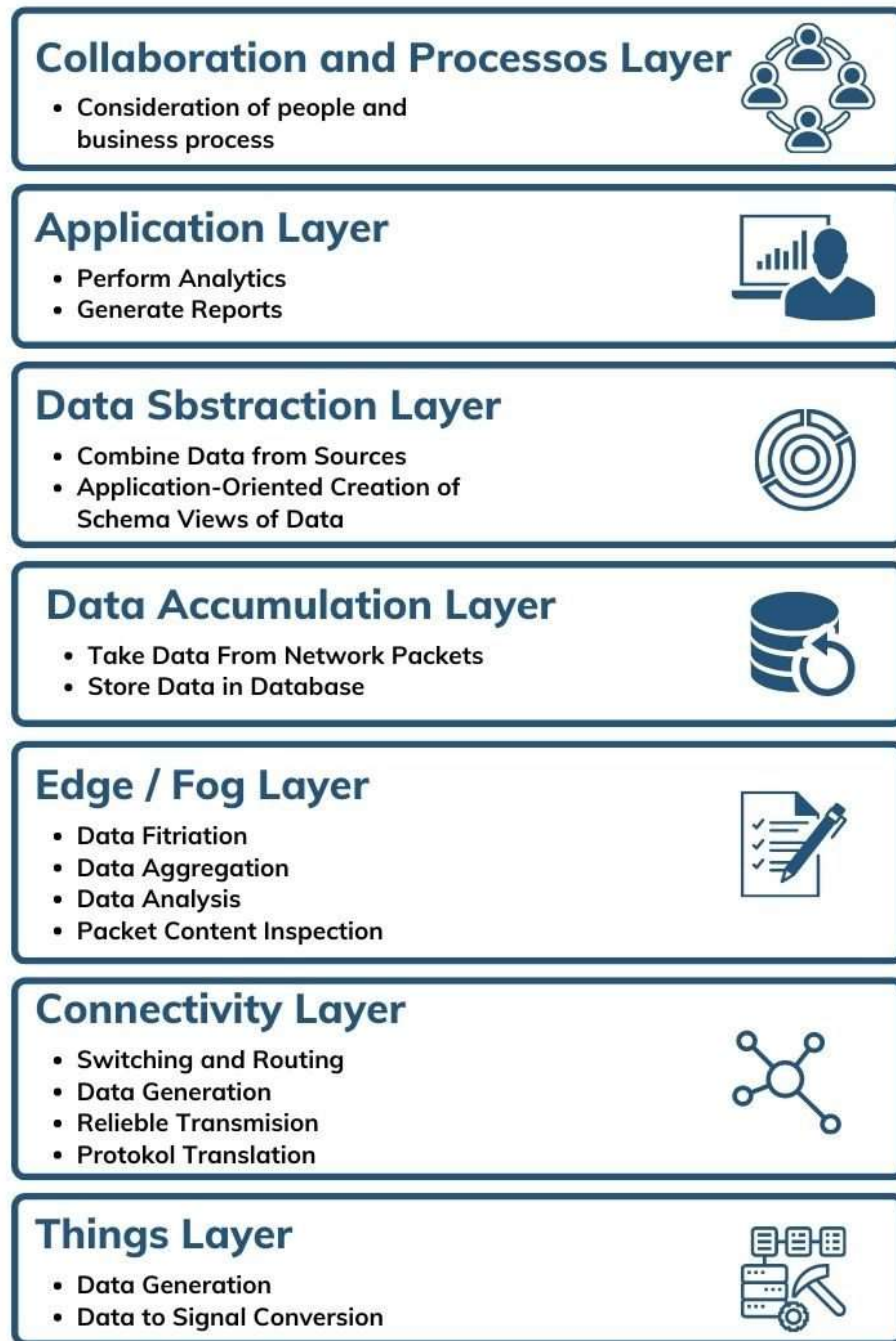
Layer aplikasi pada arsitektur IoT lima layer bertanggung jawab atas penyediaan layanan yang diminta oleh pengguna, misal suhu, kelembaban, tekanan udara, pengukuran intensitas cahaya, dll. Selain layanan yang diminta pengguna, layer aplikasi menyediakan layanan data (yaitu data warehousing, penyimpanan Big Data, penambangan data, dll.) untuk melakukan data semantik analisis. Smart health, intelligent transport system, smart building, smart industry, dan smart city adalah beberapa aplikasi dengan smart user interface pada layer aplikasi.

- **Business Layer**

Layer bisnis bertanggung jawab untuk mengelola keseluruhan aktivitas/layanan sistem IoT melalui pembuatan diagram alur, model bisnis, dan grafik pada data yang diproses yang diterima dari layer aplikasi. Selain itu, berdasarkan analisis big data, layer ini mendukung pengambilan keputusan otomatis serta pembuatan strategi bisnis yang cerdas.

4.4. Arsitektur 7 layer

Arsitektur IoT tujuh layer terdiri dari tujuh lapisan termasuk Things, Edge Computing, Data Accumulation, Data Abstraction, Application, People Collaboration and Processes layer (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 berikut). Arsitektur ini menyediakan cara paling sederhana untuk memahami fungsionalitas sistem IoT.



Gambar 6. Arsitektur IoT 7 Layer

Fungsionalitas setiap lapisan dijelaskan sebagai berikut:

- **Layer 1: Things Layer**

Layer Things terdiri dari perangkat titik akhir sistem IoT termasuk smart things dan perangkat seluler pintar (yaitu ponsel cerdas, tablet, Personal

Digital Assistant [PDA], dll) untuk mengirim dan menerima informasi. Layer Things mendukung beragam perangkat dalam hal bentuk, ukuran, dan prinsip penginderaan; layer mampu mengumpulkan data dan konversi pengamatan analog ke sinyal digital.

- **Layer 2: Connectivity**

Mempertimbangkan berbagai protokol komunikasi dan jaringan, layer konektivitas bertanggung jawab untuk transmisi data tepat waktu di dalam dan di antara smart things level 1 dan di seluruh jaringan yang berbeda. Dengan kata lain, komunikasi horizontal antara smart things level 1 dan switching/routing serta transmisi data yang aman pada level jaringan yang berbeda merupakan fungsi dasar dari layer ini. Meskipun, komunikasi dan konektivitas melalui standar jaringan berkemampuan IP yang ada adalah fokus utama arsitektur referensi IoT, namun, keterlibatan perangkat yang tidak mendukung IP menuntut standarisasi gateway.

- **Layer 3: Edge/Fog Computing**

Layer Edge/Fog Computing bertanggung jawab atas konversi aliran data jaringan yang heterogen menjadi informasi yang sesuai dalam hal penyimpanan dan analisis. Menurut aturan pemrosesan informasi awal dalam sistem IoT cerdas, layer ini memulai pemrosesan terbatas pada data yang diterima di edge of network, yang sebagian besar disebut sebagai komputasi Fog. Format data, reduksi, decoding, dan evaluasi adalah fungsi dasar dari layer ini. Fokus layer ini adalah komunikasi vertikal antara level 1 dan level 4. Gateway IoT adalah perangkat contoh pada level ini.

- **Layer 4: Data Accumulation**

Akumulasi data atau penempatan data bergerak pada disk dilakukan pada layer ini. Dengan kata lain, pada layer ini, data berbasis peristiwa diubah menjadi data berbasis query untuk diproses. Mempertimbangkan kepentingan layer yang lebih tinggi dalam akumulasi data yang tersedia, layer ini melakukan penyaringan atau penyimpanan selektif untuk mengurangi data.

- **Layer 5: Data Abstraction Layer**

Fokus utama pada lapisan abstraksi data terkait dengan rendering dan penyimpanan data sedemikian rupa sehingga menyatukan semua perbedaan dalam format data dan semantik untuk pengembangan aplikasi sederhana dan peningkatan kinerja.

- **Layer 6: Application Layer**

Mempertimbangkan persyaratan aplikasi, interpretasi data level 5 dilakukan pada layer ini. Aplikasi bersifat beragam (termasuk manajemen sistem dan aplikasi kontrol, aplikasi bisnis, aplikasi mission-critical, aplikasi analitis, dll) oleh karena itu, permintaan interpretasi data yang relevan bervariasi dari satu aplikasi ke aplikasi lainnya. Jika data diatur secara efisien pada layer 5, maka pemrosesan informasi overhead akan berkurang pada layer ini, yang pada akhirnya mendukung aktivitas paralel di perangkat akhir.

- **Layer 7: Collaboration and Processes**

Pada IoT, orang yang berbeda dengan tujuan yang berbeda dapat menggunakan aplikasi yang sama. Oleh karena itu, di IoT, tujuan akhir bukanlah pembuatan aplikasi tetapi pemberdayaan orang untuk melakukan pekerjaan dengan cara yang lebih baik. Dalam kolaborasi dan komunikasi untuk bisnis, sebagian besar proses melampaui beberapa aplikasi IoT.

Sumber: Materi Kolaborasi Program KMMI UNY dengan Indobot Academy tahun 2021.