

TEKNOLOGI



Lab. Komunikasi Digital
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Apakah Zigbee ?

- Merupakan standard yang mendefinisikan sekumpulan protokol komunikasi untuk jaringan tanpa kabel jangkauan pendek dan kecepatan data rendah.
- Beroperasi pada bandwidth 868 MHz (Eropa) , 915 MHz (USA dan Australia) dan 2.4 GHz (negara lain di dunia).
- Kecepatan data maksimum adalah 250 kbps.
- Zigbee dibangun oleh *Zigbee Alliance* tahun 2002, beranggotakan perusahaan pembuat industri semi konduktor dan software developer.

Promotor-promotor Zigbee



Sejarah Zigbee

- *Zigbee Alliance* dibentuk tahun 2002 sebagai organisasi non profit yang terbuka untuk siapa saja, dengan jumlah member awal sekitar 150 perusahaan.
- Mei 2003 standard IEEE 802.15.4 yang men-spesifikasi-kan tentang physical layer dan media access control untuk jaringan tanpa kabel area personal berkecepatan rendah (LR-WPAN), selesai dibuat.
- Desember 2004, spesifikasi Zigbee disahkan.
- Selanjutnya dikembangkan oleh Zigbee Alliance

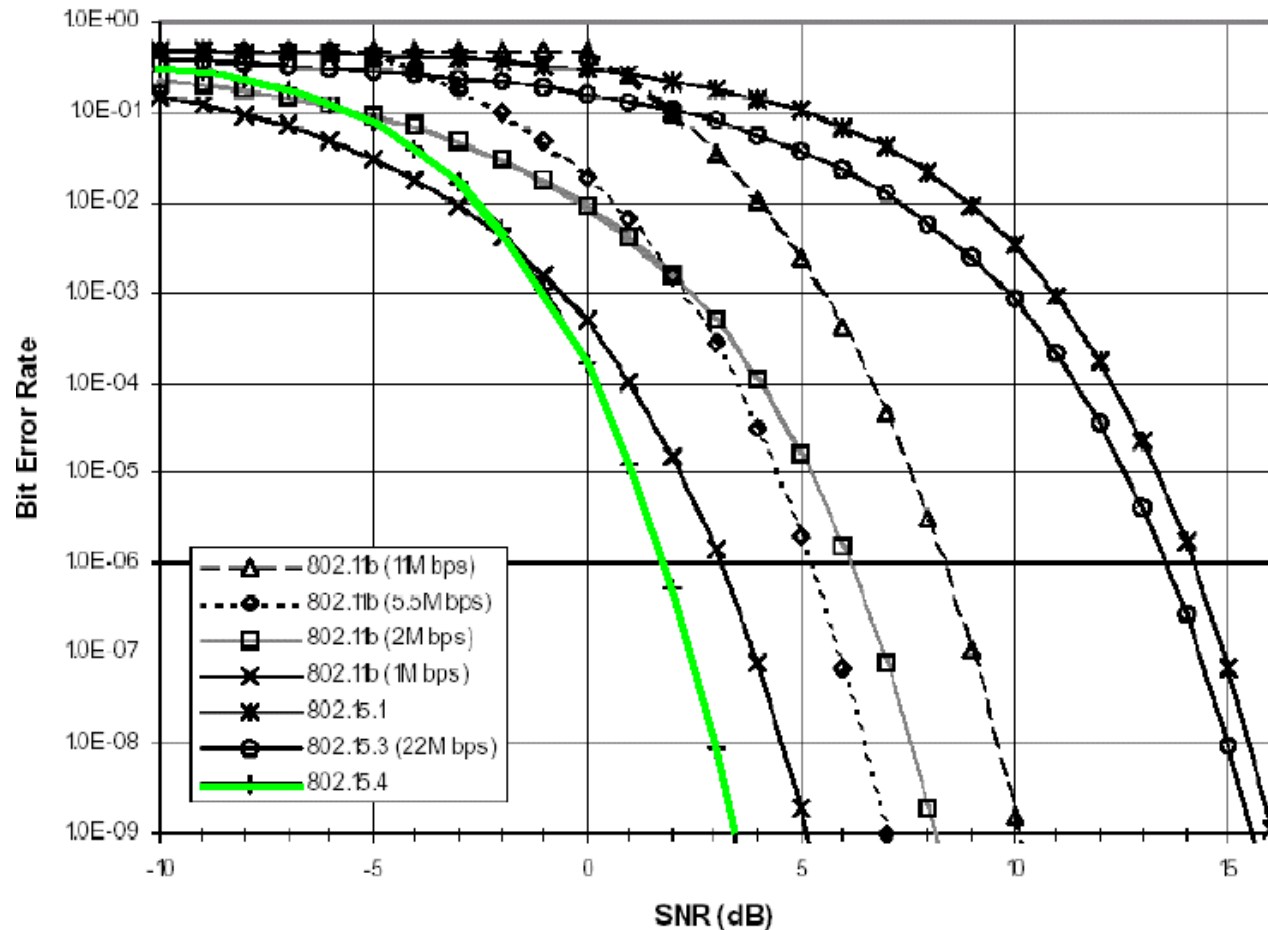
Konsep Zigbee

MENGURANGI:

- Konsumsi daya:
 - Zigbee: 10mA → Bluetooth: 100mA
- Ongkos Produksi:
 - Zigbee: 1.1 US\$ → Bluetooth: 3US\$
- Bit Error Rate:

Perbandingan Bit Error Rate

802.11b, 802.15.x BER Comparison



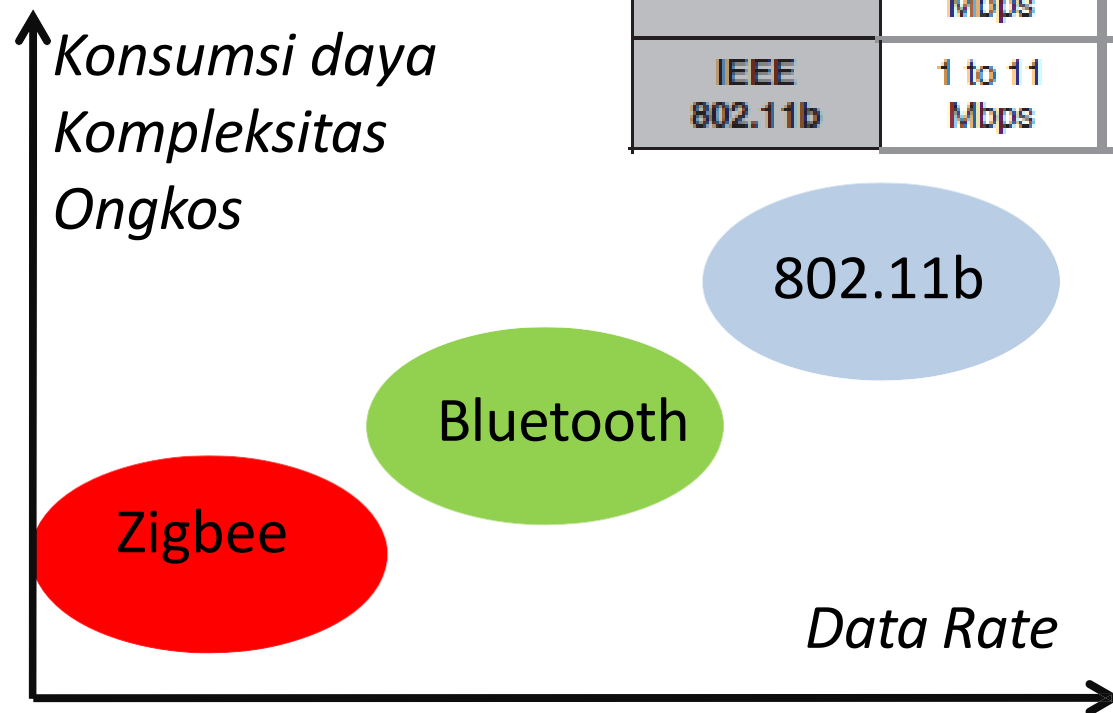
Konsep Zigbee...(lanjutan)

MENAIKKAN:

- Sensitifitas penerima (semakin kecil sensitivitas penerima, semakin sedikit noise yang bisa menyertai sinyal yang diterima):
 - Zigbee: -92dBm → Bluetooth: -82 dBm
- Jumlah node terlibat:
 - Zigbee: 65536 (dalam mesh) → Bluetooth: 7 (dalam star)
- Sekuriti:
 - Zigbee : AES (128bit) → Bluetooth: SAFER (64/128bit)
- Range:
 - Zigbee: sampai 75 meter (dalam kondisi LOS) → Bluetooth: 10 meter

Perbandingan Zigbee, Bluetooth dan WiFi (semuanya beroperasi pada 2.4 GHz)

	Data Rate	Typical Range	Application Examples
ZigBee	20 to 250 Kbps	10–100 m	Wireless Sensor Networks
Bluetooth	1 to 3 Mbps	2–10 m	Wireless Headset Wireless Mouse
IEEE 802.11b	1 to 11 Mbps	30–100 m	Wireless Internet Connection



Kecepatan WiFi

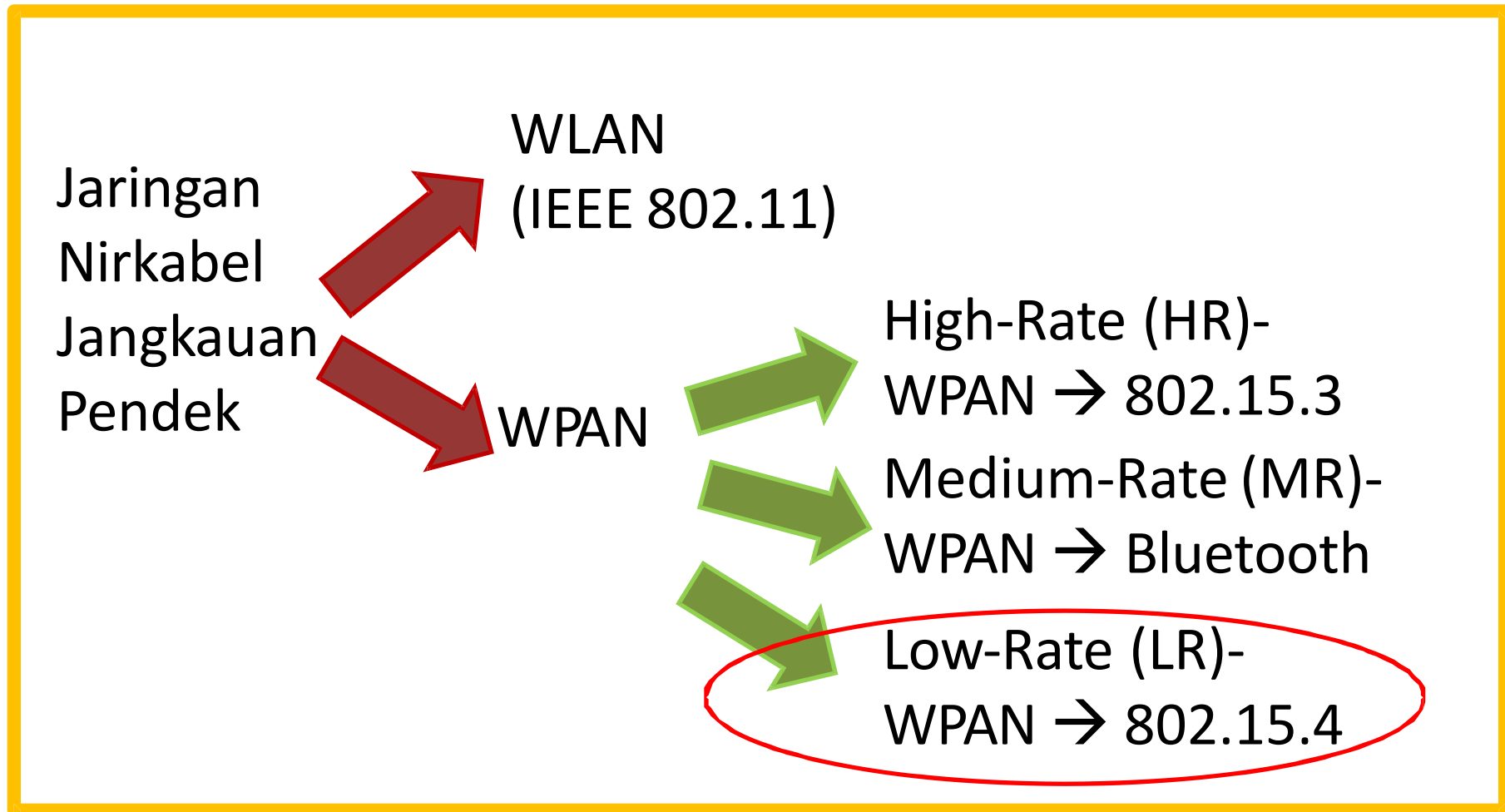
Protokol	Frekuensi	Lebar Kanal	MIMO	Kecepatan data maksimum (teoretis)
802.11ax	2,4 atau 5 GHz	20, 40, 80, 160 MHz	Multi Pengguna (MU-MIMO)	2,4 Gbps ¹
802.11ac wave2	5 GHz	20, 40, 80, 160 MHz	Multi Pengguna (MU-MIMO)	1,73 Gbps ²
802.11ac wave1	5 GHz	20, 40, 80 MHz	Pengguna Tunggal (SU-MIMO)	866,7 Mbps ²
802.11n	2,4 atau 5 GHz	20, 40 MHz	Pengguna Tunggal (SU-MIMO)	450 Mbps ³
802.11g	2,4 GHz	20 MHz	N/A	54 Mbps
802.11a	5 GHz	20 MHz	N/A	54 Mbps
802.11b	2,4 GHz	20 MHz	N/A	11 Mbps
Lama 802.11	2,4 GHz	20 MHz	N/A	2 Mbps

¹ 2 Aliran spasial dengan modulasi 1024-QAM.

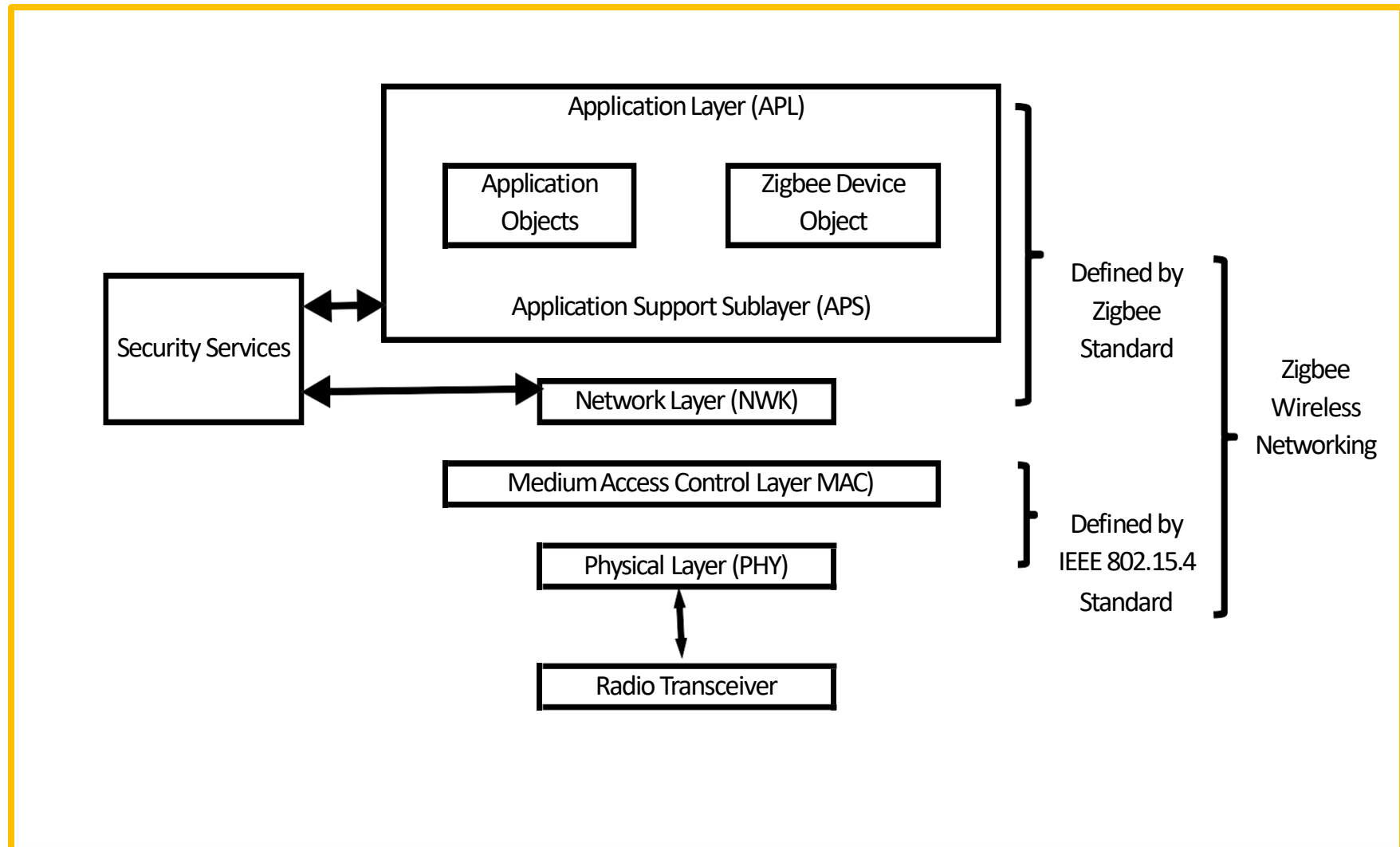
² 2 Aliran spasial dengan modulasi 256-QAM.

³ 3 Aliran spasial dengan modulasi 64-QAM.

Kedudukan Zigbee berdasarkan jangkauannya pada jaringan nirkabel



Protokol Zigbee



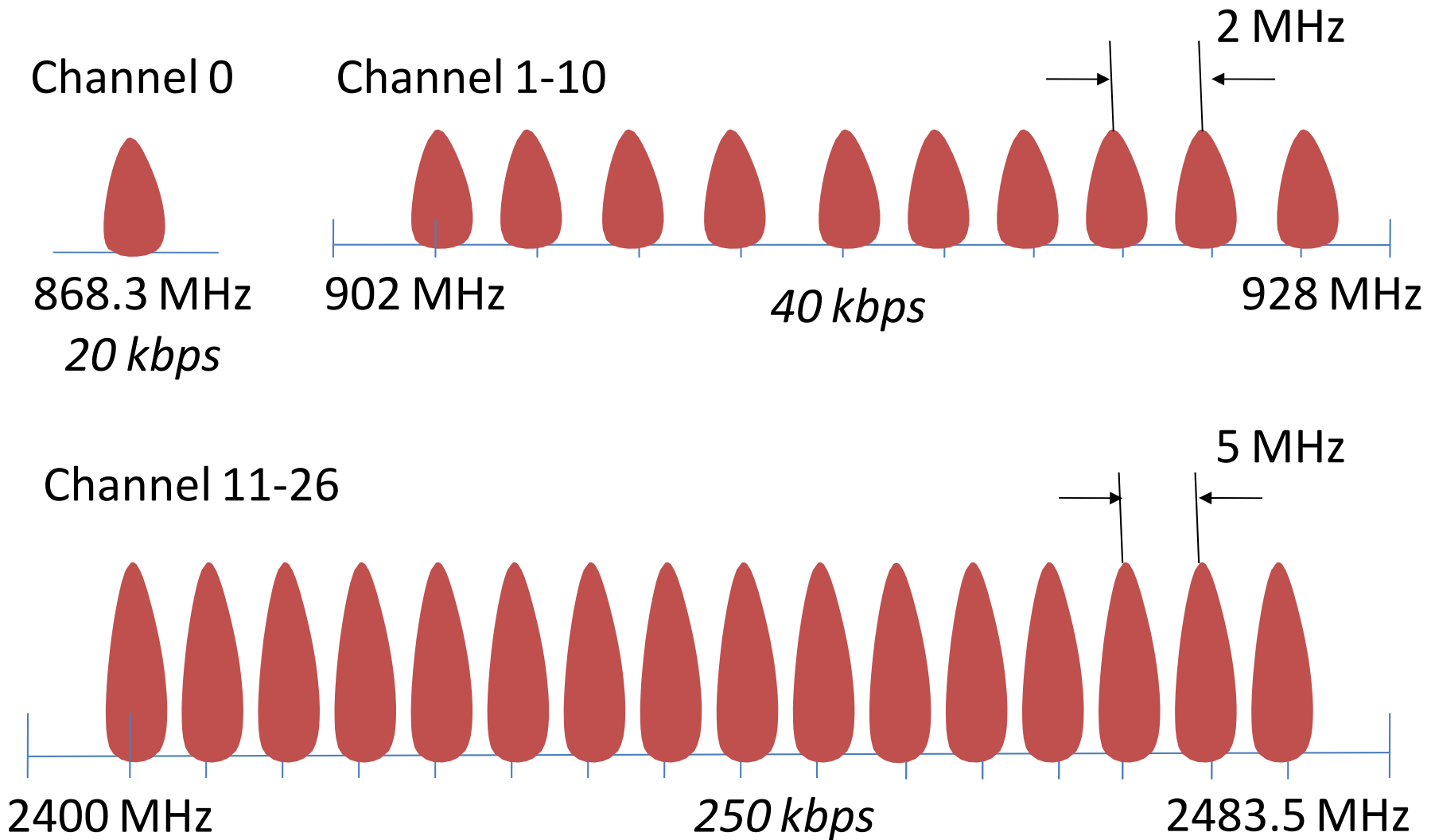
Bandwidth dan Data Rate

Frek (MHz)	Jumlah Kanal	Modulasi	Chip Rate (Kchip/s)	Bit Rate (kBps)	Symbol Rate (Ksymbol/s)	Metode Spreading
868 - 868.6	1	BPSK	300	20	20	Binary DSSS
902 - 928	10	BPSK	600	40	40	Binary DSSS
2400 - 2483.5	16	O-QPSK	2000	250	62.5	16-array orthogonal

BPSK = Binary Phase Shift Keying

O-QPSK = Offset-Quadrature Phase Shift Keying

Kanal Operasi Zigbee



Type Device Jaringan Nirkabel (Standard IEEE 802.15.4)

- **Full Function Devices (FFD):**
 - Punya kemampuan melaksanakan semua pekerjaan yang dideskripsikan dalam standard IEEE 802.15.4 dan bisa menerima segala aturan-aturan jaringan
- **Reduced Function Devices (RFD):**
 - Punya kemampuan terbatas. Dibandingkan dengan FFD yang bisa berkomunikasi dengan sembarang device jaringan, RFD hanya bisa berkomunikasi dengan hanya satu buah device FFD. Contoh, aplikasi meng-ON dan OFF-kan switch.
 - Kemampuan pemrosesan dan ukuran memory RFD lebih kecil dibandingkan FFD.

Peranan Device Jaringan Nirkabel (Standard IEEE 802.15.4)

- FFD - sebagaimana di-standard kan oleh IEEE 802.15.4, punya 3 peranan berbeda: sebagai Coordinator, PAN Coordinator dan Device.
- **Coordinator:**
 - FFD yang mampu me-relai message.
- **PAN Coordinator:**
 - Jika coordinator merupakan wakil dari PAN, maka disebut PAN Coordinator.
- **Device:**
 - Jika FFD tidak berlaku sebagai coordinator, maka dia berlaku sebagai device

Peranan Device Jaringan Nirkabel (Standard Zigbee)

- Standard Zigbee untuk peranan Device dibedakan menjadi:
- **Zigbee Coordinator**
 - Yaitu PAN coordinator dengan standard IEEE 802.15.4
- **Zigbee Router**
 - Yaitu coordinator dengan standard IEEE 802.15.4
- **Zigbee End device**
 - Yaitu device yang bukan coordinator maupun router.
 - Zigbee end device punya ukuran memory dan kapabilitas prosesi yang paling kecil dibandingkan dengan zigbee router dan coordinator.

Zigbee Coordinator(ZBC)/ IEEE 802.15.4 FFD

- Hanya ada satu di dalam sebuah jaringan
- Menginisiasi jaringan
- Menyimpan informasi tentang jaringan
- Semua device berkomunikasi dengan ZBC
- Routing functionality
- Sebagai jembatan (bridge) ke jaringan yang lain

Zigbee Router (ZBR)/ IEEE 802.15.4 FFD

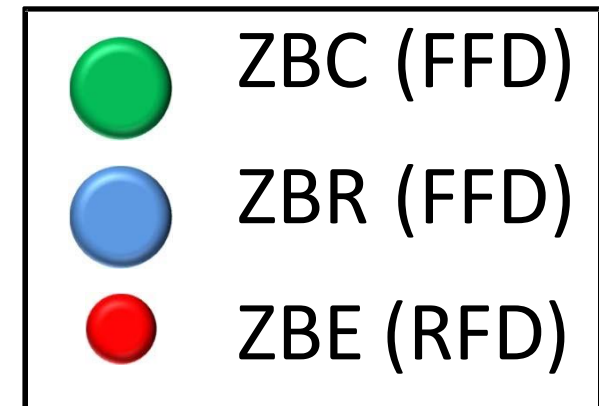
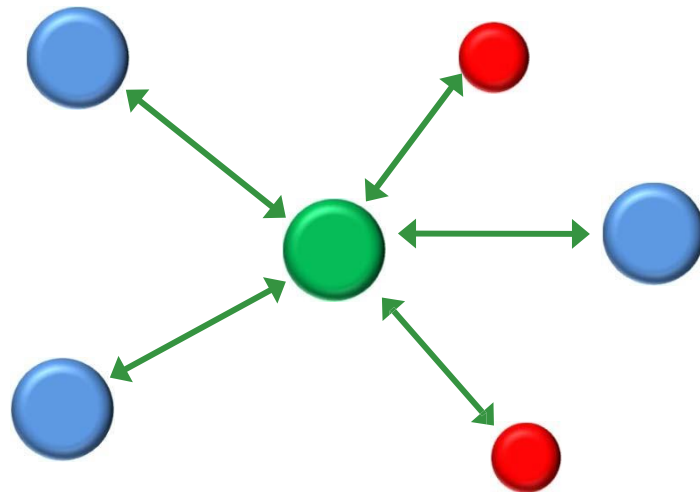
- Komponen opsional
- Me-rute kan antar node
- Memperluas coverage jaringan
- Me-manage alokasi/de-alokasi address lokal

Zigbee End Device (ZBE)/ IEEE 802.15.4 RFD

- Meng-optimasi konsumsi daya rendah
- Tipe device termurah
- Berkomunikasi hanya dengan koordinator
- Sensor di-integrasikan di sini

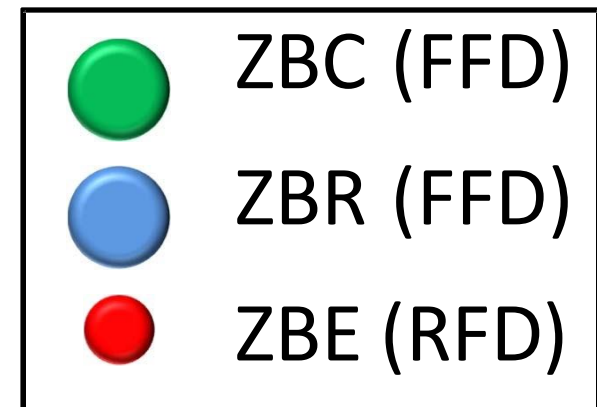
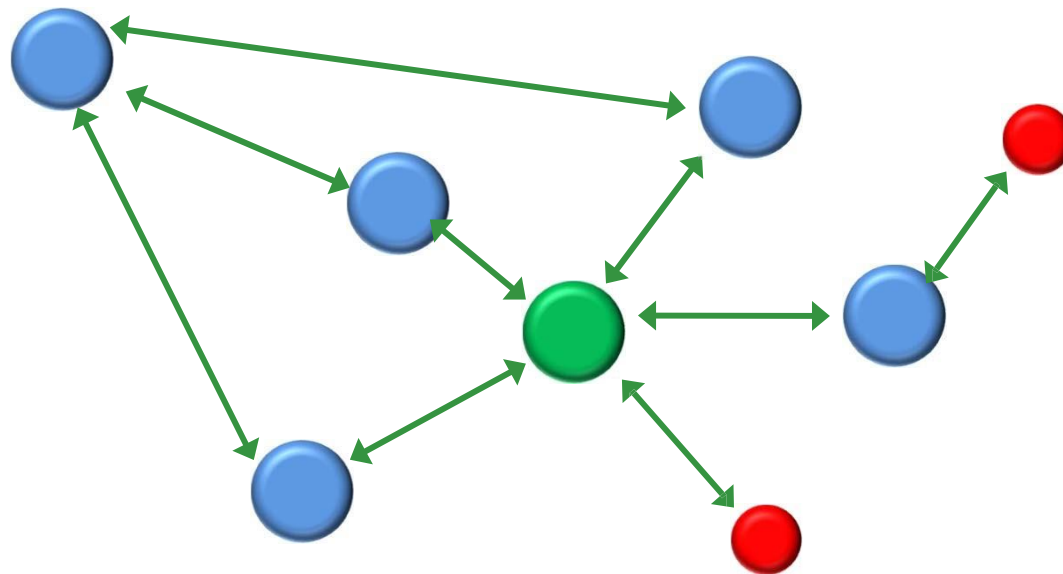
Topologi Jaringan Zigbee

- Topologi STAR



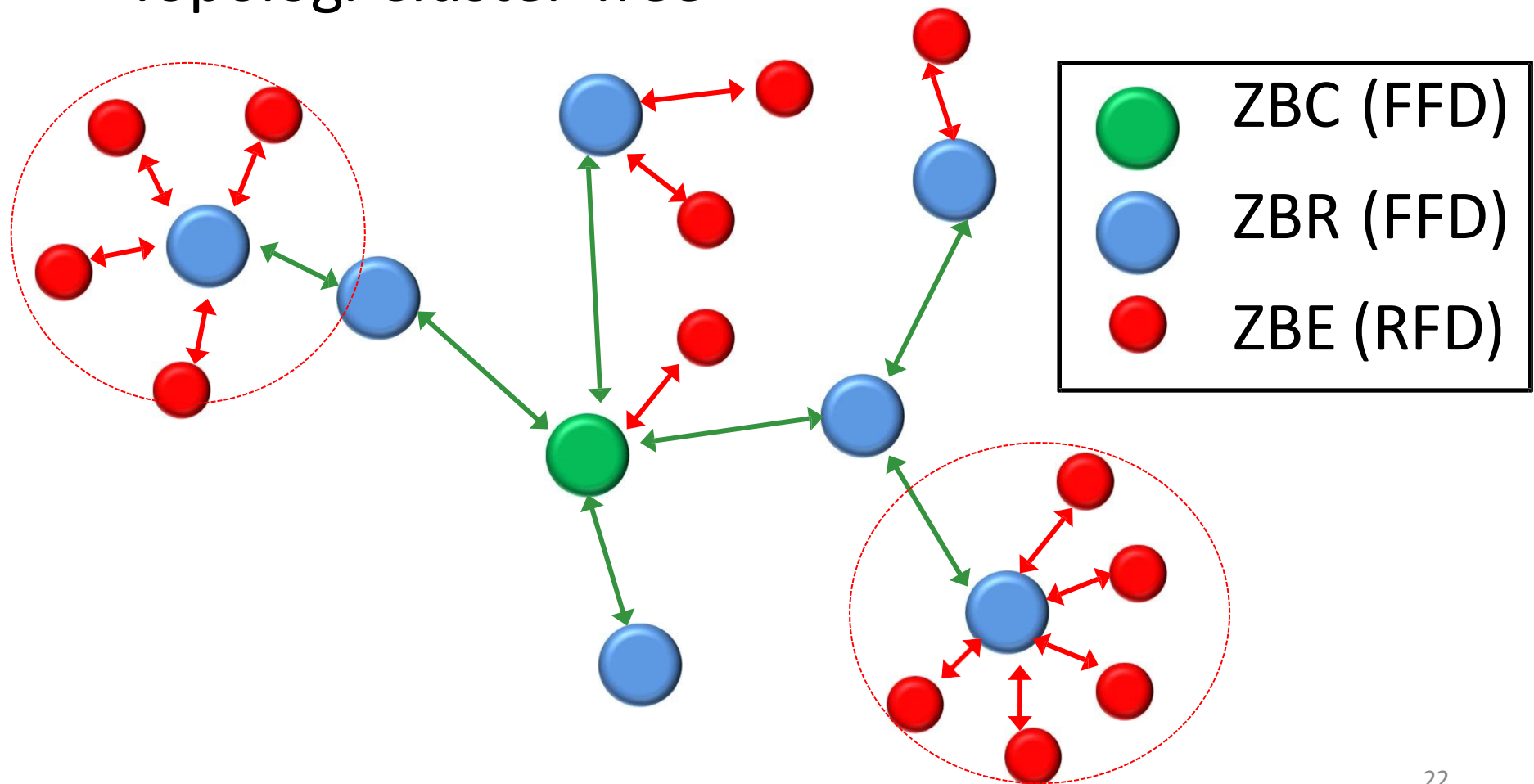
Topologi Jaringan Zigbee

- Topologi MESH /Peer-to-peer



Topologi Jaringan Zigbee

- Topologi Cluster Tree



Dasar Komunikasi Zigbee dan IEEE 802.15.4

- **Contention-Based:**

- Semua device yang akan menggunakan frekuensi kanal yang sama harus memakai mekanisme **CSMA-CA** (*Carrier Sense Multiple Access-with Collision Avoidance*).
- Mekanisme **CSMA-CA**: device yang akan kirim harus mengetahui bahwa kanal yang akan digunakan sedang tidak dipakai device yang lain.
- Dengan metode CS, tipe kanal yang dituju akan diperiksa untuk ditentukan apakah sedang berisi sinyal dengan standard 802.15.4 atau tidak. Jika iya, berarti kanal tersebut sibuk, jika tidak (atau digunakan oleh sinyal dengan standard lain), maka dianggap kanal clear.

- **Contention-Free:**

- Coordinator PAN mendedikasikan time slot khusus kepada sebuah device tertentu. Disebut sebagai **Guaranteed Time Slot (GTS)**. Sebuah device yang punya alokasi GTS dapat melakukan proses kirim dalam alokasi tersebut, tanpa CSMA-CA.
- Untuk bisa menyediakan GTS, Coordinator PAN harus yakin bahwa seluruh device sudah sinkron satu sama lain.

CSMA/CD mendeteksi data yang bertabrakan
CSMA/CA berusaha untuk menghindari tubrukan data tersebut.

Proses Sinkronisasi pada Jaringan Zigbee

- **Beacon-Enabled PAN:**

- Coordinator punya opsi untuk mentransmisikan sinyal beacon untuk sinkronisasi device-device yang terhubung kepadanya.
- Kerugian: semua device harus dalam posisi “wake up” agar bisa menerima sinyal beacon se-waktu2, men-sinkron kan clock nya, lalu kembali “sleep”.

- **Nonbeacon Network:**

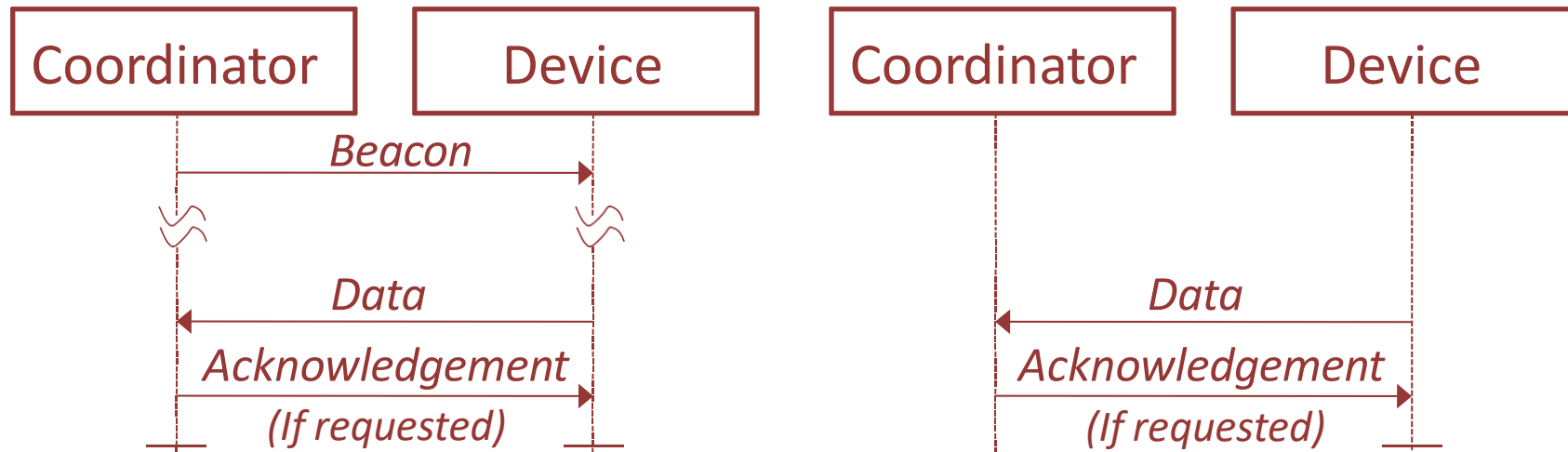
- Jaringan ini tidak punya GTS sehingga pada periode contention-free ,setiap device tidak sinkron satu sama lain
- Keuntungan: Umur baterai lebih lama, karena device tidak perlu wake up setiap saat.

Beacon: sebuah message dengan format tertentu yang digunakan untuk men-sinkronisasi clock dari device-device yang terhubung ke jaringan

Metode Transfer Data

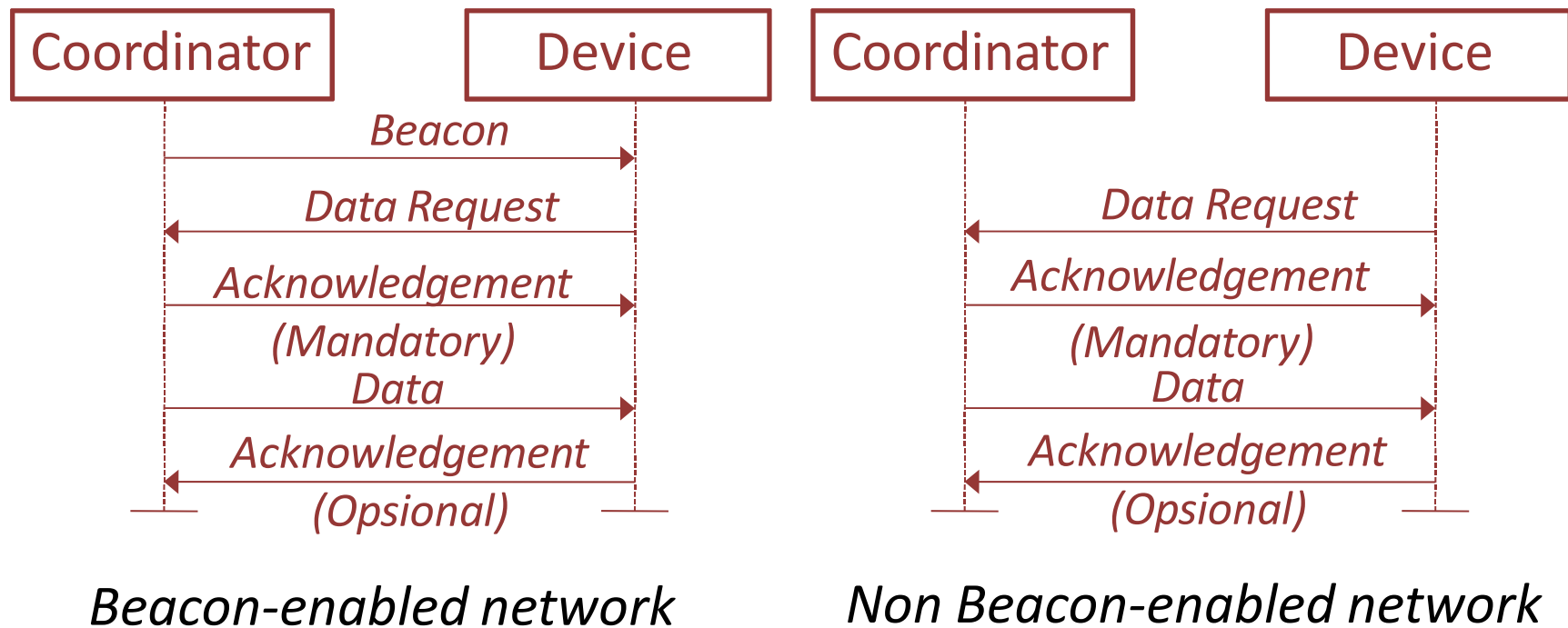
1. Transfer Data ke Coordinator dari Device
 2. Transfer Data dari Coordinator ke Device
 3. Transfer Data antar Peer Device
- Metode no. 1 dan 2 digunakan pada topologi star, sedangkan metode 1, 2 dan 3 digunakan pada topologi mesh / peer-to-peer.

Transfer Data ke Coordinator



- Pada *beacon-enabled PAN*, saat device memutuskan untuk mengirim datanya ke coordinator, device men-sinkronisasi clocknya dulu dalam fase reguler, kemudian mengirimkan datanya menggunakan metode CSMA-CA. Coordinator meng-acknowledge penerimaan data jika dia di-request oleh pengirim.
- Pada *nonbeacon-enabled network*, device mengirimkan data segera sesudah kanal clear. Transmisi sinyal acknowledgement oleh coordinator hanya opsional.

Transfer Data dari Coordinator



...lanjutan

- **Pada *beacon-enabled PAN*,**

saat coordinator akan mengirim datanya ke device, sinyal beacon menuju device mengindikasikan bahwa ada data yang pending untuk device. Device kemudian mengirim sinyal request data yang menyatakan aktif dan siap menerima data. Coordinator mengirim sinyal acknowledgement menyatakan telah menerima sinyal request data, selanjutnya mengirim data. Acknowledgement dari device bersifat opsional.

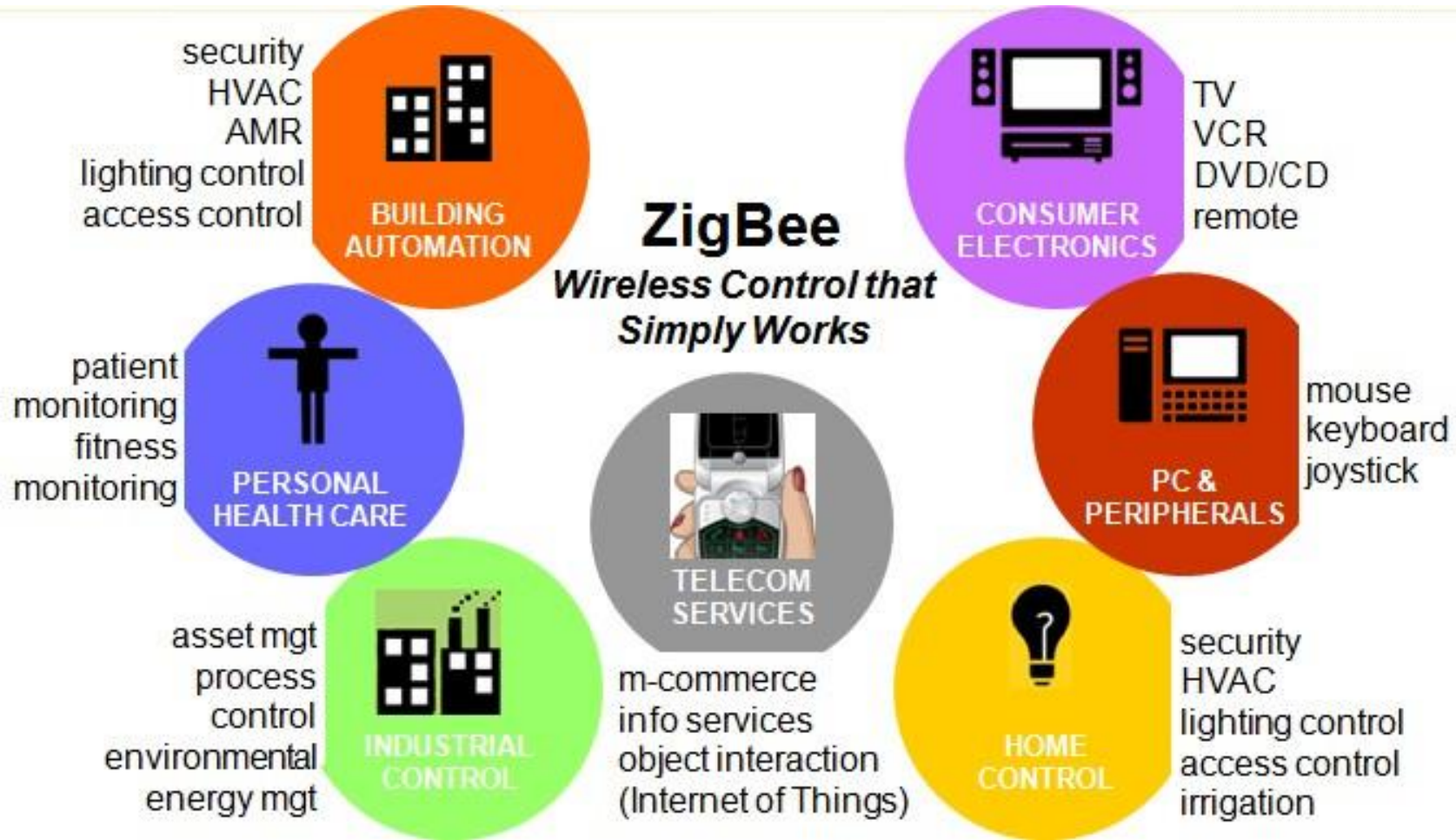
- **Pada *nonbeacon-enabled network*,**

coordinator menunggu sampai device mengirim request data. Jika menerima request dari device namun tidak ada data pending ke device, coordinator mengirim acknowledgement yang mengindikasikan tidak ada data pending untuk device. Jika ada, data dikirim dari coordinator.

Addressing/Binding/Discovering

- Addressing:
 - 16-bit short addressing atau 64-bit extended addressing.
 - 16-bit network addressing (65536 device)
- Device Discovery:
 - Unicast (NWK ID known), broadcast (NWK ID unknown)
- Binding:
 - Menciptakan link logical antar 2 atau lebih device.
 - Informasi link disimpan di binding table.
 - Pada standard zigbee, di application layer, support untuk menciptakan dan mengatur binding table.

Aplikasi Zigbee



Courtesy: Zigbee Alliance (Wireless Control That Simply Works)

Contoh Aplikasi Zigbee (Home Awareness)

Home Heartbeat



Courtesy: EATON (www.eaton.com)

Zigbee vs Bluetooth

Zigbee

- Paket kecil pada jaringan besar
- Kecepatan data 250 kbps pada 2.4GHz
- Bisa sampai 254 node
- Protokol stack sederhana
- Digunakan dalam aplikasi dengan keterbatasan waktu (15 msec wake up time)
- Umumnya jaringan statis, dengan banyak device tidak sedang digunakan
- Home automation, remote control sensor dll

Bluetooth

- Paket besar pada jaringan kecil
- Kecepatan data 1 Mbps pada 2.4GHz
- Sampai 8 node
- Protokol stack rumit
- Digunakan dalam aplikasi dengan waktu tidak terlalu terbatas (3 sec wake up time)
- Jaringan ad-hoc (semua aktif bersama-sama)
- Handsfree audio, mobile phone, headset, PDA, dll

Penutup

“Just as the personal computer was a symbol of the '80s, and the symbol of the '90s is the World Wide Web, the next nonlinear shift, is going to be the advent of cheap sensors.”

***-Paul Saffo
Institute for the Future***

Sumber

- S.Farahani, "Zigbee Wireless Networks and Transceiver", Elsevier Ltd, 2008
- S.Myers, "Zigbee/IEEE 802.15.4", Electrical and Computer Engineering, the univ.of Wisconsin Madison.
- B. Heile, "Smart Home, Smart Building, Smart City-How Zigbee Works", SmartGrids China 2009 Conf & Exhibition.
- J. Dohl, F.Diehm, P.Grosa, ""Zigbee", TU Dresden, 2006