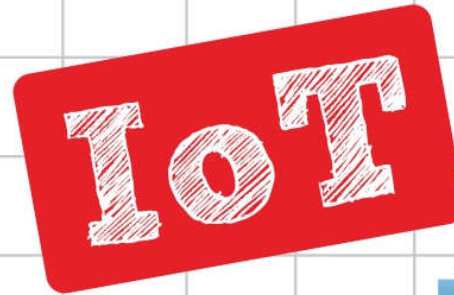


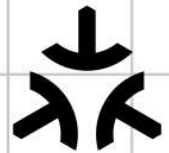
Protokol Konektivitas



untuk



sigfox



matter



NB-IoT

LTE-



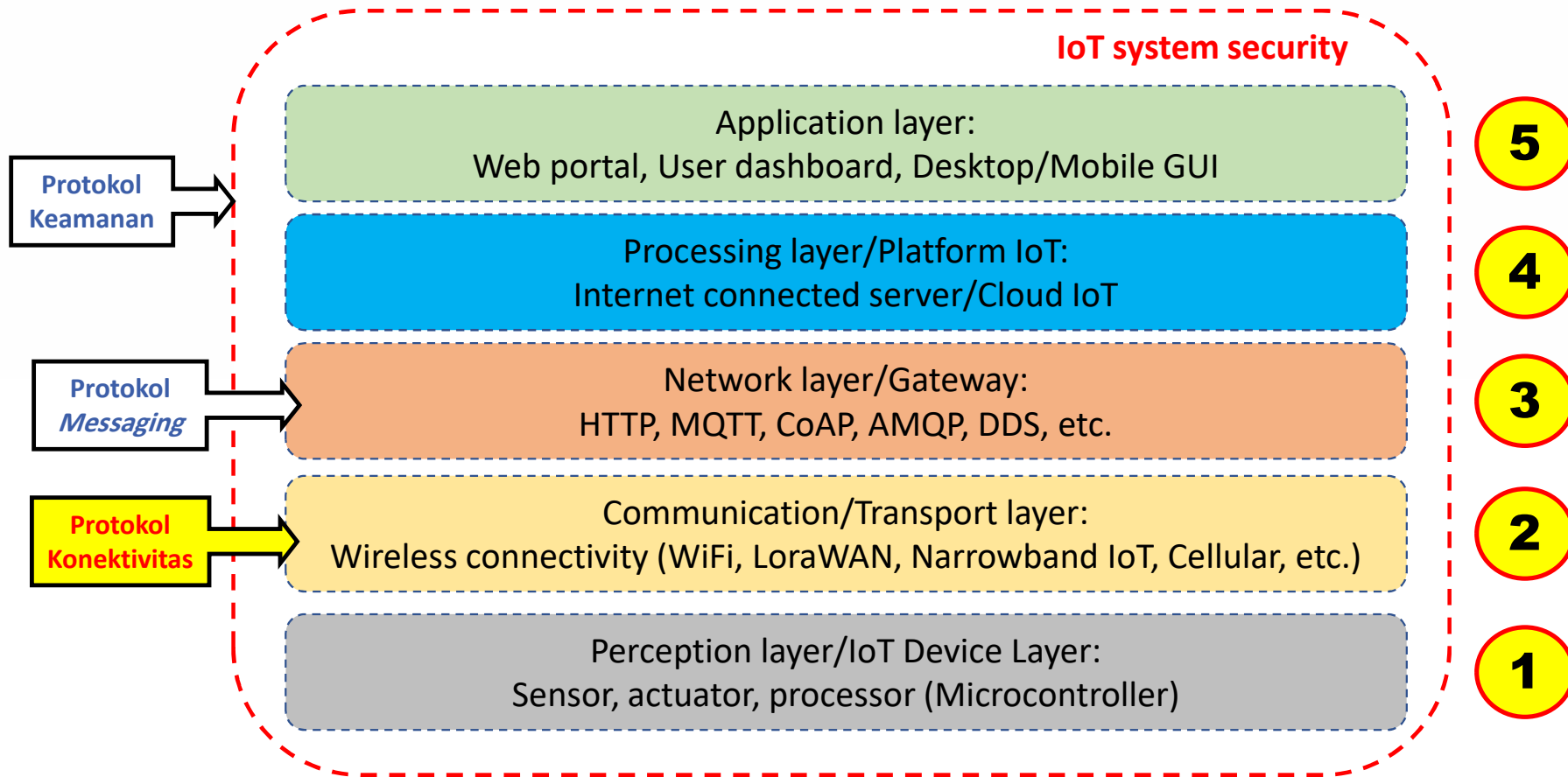
Apa itu Protokol ?

- **Protokol** adalah seperangkat aturan, format, dan prosedur yang digunakan dalam komunikasi data untuk memungkinkan perangkat atau suatu sistem berkomunikasi secara efisien dan terstandarisasi.
- **Protokol** mengatur bagaimana data dikirimkan, diterima, dan diproses dalam jaringan atau komunikasi antar perangkat.
- **Protokol** berperan penting dalam memastikan komunikasi yang handal, standar, dan terinterkoneksi antara berbagai perangkat dan sistem yang berbeda.
- **Contoh protokol** yang umum digunakan misalnya protokol TCP/IP untuk internet, protokol HTTP/HTTPS untuk komunikasi web, protokol SMTP/POP3/IMAP untuk email, dan banyak lainnya yang digunakan dalam berbagai aplikasi dan industri.

Protokol IoT ?

- **Protokol IoT** (*Internet of Things*) adalah seperangkat **protokol komunikasi** yang dikembangkan khusus untuk mendukung komunikasi antara perangkat IoT dengan jaringan dan layanan **cloud**, serta berkomunikasi dengan perangkat IoT yang lain disekitarnya.

Jenis Protokol untuk Sistem IoT



Arsitektur Sistem IoT

Jenis Protokol untuk Sistem IoT

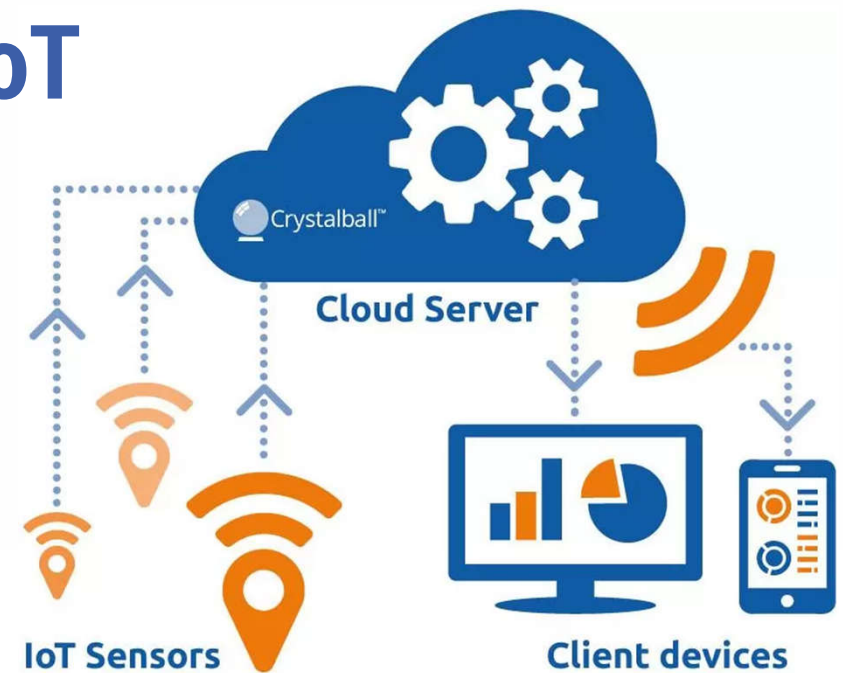
Dalam teknologi *internet of things* (IoT) terdapat 4 jenis protokol:

No.	Jenis Protokol	Keterangan	
1	Konektivitas	Tema diskusi pada video ini	✓
2	<i>Messaging</i> (Komunikasi)	Didiskusikan pada video yang lain	✗
3	Keamanan (<i>Security</i>)	Didiskusikan pada video yang lain	✗
4	Manajemen perangkat IoT	Didiskusikan pada video yang lain	✗

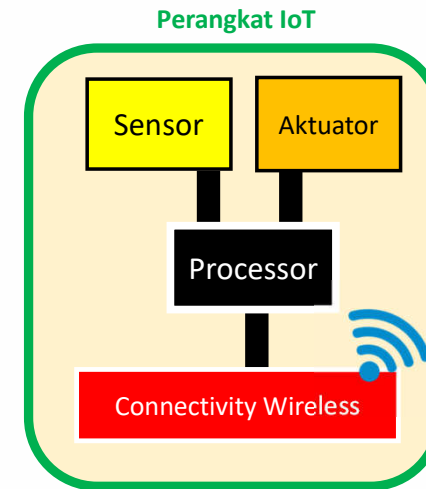


Protokol Konektivitas untuk IoT

- Untuk menjadikan **perangkat IoT** mampu mengirim dan/atau menerima data/perintah ke dan/atau dari IoT cloud/server atau dengan perangkat IoT yang lain disekitarnya, maka harus dilengkapi dengan modul **protokol konektivitas**.
- Protokol konektivitas tersebut pada umumnya merupakan media konektivitas yang tidak menggunakan kabel (Nirkabel/ *Wireless*).



Ciri Perangkat IoT



1. Perangkat IoT **bertenaga baterai**.
2. Perangkat IoT melakukan proses **komputasi secara minimal**.
3. Perangkat IoT memiliki fitur **penyimpanan (data) terbatas**.
4. Perangkat IoT memiliki fitur **konektivitas** secara **wired** dan/atau **wireless**.

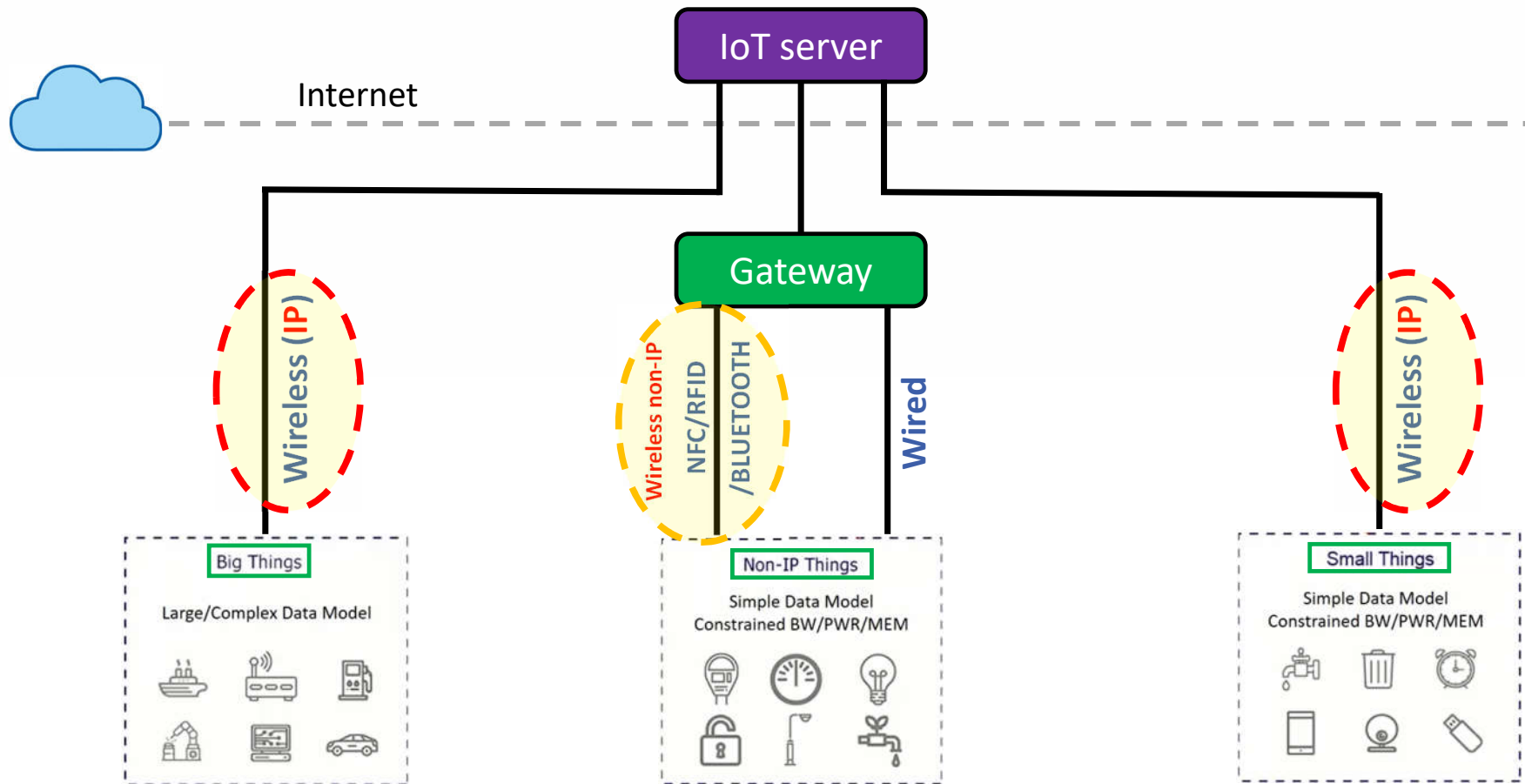
Tantangan Komunikasi Perangkat IoT

1. Pengalamatan & Identifikasi perangkat IoT.
2. Komunikasi rendah daya.
3. Protokol *router* dengan kebutuhan memori rendah dan pola komunikasi yang efisien.
4. Komunikasi data kecepatan tinggi dan anti-kehilangan data.
5. Mobilitas perangkat cerdas.



Kategori Protokol Konektivitas untuk IoT

Kategori Komunikasi Perangkat IoT dengan IoT Cloud/Server



A. Kategori Protokol Konektivitas IoT **Non-IP Address**

Ciri-ciri:

1. Tidak membutuhkan alamat IP.
2. Komunikasi bersifat lokal dan dalam jarak yang pendek (Beberapa **centimeter** hingga beberapa **meter** saja).

Protokol komunikasi *wireless* yang termasuk dalam kategori ini:

- NFC (*Near Field Communication*)
- RFID (*Radio Frequency Identification*)
- Bluetooth



B. Kategori Protokol Konektivitas IoT dengan IP Address

Ciri-ciri:

1. Membutuhkan alamat IP untuk pengalamatan & identifikasi perangkat IoT.
2. Komunikasi menjangkau jarak yang lebih jauh daripada media konektivitas non-IP address (Hingga orde Km).

Protokol komunikasi *wireless* yang termasuk dalam kategori ini:

- Wifi classic & Wifi HaLow (Low power WiFi)
- LPWAN (Low Power Wide-Area-Networks)
 1. LoraWAN (Long Range WAN)
 2. SigFox
 3. ZETA
 4. Weightless (Dikembangkan oleh Neul)
- Zigbee, Z-wave, Thread, Matter (Untuk aplikasi Smarthome/Home Automation)
- Cellular → 4G LTE-M, 4G NB-IoT, 5G





Mengenal Beberapa Protokol Konektivitas untuk IoT



RFID (Radio Frequency Identification)

Non-IP

Definisi RFID:

Radio Frequency Identification (RFID) adalah protokol konektivitas **wireless** yang menggunakan **medan elektromagnetik** untuk secara otomatis mengidentifikasi dan melacak **tag RFID** yang melekat pada suatu objek.

Sistem RFID terdiri dari **(1) Transponder radio kecil**, **(2) Penerima** dan **(3) Pemancar radio**. Ketika dipicu oleh sinyal elektromagnetik dari perangkat pembaca RFID terdekat (RFID *reader*), tag mentransmisikan data digital (Contoh: Berupa nomor inventaris pengenalan) kepada RFID *reader* tersebut.

Spesifikasi RFID:

No.	Specifications	Non-IP based
		RFID
1	Standardization	ISO/IEC 14443/18092
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	LF: 120–150 kHz HF: 13.56 MHz UHF: 433 MHz
3	Communication speeds (Data rate)	LF: Low HF: Low to Moderate UHF: Moderate
4	Communication Range (Mobility support)	LF: 10 cm HF: 1 m UHF: 100 m
5	Addressing/Identification	Non-IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	Tag information - Stored in a non-volatile memory

Contoh Penggunaan RFID:

1. Manajemen/kontrol akses (Masuk ruangan, absen kehadiran, dll)
2. Manajemen aset perusahaan (stok barang, peralatan, mesin)
3. Manajemen barang & pembayaran di minimarket (Retail)
4. Pelacakan barang hilang (Contoh: Bagasi di Bandara)
5. Pelacakan keberadaan orang dan hewan.
6. Pembayaran transportasi tanpa kontak
7. Pemeriksaan dokumen perjalanan (Paspor & VISA)
8. Pewaktu acara olahraga (Lomba lari)
9. dll



NFC (Near Field Communication)

Non-IP

Definisi NFC:

Near-field Communication (NFC) adalah protokol konektivitas *wireless* yang memungkinkan komunikasi antara dua perangkat elektronik pada jarak 4 cm atau kurang.

NFC menawarkan konektivitas berkecepatan rendah. Seperti teknologi "Proximity card" lainnya, NFC didasarkan pada kopling induktif antara dua antena yang ada pada perangkat yang mendukung NFC.

Spesifikasi NFC:

No.	Specifications	Non-IP based
		NFC
1	Standardization	ISO/IEC 14443/18092
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	13.56 MHz
3	Communication speeds (Data rate)	106 to 424 kbit/s
4	Communication Range (Mobility support)	4 cm
5	Addressing/Identification	Non-IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	N/A

Contoh Penggunaan NFC:

- Pembayaran Mobile:** NFC digunakan secara luas untuk pembayaran mobile, pengguna dapat membayar di toko fisik dengan menggunakan ponsel pintar mereka di terminal NFC yang kompatibel.
- Akses Keamanan:** NFC sering digunakan dalam kartu akses dan sistem pengaman. Sebagai contoh, kartu akses karyawan dapat digunakan untuk membuka pintu dengan menggesekannya di depan pembaca NFC.
- Transportasi Umum:** NFC digunakan dalam sistem tiket transportasi umum.
- Kontrol Perangkat:** NFC digunakan dalam beberapa perangkat pintar, seperti speaker pintar, printer, dll.
- Mengelola Perangkat Medis:** Di dunia medis, NFC digunakan untuk mengelola perangkat medis seperti pompa insulin cerdas. Data dari perangkat medis ini dapat ditransfer ke ponsel pintar atau perangkat lain melalui NFC.
- Hotel dan Wisata:** NFC digunakan dalam kartu kunci hotel untuk membuka kamar atau dalam panduan wisata untuk memberikan informasi tambahan tentang tempat-tempat wisata.
- IoT (Internet of Things):** NFC dapat digunakan dalam implementasi IoT untuk mengonfigurasi perangkat dan membentuk koneksi antara perangkat IoT dan ponsel pintar pengguna.
- Berbagi informasi (data):** NFC menawarkan cara yang aman, cepat, dan praktis untuk berbagi informasi dan berinteraksi dengan perangkat elektronik dan lingkungan sekitarnya.



Bluetooth/BLE

Non-IP

Definisi Bluetooth & BLE:

Bluetooth Classic adalah protokol konektivitas *wireless* jarak pendek (Max: 10 m) yang digunakan untuk bertukar data antara perangkat non-mobile dan mobile dalam jarak pendek dan membangun **Personal Area Network (PAN)**.

Bluetooth Low Energy (BLE) adalah teknologi **wireless personal area network (WPAN)** yang dirancang dan dipasarkan oleh **Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG)** yang ditujukan untuk aplikasi baru dalam perawatan kesehatan, kebugaran, keamanan, dan industri hiburan rumah.

Spesifikasi Bluetooth :

No.	Specifications	Non-IP based
		BT classic/BLE
1	Standardization	BT classic: IEEE 802.15.1 BLE: Bluetooth Special Interest Group (SIG)
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	UHF: 2,402 to 2,48 GHz
3	Communication speeds (Data rate)	0,7 - 2,1 Mbit/s
4	Communication Range (Mobility support)	BT classic: 10 m BLE: 100 m
5	Addressing/Identification	Non-IP
6	Energy/Power Consumption	2,5 mW
7	Memory needs	N/A

Contoh Penggunaan Bluetooth :

1. **Transfer data** (file) antar perangkat elektronika.
2. Pengganti komunikasi serial **RS232** dengan kabel (*wired*).
3. Pengganti komunikasi *wireless* via **infrared**.
4. Komunikasi *wireless* PC dengan perangkat **input/output** (mouse, keyboard & printer).
5. Kontrol & komunikasi *wireless* **mobile-phone** dengan **handsfree** headset.
6. Kontrol & komunikasi *wireless* **smartphone** dengan **perangkat smart-home** (*Smart lock, smart lamp, dll*).
7. **Streaming audio (MP3)** ke *head-phones* secara *wireless* dengan/tanpa kemampuan komunikasi.
8. *Men-trigger* **camera shutter** pada smartphone menggunakan *Bluetooth controlled selfie stick* (Tongkat narsis/Tongsis).
9. Jembatan *wireless* antara **dua jaringan Ethernet** Industrial (e.g., PROFINET).



ROBONESIA
more than robotics learning



WiFi classic

IP based

Definisi WiFi:

Wi-Fi adalah keluarga **protokol konektivitas** jaringan *wireless* (Standard IEEE 802.11), yang biasanya digunakan untuk akses Internet, jaringan perangkat lokal (*Wireless LAN*), dan memungkinkan perangkat digital terdekat untuk terhubung dan bertukar data melalui **gelombang radio**.

Spesifikasi Wi-Fi :

No.	Specifications	IP based addressing
		WiFi
		WiFi Classic
1	Standardization	IEEE 802.11
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	WiFi 5: 5 GHz WiFi 7 : 2,4/5/6 GHz
3	Communication speeds (Data rate)	WiFi 5: 433 to 6.933 Mb/s WiFi 7: 1.376 to 46.120 Mb/s
4	Communication Range (Mobility support)	Indoor: 50 m Outdoor: 150 m
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	High (> WiFi HaLow)
7	Memory needs	N/A

Pertimbangan Menggunakan WiFi Classic untuk IoT:

1. **Konsumsi Daya:** Wi-Fi classic cenderung menggunakan daya yang lebih tinggi daripada protokol nirkabel khusus IoT seperti LoRaWAN atau Zigbee. Ini dapat menjadi masalah dalam aplikasi baterai-powered IoT yang memerlukan konsumsi daya yang rendah.
2. **Biaya:** Perangkat Wi-Fi seringkali lebih mahal daripada perangkat yang dirancang khusus untuk IoT, yang dapat meningkatkan biaya pengimplementasian.
3. **Kompleksitas:** Standar Wi-Fi cenderung lebih kompleks daripada protokol IoT khusus. Ini bisa menjadi tantangan dalam hal pengembangan dan manajemen perangkat IoT.
4. **Jangkauan:** Jangkauan Wi-Fi classic biasanya terbatas pada area yang lebih kecil, seperti rumah atau kantor. Untuk aplikasi IoT yang memerlukan cakupan yang lebih luas, protokol seperti LoRaWAN atau NB-IoT mungkin lebih cocok.
5. **Kinerja:** Wi-Fi classic menawarkan kinerja yang tinggi dalam hal kecepatan data, yang mungkin lebih daripada yang dibutuhkan oleh banyak perangkat IoT. Hal ini bisa berarti overkill dalam hal kecepatan dan konsumsi daya.
6. **Koneksi Terputus:** Perangkat IoT yang terhubung ke Wi-Fi classic dapat mengalami masalah jika koneksi terputus atau ada gangguan di jaringan Wi-Fi.



IP based

Definisi Wi-Fi HaLow:

Wi-Fi HaLow (Wi-Fi tipe baru) adalah **protokol konektivitas** jaringan internet **wireless** baru yang mengikuti standard baru IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) terkait jaringan wireless (IEEE 802.11ah). Kelebihan utama **Wi-Fi HaLow** dibandingkan dengan **Wi-Fi classic** adalah **Low power consumption** dan **Long range coverage**.

Spesifikasi Wi-Fi HaLow :

No.	Specifications	IP based addressing
		WiFi
		WiFi HaLow
1	Standardization	IEEE 802.11ah
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	< 1 GHz (900 Mhz)
3	Communication speeds (Data rate)	~8,67 Mb/s
4	Communication Range (Mobility support)	Indoor: 500 m Outdoor: 1000 m
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Very low
7	Memory needs	N/A

Karakteristik WiFi HaLow :

1. **Konsumsi Daya Rendah:** Salah satu fitur utama dari Wi-Fi HaLow adalah konsumsi daya yang sangat rendah. Ini memungkinkan perangkat untuk beroperasi dalam jangka waktu yang lama dengan baterai yang terbatas, yang sangat cocok untuk perangkat IoT.
2. **Jangkauan yang Luas:** Wi-Fi HaLow dirancang untuk memiliki jangkauan yang lebih luas dibandingkan dengan standar Wi-Fi, sehingga dapat berkomunikasi dalam jarak yang jauh dari titik akses (access point).
3. **Frekuensi Rendah:** Wi-Fi HaLow beroperasi di frekuensi yang lebih rendah (di bawah 1 GHz), yang memungkinkan sinyalnya menembus dinding dan hambatan dengan lebih baik daripada Wi-Fi 2.4 GHz atau 5 GHz.
4. **Data Rate yang Rendah hingga Menengah:** Wi-Fi HaLow menawarkan tingkat data yang rendah hingga menengah, yang sesuai untuk aplikasi IoT yang tidak memerlukan transfer data berkecepatan tinggi.
5. **Keamanan:** Standar Wi-Fi HaLow juga mencakup fitur-fitur keamanan yang memadai, seperti enkripsi data dan otentikasi, untuk melindungi privasi dan keamanan komunikasi.
6. **Interoperabilitas:** Wi-Fi HaLow adalah bagian dari keluarga Wi-Fi yang sudah ada, yang memastikan interoperabilitas antara perangkat Wi-Fi HaLow dan perangkat Wi-Fi lainnya.
7. **Dukungan untuk Banyak Perangkat:** Standar ini dapat mendukung banyak perangkat yang terhubung ke satu titik akses, yang memungkinkan penggunaan dalam lingkungan yang padat perangkat.
8. **Mampu Menembus Dinding Bangunan:** Wi-Fi HaLow dapat menembus dinding dan hambatan dalam bangunan dengan baik, menjadikannya cocok untuk aplikasi IoT dalam bangunan atau area tertutup.



IP based

Definisi LoRaWAN:

LoRaWAN (*Long-Range Wide-Area-Network*) adalah **protokol konektivitas wireless** menggunakan standar ITU-T Y.4480 resmi dari *International Telecommunication Union* (ITU). Pengembangan berkelanjutan protokol LoRaWAN dikelola oleh **Aliansi LoRa** nirlaba secara terbuka, dimana **SemTech** adalah anggota pendirinya.

Spesifikasi LoRaWAN:

No.	Specifications	IP based addressing
		LPWAN
		Lora/LoraWAN
1	Standardization	LoRa-Alliance
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	< 1 GHz Asia: 915-928 MHz
3	Communication speeds (Data rate)	0,3-50 kbps
4	Communication Range (Mobility support)	Urban: 5-15 Km Rural: >15 Km
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	N/A

Karakteristik LoRaWAN:

1. **Jarak Komunikasi yang Luas:** LoRaWAN dapat digunakan untuk berkomunikasi dalam jarak yang sangat jauh. LoRaWAN cocok untuk aplikasi IoT di daerah pedesaan, perkotaan, dan terpencil.
2. **Konsumsi Daya Rendah:** LoRaWAN dirancang untuk konsumsi daya yang sangat rendah.
3. **Kapasitas Tinggi:** LoRaWAN dapat mendukung sejumlah besar perangkat IoT yang terhubung dalam jaringan yang sama. Ini memungkinkan skalabilitas yang tinggi.
4. **Topologi Star Network:** LoRaWAN menggunakan topologi jaringan star, Ini memberikan kemudahan dalam desain jaringan dan implementasi.
5. **Biaya Operasional Rendah:** LoRaWAN memberikan biaya operasional yang rendah karena konsumsi daya yang efisien dan infrastruktur yang relatif sederhana.
6. **Data Rate Rendah hingga Menengah:** LoRaWAN mendukung tingkat data yang rendah hingga menengah. Ini cocok untuk aplikasi yang tidak memerlukan transfer data berkecepatan tinggi.
7. **Dukungan Aplikasi Beragam:** LoRaWAN digunakan dalam berbagai aplikasi IoT, seperti monitoring lingkungan, manajemen aset, smart city, pertanian cerdas, dan banyak lagi.
8. **Keamanan:** LoRaWAN mencakup fitur-fitur keamanan, termasuk enkripsi data, untuk melindungi privasi dan keamanan komunikasi antar perangkat.
9. **Interoperabilitas:** LoRaWAN adalah standar terbuka yang mendukung berbagai produsen perangkat dan penyedia layanan, memastikan interoperabilitas antara perangkat dari berbagai sumber.
10. **Fleksibilitas Frekuensi:** LoRaWAN dapat diimplementasikan di berbagai pita frekuensi, memungkinkan penggunaan teknologi ini di berbagai negara dan wilayah.
11. **Jenis Modulasi:** LoRaWAN menggunakan modulasi LoRa (Long Range) untuk mengirimkan data dalam jarak yang jauh dan dalam berbagai kondisi lingkungan.



IP based

Definisi SigFox:

Sigfox (**OG** technology) merupakan **protokol konektivitas Low-Power Wide-Area-Network (LPWAN)** yang dirancang untuk menghubungkan sensor dan perangkat secara aman dengan biaya rendah dengan cara yang paling hemat energi untuk mengaktifkan **Massive IoT**. **Sigfox** adalah operator jaringan global dari Perancis yang didirikan pada tahun 2010, yang pada 2022 diakuisisi oleh Perusahaan jaringan IoT **UnaBiz** dari Singapore.

Spesifikasi SigFox :

No.	Specifications	IP based addressing
		LPWAN
		SigFox
1	Standardization	ETSI
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	100 Hz
3	Communication speeds (Data rate)	20 kbps
4	Communication Range (Mobility support)	Urban: 10 Km Rural: 40 Km
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	N/A

Karakteristik SigFox :

- Konsumsi Daya Sangat Rendah:** Konsumsi daya protokol Sigfox sangat rendah. Ini memungkinkan perangkat IoT untuk beroperasi dengan baterai selama beberapa tahun tanpa perlu penggantian.
- Jangkauan Komunikasi Luas:** Sigfox memungkinkan komunikasi dalam jarak yang sangat jauh, yang dapat mencapai beberapa puluh kilometer, tergantung pada kondisi lingkungan.
- Data rate Rendah:** Sigfox menawarkan tingkat kecepatan transfer data yang rendah hingga menengah, yang cocok untuk aplikasi IoT yang tidak memerlukan transfer data berkecepatan tinggi.
- Biaya Operasional Rendah:** Karena konsumsi daya efisien dan tingkat data moderat, maka menjadikan biaya operasional penggunaan Sigfox rendah .
- Star Network:** Sigfox menggunakan topologi jaringan star, di mana perangkat IoT berkomunikasi langsung dengan gateway Sigfox. Ini sederhana dalam desain dan memungkinkan kemudahan implementasi.
- Skalabilitas:** Sigfox dirancang untuk mendukung skalabilitas, memungkinkan penambahan perangkat baru ke dalam jaringan dengan mudah.
- Keamanan:** Sigfox mencakup fitur-fitur keamanan, seperti enkripsi data, untuk melindungi privasi dan keamanan komunikasi antar perangkat.
- Dukungan Aplikasi Beragam:** Sigfox digunakan dalam berbagai aplikasi IoT, seperti pemantauan aset, tracking, pengukuran, dan banyak lagi.
- Global Coverage:** Sigfox telah membangun jaringan global yang mencakup banyak negara dan wilayah di seluruh dunia, memberikan cakupan global untuk perangkat IoT yang menggunakan protokol ini.

Definisi ZETA:

Zeta adalah **teknologi konektivitas** *Low-Power Wide-Area-Network* (LPWAN) global yang digunakan untuk koneksi perangkat IoT berbiaya rendah dan jarak jauh. Standard dan sertifikasi dikelola oleh **Zeta Alliance**.

Karakteristik ZETA :

1. Zeta mendukung komunikasi dua arah antara perangkat Zeta dan mendukung komunikasi multi-hop dengan penyembuhan mandiri.
2. Mendukung pemantauan objek seluler dengan kecepatan sekitar 120 Km/jam.
3. Zeta menggunakan protokol ZETA-P yang memungkinkan transmisi data maksimum 50 byte data.
4. Protokol ZETA-S dapat mendukung komunikasi 2 arah untuk lebih dari 90 ribu perangkat dan mendukung *update firmware* prosesor pada perangkat IoT secara jarak jauh melalui udara atau sering disebut dengan **firmware update over the air** (FU-OTA).

Spesifikasi ZETA :

No.	Specifications	IP based addressing
		LPWAN
		ZETA
1	Standardization	ZETA-Alliance
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	2 kHz
3	Communication speeds (Data rate)	M-FSK: 100 bps-50 kbps Adv. M-FSK: 20 bps-200 kbps
4	Communication Range (Mobility support)	Urban: 3 Km Rural: 20 Km
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Very low
7	Memory needs	N/A

WEIGHTLESS™

By



(1)

IP based

Definisi Neul & Weightless:

Neul adalah perusahaan yang berfokus pada **teknologi konektivitas *wireless***, terutama dalam konteks *Internet of Things* (IoT). **Neul** mengembangkan berbagai solusi dan protokol *wireless* untuk mendukung komunikasi perangkat IoT. Salah satu protokol yang dikembangkan oleh **Neul** adalah "***Weightless***."

Weightless dikembangkan oleh **Neul** untuk mendukung aplikasi IoT dengan berbagai kebutuhan. **Protokol konektivitas** ini memiliki beberapa versi, yaitu **Weightless-N**, **Weightless-P**, dan **Weightless-W**, yang masing-masing dirancang untuk kasus penggunaan dan aplikasi yang berbeda.

Dalam mengembangkan protokol ***Weightless***, **Neul** menggunakan chip **lceni** yang menggunakan sebagian kecil spektrum *white-space* TV UHF (*Ultra-high frequency*) untuk menciptakan jaringan berbiaya rendah, berdaya rendah, dan dengan tingkat skalabilitas tinggi. **Neul** mengembangkan protokol ***Weightless*** untuk aplikasi IoT dan bersaing langsung dengan solusi yang sudah ada seperti GPRS, 3G, CDMA, atau LTE-WAN.

Spesifikasi Weightless :

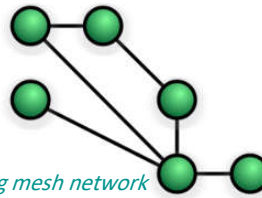
No.	Specifications	IP based addressing		
		LPWAN		
		Weightless-W	Weightless-N	Weightless-P
1	Standardization	Open standard	Open standard	Open standard
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	470-790 MHz	EU: 868 MHz US: 915 MHz	12,5 kHz
3	Communication speeds (Data rate)	1 kbps - 10 Mbps	30 kbps - 100 kbps	200 bps - 100 kbps
4	Communication Range (Mobility support)	Urban: 5 Km	Urban: 3 Km	Urban: 2 Km
5	Addressing/Identification	IP	IP	IP
6	Energy/Power Consumption	Low	Low	Low
7	Memory needs	N/A	N/A	N/A

Karakteristik Weightless :

- Konsumsi Daya Rendah:** Salah satu karakteristik paling mencolok dari protokol Weightless adalah konsumsi daya yang rendah. Ini memungkinkan perangkat IoT yang menggunakan baterai untuk beroperasi dalam jangka waktu yang lama tanpa penggantian baterai yang sering.
- Jarak Jauh:** Protokol Weightless dirancang untuk mendukung komunikasi dalam jarak jauh. Beberapa versi protokol ini, seperti Weightless-N, dapat mencapai jarak komunikasi hingga beberapa kilometer tergantung pada kondisi lingkungan.
- Mendukung Berbagai Frekuensi:** Protokol Weightless dapat diimplementasikan dalam berbagai pita frekuensi yang berbeda, termasuk frekuensi radio **bebas izin**. Ini memungkinkan fleksibilitas dalam penggunaan teknologi ini di berbagai negara dan wilayah.
- Low Data Rate:** Weightless biasanya menawarkan tingkat data yang moderat, yang sesuai untuk aplikasi IoT yang tidak memerlukan transfer data berkecepatan tinggi. Ini adalah fitur yang sesuai dengan penggunaan energi yang efisien.
- Keamanan:** Protokol Weightless mencakup fitur-fitur keamanan yang kuat, termasuk enkripsi data dan otentikasi, untuk melindungi data yang dikirim antar perangkat dan mencegah akses yang tidak sah.
- Skalabilitas:** Protokol Weightless dirancang untuk skalabilitas, yang memungkinkan penambahan perangkat baru ke dalam jaringan tanpa mengganggu operasi yang ada.
- Jaringan Mesh:** Beberapa varian protokol Weightless, seperti Weightless-P, mendukung jaringan mesh. Ini memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain melalui perantara perangkat lain dalam jaringan, meningkatkan cakupan dan keandalan.
- Topologi Jaringan:** Protokol Weightless mendukung berbagai topologi jaringan, termasuk topologi star dan mesh, memberikan fleksibilitas dalam desain jaringan.
- Dukungan Aplikasi Beragam:** Weightless dapat digunakan dalam berbagai aplikasi IoT, termasuk monitoring jarak jauh, smart metering, otomatisasi industri, dan banyak lagi.
- Interoperabilitas:** Protokol Weightless dirancang untuk memastikan interoperabilitas perangkat dari berbagai produsen dalam jaringan yang sama.
- Open Standard:** Weightless adalah protokol sumber terbuka, yang berarti bahwa spesifikasi teknisnya tersedia untuk umum, mendorong inovasi dan penerapan yang lebih luas.



IP based



Using mesh network

Mesh networking, Click!

Definisi ZigBee:

Zigbee adalah **protokol konektivitas** tingkat tinggi dengan spesifikasi standard IEEE 802.15.4 yang digunakan untuk membuat *Privat Area-Network* (PAN) dengan radio digital kecil berdaya rendah, seperti untuk **otomatisasi rumah**, pengumpulan data perangkat medis, dan perangkat berdaya rendah lainnya. Kebutuhan bandwidth Zigbee rendah, dirancang untuk proyek skala kecil yang membutuhkan koneksi *wireless*.

Spesifikasi ZigBee :

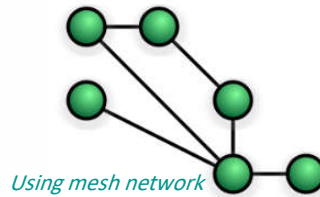
No.	Specifications	IP based addressing
		Smart Home
		ZigBee
1	Standardization	Zigbee alliance
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	2,4 GHz 915 MHz 868 MHz
3	Communication speeds (Data rate)	Pada 2,4 GHz = Rate 250 kbps Pada 915 MHz = Rate 40 kbps Pada 868 MHz = Rate 20 kbps
4	Communication Range (Mobility support)	10 - 100 m
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	N/A

Karakteristik ZigBee :

1. Zigbee dirancang untuk operasi berkonsumsi **daya rendah**, sehingga cocok untuk perangkat IoT yang menggunakan baterai.
2. Zigbee mendukung **jaringan mesh**, di mana perangkat berfungsi sebagai titik akhir dan router.
3. Zigbee biasanya beroperasi pada **tingkat data** (Data rate) yang relatif **rendah**, yang cocok untuk aplikasi IoT yang mengutamakan efisiensi energi & keandalan daripada transfer data yang cepat.
4. Zigbee mengintegrasikan fitur **keamanan** yang kuat.
5. Zigbee memastikan **interoperabilitas** antara perangkat dari produsen yang berbeda.
6. Zigbee dapat **digunakan dalam berbagai aplikasi IoT**, termasuk otomatisasi rumah, otomatisasi industri, perawatan kesehatan, pencahayaan pintar, pemantauan lingkungan, dan lain-lain.
7. **Skalabilitas** jaringan Zigbee sangat dapat diukur dan dapat menampung jumlah perangkat yang semakin bertambah. Skalabilitas ini penting untuk mengakomodasi perluasan ekosistem IoT.
8. Zigbee **beroperasi di berbagai pita frekuensi** di seluruh dunia (Global), sehingga tersedia dan dapat digunakan di banyak negara dan wilayah.
9. Spesifikasi Zigbee adalah **terbuka** dan tersedia untuk umum, mendorong inovasi dan mencegah ketergantungan pada vendor tertentu.
10. **Latensi rendah** Zigbee membuatnya cocok untuk aplikasi real-time, seperti otomatisasi rumah dan sistem kontrol industri.



IP based



Mesh networking, Click!

Definisi Z-wave:

Z-Wave adalah **protokol konektivitas wireless** yang digunakan terutama untuk otomatisasi bangunan perumahan dan komersial. **Z-Wave** adalah jaringan **mesh** yang menggunakan gelombang radio berenergi rendah untuk berkomunikasi dari satu perangkat ke perangkat yang lain, memungkinkan kontrol **wireless** perangkat **Smart Home**, seperti lampu pintar, sistem keamanan, termostat, sensor, kunci pintu pintar, dan pembuka pintu garasi.

Spesifikasi Z-wave :

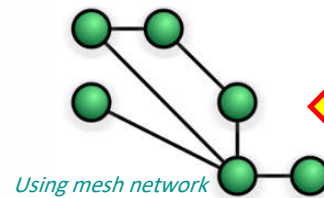
No.	Specifications	IP based addressing
		Smart Home
		Z-wave
1	Standardization	Z-Wave Alliance
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	800-900 MHz
3	Communication speeds (Data rate)	up to 100kbit/s
4	Communication Range (Mobility support)	Indoor: 50 m Outdoor: 200 m
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	N/A

Karakteristik Z-wave :

- Z-Wave dirancang untuk memberikan transmisi data paket kecil yang andal dengan **latensi rendah** pada kecepatan data hingga **100 kbit/detik**, dan cocok untuk aplikasi pengendalian dan sensor, berbeda dengan Wi-Fi dan sistem **wireless** LAN berbasis IEEE 802.11 lainnya yang dirancang utamanya untuk kecepatan data tinggi.
- Jarak komunikasi antara dua node adalah 200 meter garis lurus di luar ruangan dan 50 meter garis lurus di dalam ruangan, dan dengan kemampuan untuk melompat hingga empat kali antara node, ini memberikan cakupan yang cukup untuk sebagian besar rumah tinggal.



IP based



Mesh networking, Click!

Definisi Thread:

Thread adalah **protokol konektivitas** jaringan **wireless** terbuka yang dirancang untuk aplikasi Internet of Things (IoT) dan otomatisasi rumah (**Home automation**). **Thread** dibangun di atas dasar standar yang sudah ada, seperti IPv6, 6LoWPAN (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks), dan IEEE 802.15.4. **Thread** menyediakan platform komunikasi yang terstandarisasi dan handal untuk perangkat IoT.

Spesifikasi Thread :

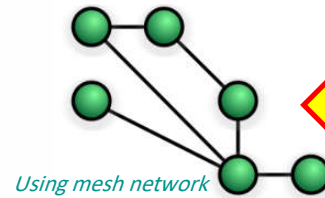
No.	Specifications	IP based addressing
		Smart Home
		Thread
1	Standardization	IEEE 802.15.4
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	2.4 GHz
3	Communication speeds (Data rate)	up to 250kbit/s
4	Communication Range (Mobility support)	Indoor: 30 - 50 m Outdoor: up to 100 m
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	N/A

Karakteristik Thread :

1. Thread dibangun berdasarkan IPv6, yang menawarkan alamat yang sangat besar.
2. Thread mendukung jaringan **mesh**, yang memungkinkan perangkat berkomunikasi satu sama lain melalui rute-rute yang berbeda.
3. Thread dirancang untuk operasi berkonsumsi daya rendah, sehingga cocok untuk perangkat IoT yang menggunakan baterai.
4. Thread menggunakan standar IEEE 802.15.4 (Bandwidth 2,4 GHz) untuk lapisan fisik dan MAC-nya.
5. Keamanan menjadi prioritas dalam Thread.
6. Skalabilitas jaringan Thread sangat dapat diukur, memungkinkan penambahan perangkat baru tanpa mengganggu operasi jaringan. Skalabilitas ini penting untuk mengakomodasi perluasan ekosistem IoT.
7. Thread dirancang untuk interoperabilitas, memastikan bahwa perangkat dari produsen yang berbeda dapat bekerja bersama dalam jaringan yang sama.
8. Thread mendefinisikan prosedur-prosedur komisioning untuk menambahkan perangkat baru ke dalam jaringan, sehingga memudahkan pengguna untuk memperluas jaringan mereka.
9. Thread adalah standar terbuka, yang berarti bahwa spesifikasinya tersedia untuk umum.
10. Thread dioptimalkan untuk komunikasi berlatensi rendah, sehingga cocok untuk aplikasi real-time dan sistem kendali.
11. Thread dirancang untuk dapat berkoeksistensi dengan jaringan nirkabel lainnya dalam lingkungan yang sama, mengurangi gangguan dan memungkinkan beberapa protokol jaringan untuk beroperasi secara bersamaan.



IP based



Mesh networking, Click!

Definisi Matter:

Matter adalah standar **protokol konektivitas open-source** untuk perangkat **smart home** dan **Internet of Things (IoT)**, yang bertujuan untuk meningkatkan kompatibilitas dan keamanan perangkat-perangkat tersebut. **Matter** bersifat **bebas royalti**, meskipun pengembang dan produsen perlu menghadapi biaya sertifikasi. Itu bermula pada bulan Desember 2019 sebagai kelompok kerja Project **Connected Home over IP (CHIP)**, yang didirikan oleh Amazon, Apple, Google, dan Zigbee Alliance, yang sekarang disebut **Connectivity Standards Alliance (CSA)**.

Spesifikasi Matter :

No.	Specifications	IP based addressing
		Smart Home
		Matter
1	Standardization	Connectivity Standards Alliance (CSA)
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	2.4 GHz (ISM - Industrial, Scientific, Medical)
3	Communication speeds (Data rate)	250kbit/s
4	Communication Range (Mobility support)	Ideal condition : > 10 m Mesh network: > Ideal condition
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	N/A

Karakteristik Matter :

1. Interoperabilitas Matter dirancang untuk memastikan bahwa berbagai merek dan jenis perangkat pintar dapat bekerja dengan lancar bersama-sama dalam jaringan rumah pintar.
2. Matter dikembangkan sebagai proyek *open-source*, yang berarti bahwa spesifikasi dan kode sumber protokol tersebut tersedia untuk umum. Keterbukaan ini mendorong inovasi dan mencegah ketergantungan pada vendor tertentu.
3. Keamanan merupakan aspek fundamental dari Matter.
4. Matter dibangun berdasarkan standar jaringan IPv6.
5. Matter dioptimalkan untuk komunikasi berlatensi rendah, sehingga cocok untuk aplikasi real-time dan sistem kontrol dalam rumah pintar.
6. Matter mendukung jaringan mesh.
7. Jaringan Matter memiliki skalabilitas tinggi, sehingga dapat berkembang dari instalasi kecil hingga besar, menampung jumlah perangkat yang semakin bertambah sesuai kebutuhan.
8. Matter dapat diintegrasikan dengan asisten suara populer seperti Amazon Alexa, Google Assistant, dan Apple Siri, sehingga meningkatkan kemampuan kendali suara untuk perangkat rumah pintar.
9. Matter didukung oleh perusahaan teknologi besar dan organisasi, termasuk Connectivity Standards Alliance (CSA), sebelumnya dikenal sebagai Zigbee Alliance

Protokol Konektivitas **Seluler** untuk IoT

No.	Specifications	IP based addressing		
		Cellular		
		4G (For IoT)		5G
		NB-IoT (LPWAN)	LTE-M (LPWAN)	
1	Standardization	3GPP	3GPP	3GPP
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	200 kHz (Subset-LTE standard)	1,4 MHz (For IoT apps. w/ more frequent communication)	6 GHz
3	Communication speeds (Data rate)	200 kbps	300 bps - 1 Mbps	Downlink: 20 Gbps Uplink: 10 Gbps
4	Communication Range (Mobility support)	Urban: 1 Km Rural: 10 Km	~1 km - 10 km	>14 Km
5	Addressing/Identification	IP	IP	IP
6	Energy/Power Consumption	Low	Low	Low
7	Memory needs	N/A	N/A	N/A

4G - NB-IoT™

IP based

Definisi NB-IoT:

Narrowband Internet of Things (NB-IoT) adalah standar **teknologi konektivitas** radio *Low-Power Wide-Area-Network* (LPWAN) yang dikembangkan oleh 3GPP (3rd *Generation Partnership Project*) untuk menghubungkan atau mengintegrasikan perangkat IoT ke jaringan **seluler** yang sudah ada.

NB-IoT menggunakan *subset* standar LTE (Untuk seluler-phone), namun membatasi bandwidth yang digunakan pada pita-sempit (*Narrow-band*) tunggal 200 kHz.

Spesifikasi NB-IoT:

No.	Specifications	IP based addressing
		LPWAN
		4G (NB-IoT)
1	Standardization	3GPP
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	200 kHz (Subset-LTE standard)
3	Communication speeds (Data rate)	200 kbps
4	Communication Range (Mobility support)	Urban: 1 Km Rural: 10 Km
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	N/A

Karakteristik NB-IoT:

- Konsumsi Daya Rendah:** NB-IoT dirancang untuk konsumsi daya yang rendah, yang memungkinkan perangkat IoT untuk beroperasi dalam jangka waktu yang lama.
- Jangkauan Jarak Jauh:** NB-IoT memiliki jangkauan komunikasi yang baik, yang memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dengan stasiun basis yang jauh. Ini cocok untuk aplikasi yang memerlukan komunikasi IoT di daerah-daerah terpencil atau jauh dari stasiun basis.
- Kapasitas Tinggi:** NB-IoT dapat mendukung sejumlah besar perangkat IoT yang terhubung dalam jaringan yang sama, sehingga memungkinkan skalabilitas yang tinggi.
- Mampu Menembus Dinding:** NB-IoT dapat menembus dinding dan hambatan bangunan dengan baik, sehingga cocok untuk aplikasi dalam gedung atau infrastruktur yang padat.
- Keamanan:** NB-IoT mencakup fitur-fitur keamanan, termasuk enkripsi data dan otentikasi, untuk melindungi komunikasi perangkat IoT.
- Biaya Rendah:** NB-IoT memberikan biaya operasional yang rendah karena memanfaatkan infrastruktur jaringan seluler yang sudah ada.
- Data Rate Rendah hingga Menengah:** NB-IoT biasanya mendukung tingkat data rendah hingga menengah, yang sesuai untuk berbagai aplikasi IoT. Ini mungkin tidak sesuai untuk aplikasi yang memerlukan transfer data berkecepatan tinggi.
- Interoperabilitas:** NB-IoT adalah standar yang didefinisikan oleh 3GPP, yang berarti bahwa perangkat yang kompatibel dengan NB-IoT harus dapat beroperasi di jaringan seluler yang mendukung protokol ini di seluruh dunia.

4G - LTE-M

IP based

Definisi 4G (LTE-M):

LTE (Long-Term Evolution) adalah **teknologi konektivitas** seluler 4G yang terutama dirancang **untuk komunikasi broadband seluler** berkecepatan tinggi. **LTE** memberikan kecepatan data yang tinggi, latensi rendah, dan sangat cocok untuk aplikasi seperti streaming video, penelusuran web, dan panggilan suara di ponsel cerdas dan tablet. LTE umumnya digunakan **untuk jaringan seluler** di seluruh dunia.

LTE-M (Long-Term Evolution for Machine) adalah variasi **LTE** yang secara khusus dioptimalkan **untuk komunikasi IoT (Internet of Things)** dan **mesin-ke-mesin (M2M)**. **LTE-M** dirancang untuk mendukung berbagai perangkat IoT dengan persyaratan masa pakai baterai yang lama, jangkauan yang dalam, dan penggunaan spektrum yang efisien.

Spesifikasi 4G (LTE-M):

No.	Specifications	IP based addressing
		LPWAN
		4G (LTE-M)
1	Standardization	3GPP
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	1,4 MHz (For IoT apps. w/ more frequent communication)
3	Communication speeds (Data rate)	300 bps - 1 Mbps
4	Communication Range (Mobility support)	~1 km - 10 km
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	N/A

Karakteristik 4G (LTE-M):

1. LTE-M adalah varian 4G yang lebih cepat dibandingkan dengan NB-IoT dan mendukung kecepatan data yang lebih tinggi.
2. Digunakan dalam aplikasi IoT yang memerlukan kecepatan data yang sedang hingga tinggi, seperti pemantauan real-time, perangkat pelacakan, dan sensor industri.
3. Meskipun lebih cepat daripada NB-IoT, LTE-M masih menawarkan konsumsi daya yang relatif rendah dibandingkan dengan standar LTE yang digunakan untuk ponsel dan data seluler berkecepatan tinggi.

5G (5th Generations)

IP based

Definisi 5G:

- **5G** adalah istilah yang lebih umum yang merujuk pada seluruh ekosistem **teknologi konektivitas seluler generasi kelima**. Ini mencakup berbagai aspek, termasuk perangkat, infrastruktur jaringan, standar komunikasi, dan jenis penggunaan.
- **5G** mencakup evolusi teknologi seluler yang lebih luas, termasuk teknologi seluler nirkabel berkecepatan tinggi yang akan digunakan untuk berbagai aplikasi, termasuk **telepon seluler**, **broadband mobile**, **IoT**, **kendaraan otonom**, dan sebagainya.

Spesifikasi 5G:

No.	Specifications	IP based addressing
		5G
1	Standardization	3GPP
2	Operating Frequency (Spectrum/Bandwidth)	6 GHz
3	Communication speeds (Data rate)	Downlink: 20 Gbps Uplink: 10 Gbps
4	Communication Range (Mobility support)	>14 Km
5	Addressing/Identification	IP
6	Energy/Power Consumption	Low
7	Memory needs	N/A

Karakteristik 5G:

1. **Kecepatan Tinggi:** Salah satu karakteristik paling mencolok dari 5G adalah kemampuannya untuk memberikan kecepatan data yang sangat tinggi. Dalam kondisi optimal, 5G dapat mencapai kecepatan data hingga beberapa gigabit per detik (Gbps), jauh melampaui kecepatan maksimum 4G LTE.
2. **Latensi Rendah:** 5G dirancang untuk memiliki latensi yang sangat rendah, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk data bergerak dari pengirim ke penerima. Latensi rendah sangat penting untuk aplikasi yang memerlukan respons cepat, seperti mobil otonom dan telerobotika.
3. **Kapasitas Tinggi:** 5G memiliki kapasitas jaringan yang jauh lebih besar daripada 4G. Ini memungkinkan lebih banyak perangkat terhubung secara bersamaan dan mendukung pertumbuhan IoT yang signifikan.
4. **Spektrum Lebar:** 5G mendukung penggunaan berbagai frekuensi spektrum, termasuk frekuensi tinggi (mmWave) dan frekuensi rendah (sub-6 GHz). Frekuensi tinggi dapat memberikan kecepatan yang sangat tinggi, sementara frekuensi rendah memberikan cakupan yang lebih luas.
5. **Network Slicing:** 5G memungkinkan konsep "network slicing," di mana jaringan dapat dibagi menjadi potongan-potongan virtual yang dapat disesuaikan untuk berbagai keperluan, seperti IoT, industri, atau mobilitas.
6. **Massive MIMO:** Penggunaan Massive MIMO (Multiple-Input, Multiple-Output) dalam 5G meningkatkan efisiensi spektrum dan memungkinkan komunikasi yang lebih baik dalam kondisi cakupan yang buruk.
7. **Beamforming:** Teknologi beamforming digunakan dalam 5G untuk mengarahkan sinyal ke perangkat secara khusus, meningkatkan efisiensi dan kualitas komunikasi.
8. **Dukungan untuk IoT:** 5G mendukung berbagai jenis perangkat IoT, dari yang memerlukan koneksi berkecepatan tinggi hingga yang memerlukan konsumsi daya yang sangat rendah.
9. **Kecerdasan dan Otomatisasi:** 5G memungkinkan jaringan yang lebih cerdas dan otomatis, dengan kemampuan untuk mengoptimalkan kinerja berdasarkan permintaan dan kondisi jaringan.



ROBONESIA
more than robotics learning



Kesimpulan::

**Pertimbangan Memilih
Protokol Komunikasi
untuk IoT**

Pertimbangan Memilih Protokol Konektivitas (1)

Untuk Proyek IoT

1. **Jarak dan Cakupan:** Pertimbangkan jarak yang perlu ditempuh oleh data dalam aplikasi IoT. Apakah perangkat akan berkomunikasi dalam jarak dekat, dalam jaringan lokal, atau di area yang lebih luas? Protokol seperti Bluetooth, Zigbee, atau Z-Wave cocok untuk jarak dekat, sementara LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) seperti LoRaWAN atau NB-IoT lebih cocok untuk cakupan yang lebih luas.
2. **Konsumsi Daya:** Apakah perangkat IoT memiliki batasan daya atau harus beroperasi dengan baterai yang lama? Protokol LPWAN biasanya sangat efisien dalam hal konsumsi daya, sedangkan protokol yang memerlukan transmisi berkecepatan tinggi seperti 4G atau 5G mungkin lebih boros daya.
3. **Kecepatan Data:** Pertimbangkan kecepatan data yang diperlukan oleh aplikasi IoT. Apakah aplikasi IoT hanya perlu mengirim data sporadis dengan kecepatan rendah atau memerlukan transfer data real-time dengan kecepatan tinggi? Kecepatan data biasanya berkaitan dengan lebar pita yang dibutuhkan oleh protokol.
4. **Latensi:** Jika aplikasi IoT memerlukan respons cepat, harus memperhatikan latensi (waktu yang diperlukan untuk data mencapai tujuan). Protokol dengan latensi rendah, seperti 5G, lebih cocok untuk aplikasi ini.
5. **Biaya Implementasi:** Pertimbangkan biaya implementasi protokol, termasuk biaya perangkat keras, lisensi, dan biaya operasional. Beberapa protokol mungkin memerlukan infrastruktur yang lebih mahal daripada yang lain.

Pertimbangan Memilih Protokol Konektivitas (2)

Untuk Proyek IoT

6. **Keamanan:** Keamanan adalah faktor kritis dalam IoT. Pastikan protokol IoT yang dipilih menyediakan tingkat keamanan yang sesuai dengan jenis data yang akan dikirim dan diterima. Beberapa protokol memiliki lapisan keamanan yang lebih kuat daripada yang lain.
7. **Interoperabilitas:** Pastikan protokol IoT yang dipilih kompatibel dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang direncanakan untuk digunakan dalam ekosistem IoT. Interoperabilitas dapat memengaruhi fleksibilitas dan skalabilitas solusi IoT.
8. **Skalabilitas:** Pertimbangkan kemampuan protokol untuk mengakomodasi peningkatan jumlah perangkat dalam jaringan IoT. Protokol yang dapat berkembang dengan mudah adalah pilihan yang baik untuk aplikasi IoT yang berkembang.
9. **Standar Industri:** Lihat apakah protokol IoT yang dipilih diakui dan didukung oleh industri atau organisasi standar, karena ini dapat memudahkan integrasi dengan solusi yang ada.
10. **Regulasi dan Frekuensi:** Periksa **regulasi** komunikasi *wireless* di wilayah terkait (negara), serta spektrum frekuensi yang tersedia. Ini dapat memengaruhi pilihan protokol yang dapat digunakan.



ROBONESIA
more than robotics learning