

## ZIGBEE: KOMUNIKASI WIRELESS BERDAYA RENDAH

P. Tri Riska Ferawati Widiarsrini

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi

Universitas Gunadarma Jakarta

E-mail: riska\_f@staff.gunadarma.ac.id

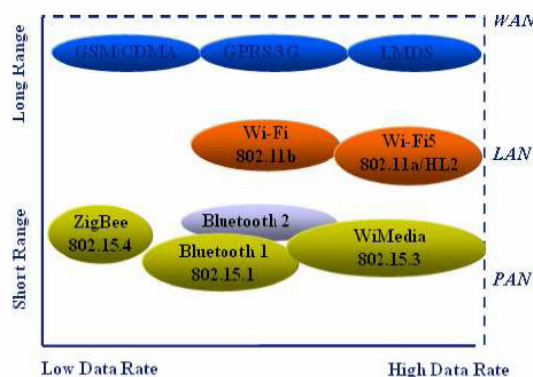
### Abstrak

Dalam perkembangan komunikasi tanpa kabel (*wireless*) ada banyak *standard* atau *platform* yang dimanfaatkan. Kita mengenal teknologi *Bluetooth*, *Wimax*, dll. Masing-masing menawarkan fitur yang berbeda-beda dan memiliki kekurangan yang berbeda pula. *Bluetooth* misalnya menawarkan fitur pemrosesan data yang besar seperti *video streaming* dengan kekurangan membutuhkan daya yang besar. Ada satu kebutuhan di level rendah untuk melakukan suatu kontrol pada suatu jaringan dengan syarat konsumsi daya yang rendah. *ZigBee* yang menerapkan standar *IEEE 802.15.4* merupakan solusi kedepan untuk itu. Makalah ini memberikan gambaran umum tentang teknologi *ZigBee* yang mulai berkembang saat ini mulai dari standar yang diterapkan, kelebihan serta kekurangannya serta beberapa aplikasinya yang sedang dikembangkan.

**Kata kunci:** Komunikasi Wireless, Standar IEEE, Teknologi Bluetooth dan Teknologi Zigbee.

### 1. ZigBee dan IEEE 802.15.4

Jaringan seluler adalah perpanjangan alami dari jaringan telepon dengan kabel yang berkembang amat pesat di pertengahan abad 20. Kebutuhan akan mobilitas dan harga dari memasang kabel baru yang meningkat, motivasi untuk koneksi perorangan yang tidak tergantung akan tempat ke jaringan juga meningkat merupakan faktor-faktor yang mendorong perkembangannya. Daerah jangkauan yang luas hingga mencapai 1-2 km yang dapat bekerja bersama-sama dengan jaringan disekitarnya untuk menciptakan suatu jaringan yang semu. Contoh dari standar ini seperti GSM, IS-136, IS-95. Di pertengahan kebutuhan untuk daerah jangkauan yang kecil justru meningkat. Grup kerja IEEE 802.11 untuk WLAN dibentuk untuk membuat standar jaringan lokal tanpa kabel. Gambar 1 berikut memberikan gambaran tentang pasar dari komunikasi tanpa kabel.



**Gambar 1.** Pasar komunikasi tanpa kabel

IEEE 802.11 memfokuskan pada fitur seperti kecepatan Ethernet, jarak jauh (100m), *message forwarding* dan data melalui 2-11Mbps. WPAN

megkhususkan pada ruang di sekitar pengguna atau obyek yang tipikalnya hanya sampai 10m dari semua arah. Fokus WPAN adalah biaya sedikit (*low-cost*), daya rendah (*Low power*), jarak pendek (*short range*) dan ukuran yang sangat kecil. IEEE 802.15 adalah grup kerja untuk WPAN.

WPAN dibedakan menurut data rate, konsumsi baterai (*Battery Drain*) dan kualitas layanan (QoS). Untuk data rate tinggi (IEEE 802.15.3) cocok bagi aplikasi multimedia yang mensyaratkan QoS tinggi. Data rate menengah (IEEE 802.15.1/Bluetooth) akan menangani beberapa proses mulai dari *cellphone* sampai komunikasi PDA serta memiliki QoS yang cocok untuk komunikasi suara. Sedangkan low rate WPAN (IEEE 802.15.4/LR-WPAN) ditujukan untuk melayani suatu industri, perumahan dan aplikasi medis dengan konsumsi daya rendah dan biaya yang sangat murah dibanding WPAN yang lain serta memerlukan data rate dan QoS yang tidak terlalu tinggi.

Teknologi ZigBee merupakan teknologi dengan data rate rendah (*Low Data Rate*), biaya murah (*Low cost*), protokol jaringan tanpa kabel yang ditujukan untuk otomasi dan aplikasi remote control. Komite IEEE 802.15.4 kemudian mulai bekerja pada standar data rate rendah tidak lama kemudian. Aliansi ZigBee dan IEEE kemudian memutuskan untuk bergabung dan ZigBee merupakan nama komersial dari teknologi ini. ZigBee diharapkan mampu memberikan biaya yang murah serta daya yang rendah untuk konektitas antara peralatan dengan konsumsi daya baterai hingga beberapa bulan atau bahkan beberapa tahun tetapi tidak memerlukan transfer data setinggi yang digunakan Bluetooth.

**Tabel 1.** Bluetooth vs ZigBee

<i>Bluetooth Terbaik untuk</i>	<i>ZigBee lebih baik jika</i>
Jaringan ad-hoc diantara peralatan yang mendukungnya	Jaringan statis (Tetap )
Hands-free audio	Banyak peralatan
Screen graphic, Gambar	Tidak sering digunakan
Transfer file	Paket data yang kecil
Menggunakan FHSS	Menggunakan DSSS

## 2. Prinsip kerja ZigBee

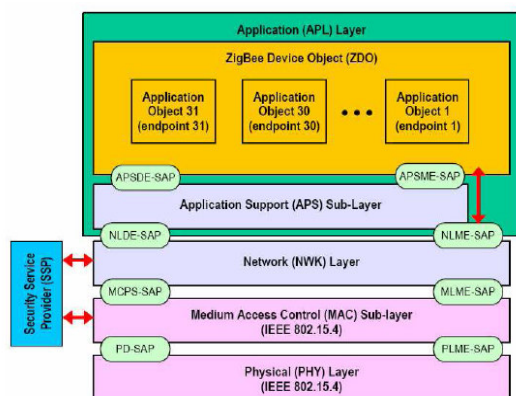
ZigBee memanfaatkan penuh kelebihan dari *physical radio* yang amat berguna dari standar IEEE 802.15.4. ZigBee menambahkan jaringan logika, keamanan (*security*) dan perangkat aplikasinya (*Application Software*).

### 2.1 Stack Protocol

Stack protokolnya terdiri atas PHY dan MAC layer dari IEEE, *Network/Security layer* serta *Application framework* dari ZigBee Alliance platform serta *Application/Profiles* yang bisa berasal dari ZigBee atau OEM. Fitur dari Stack Protocol Zigbee seperti:

- Mudah diaplikasikan dengan mikrokontroler berkapasitas rendah seperti mikrokontroler 8 bit 80C51 dari ATMEL
- Memiliki *stack protocol* yang sangat *Compact*
- Mendukung hingga slave yang amat sederhana sekalipun

Gambar 2 memperlihatkan struktur dari *stack protokol* ZigBee.



**Gambar 2.** Stack Protokol ZigBee

**Tugas masing-masing bagian dari protokol ZigBee:**

#### a. Layer Aplikasi (*Application layer*)

Merupakan bagian yang mengkoordinasikan antara kode khusus aplikasi antara driver perangkat keras dengan segala sesuatu yang diperlukan pada

suatu proyek pembuatan aplikasi. Dibagian ini mencakup ZDO (*ZigBee Device Object*) berperan untuk:

- Menentukan peranan dari perangkat ke jaringan (misal sebagai Koordinator ZigBee ataukah hanya perangkat akhir)
- Melakukan inisiatif atau merespon permintaan *binding*
- Memastikan koneksi yang aman diantara salah satu perangkat keamanan ZigBee seperti *public key*, *symmetric key*, dan lain sebagainya.

#### b. Layer pendukung aplikasi (*Application Support layer*)

Bagian terendah dari layer aplikasi yang memberikan layanan:

- Pencarian (*Discovery*): berkemampuan mencari perangkat lain yang bekerja didalam wilayah operasi sebuah perangkat
- *Binding*: menyatukan 2 atau lebih perangkat berdasarkan layanan masing-masing dan kebutuhannya dan juga melanjutkan pesan diantara perangkat perangkat pembatas.

#### c. Layer jaringan (*Network layer*)

Secara dinamis melakukan fungsi-fungsi yang berhubungan dengan jaringan seperti :

- Secara dinamis mengatur, mengkonfigurasi jaringan serta *self healing beast*
- Pengamatan dari titik-titik terminal
- Melakukan fungsi routing dan keamanan.

#### d. MAC layer

Menerapkan pengalaman berdasarkan 64-bit IEEE dan pengalaman pendek 16-bit. MAC mengkoordinasi *transceiver* untuk mengakses jalur radio bersama (*shared radio link*). Karakteristik jaringan:

- Kemampuan jaringan maksimum bisa mencapai  $2^{64}$  node
- Menggunakan pengalaman lokal, jaringan sederhana hingga 65000 ( $2^{64}$ ) node dapat dibentuk

Ada tiga kategori dari perangkat:

- *Network coordinator*
- *Full Function Device (FFD)*
- *Reduced Function Device (RFD)*
- Struktur Frame sederhana (Berorientasi pada Beacon)
- Berasosiasi/tidak berasosiasi
- Sekuriti AES-128
- CSMA-CA akses kanal (bukan Beacon)
- Struktur frame super tambahan dengan Beacon
- Mekanisme GTS (untuk prioritas tinggi)

#### e. Physical layer

Frekwensi kerja dan Data rate dari ZigBee di dunia di tunjukkan pada gambar 3 berikut:

Band	Coverage	Data Rate	#Of Channel
2.4 GHz	ISM	Worldwide	250 kbps
868 MHz	Europe	20 kbps	1

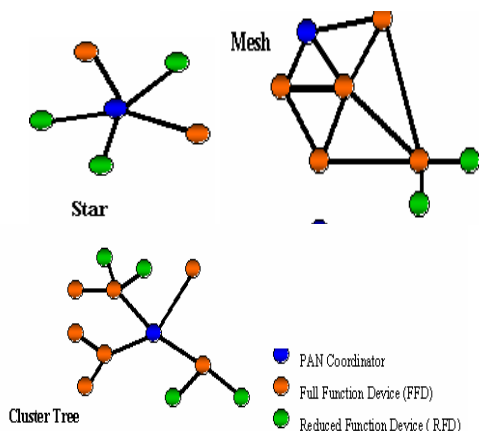
Gambar 3. Frekwensi kerja dan Data rate

## 2.2 Karakteristik dan Topologi jaringan

Karakteristik dasar dari sebuah jaringan ZigBee:

- Memiliki hampir 65536 node jaringan (Client)
- Optimisasi untuk aplikasi yang kritis terhadap waktu
  - Koneksi ke jaringan: 30 ms (tipikal)
  - Waktu aktifasi dari sleep slave: 15ms (tipikal)
  - Akses kanal slave aktif: 15 ms (tipikal)

ZigBee memiliki 3 topologi model jaringan yaitu topologi star, Mesh (Peer to Peer) serta Cluster Tree.



Gambar 4. Model Topologi Jaringan

### a. Topologi Star

Pada topologi star komunikasi dilakukan antara perangkat dengan sebuah pusat pengontrol tunggal, disebut sebagai koordinator PAN (*Personal Area Network*). Aplikasi dari topologi ini bisa untuk otomasi rumah, perangkat personal computer (PC), serta mainan anak-anak. Setelah sebuah FFD diaktifkan untuk pertamakali maka ia akan membuat jaringannya sendiri dan menjadi koordinator PAN. Setiap jaringan star akan memilih sebuah pengenalan PAN yang tidak sedang digunakan oleh jaringan lain didalam jangkauan radionya. Ini akan memungkinkan setiap jaringan star untuk bekerja secara tersendiri.

### b. Topologi Mesh (*Peer to peer*)

Dalam topologi *peer to peer* juga hanya ada satu koordinator PAN. Berbeda dengan topologi *star*, setiap perangkat dapat berkomunikasi satu sama lain sepanjang ada dalam jarak jangkauannya. *Peer to peer* dapat berupa *ad hoc*, *Self-organizing* dan *self healing*. Penerapannya seperti pengaturan di industri dan pemantauan, jaringan sensor tanpa kabel, pencarian aset dan inventory yang akan mendapat keuntungan dengan memakai topologi ini.

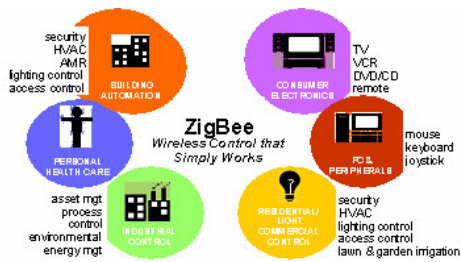
### c. Topologi Cluster Tree

*Cluster tree* merupakan sebuah model khusus dari jaringan *peer to peer* dimana sebagian besar perangkatnya adalah FFD dan sebuah RFD mungkin terhubung ke jaringan *cluster tree* sebagai node tersendiri di akhir dari percabangan. Salah satu dari FFD dapat berlaku sebagai koordinator dan memberikan layanan sinkronisasi ke perangkat lain dan koordinator lain. Hanya satu dari koordinator ini adalah koordinator PAN.

Koordinator PAN membentuk cluster pertama dengan membentuk *Cluster head* (CLH) dengan sebuah *cluster identifier* (CID) nol, memilih sebuah pengenalan PAN yang tidak terpakai dan memancarkan frame-frame *beacon* ke perangkat sekitarnya. Sebuah perangkat menerima frame beacon mungkin meminta untuk bergabung ke network CLH. Jika koordinator PAN mengizinkan untuk bergabung, maka akan menambahkan perangkat baru ini sebagai perangkat turunannya dalam daftar perangkat disekitarnya. Proses ini berlanjut dilakukan oleh perangkat yang baru itu ke perangkat sekitarnya. Keuntungan dari struktur cluster adalah peningkatan daerah jangkauan seiring dengan peningkatan biaya untuk *latency* pesan.

## 3. Beberapa aplikasi dari ZigBee

Diawal dijelaskan bahwa teknologi ZigBee hadir karena tidak adanya standar yang mengakomodasi kebutuhan khusus dari sebagian besar aplikasi kontrol dan sebagian besar perangkat pemantau jarak jauh (*remote monitoring*) yang membutuhkan penerapan jaringan tanpa kabel dengan kompleksitas rendah, serta solusi dengan biaya murah, mampu dipakai selama bertahun-tahun menggunakan baterai yang murah untuk aplikasi pemantauan saja serta mampu menangani jaringan yang luas. Lingkup aplikasi teknologi ini akan banyak pada perangkat kontrol dan pemantau (*monitoring*). Wilayah penerapan ZigBee ditunjukkan pada gambar 5.

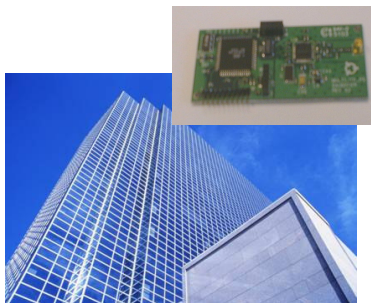


Gambar 5. Aplikasi dari teknologi ZigBee

**a. Lighting Control**

Transformer lanjut (*Philips Lighting*)

- Kontrol lampu tanpa kabel
- Ballast yang dapat diatur terang-redupnya
- Saklar lampu dimana saja
- Susunan lampu yang khusus
- Hemat energi pada saat hari yang cerah
- Jaringan lanjut
- Penambahan sensor
- Jaringan lain



Gambar 6. Lighting Control

**b. HVAC Energy Management**

Pengaturan energi di Hotel

- Sebagian besar pengeluaran untuk hotel
- Pengaturan HVAC terpusat memungkinkan pelaku hotel untuk memastikan kamar yang kosong tidak didinginkan
- Kemampuan retrofit T-stats yang memakai baterai dapat dipakai demi kenyamanan
- Pengaturan ruangan secara personal dapat dilakukan saat *check-in*



Gambar 7. HVAC Energy Management

**c. Asset Management**

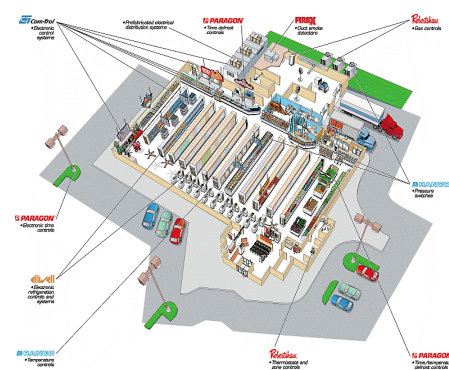
- Pada suatu kontainer, sensor-sensor akan membentuk sebuah jaringan jala (*Mesh*)
- Kontainer yang majemuk pada sebuah kapal membentuk sebuah mesh untuk melaporkan data sensor
- Meningkatkan keamanan melalui on-truck dan on-ship deteksi tamper
- Pemrosesan kontainer yang lebih cepat.

Data manifest dan sensor diketahui sebelum kapal berlabuh.



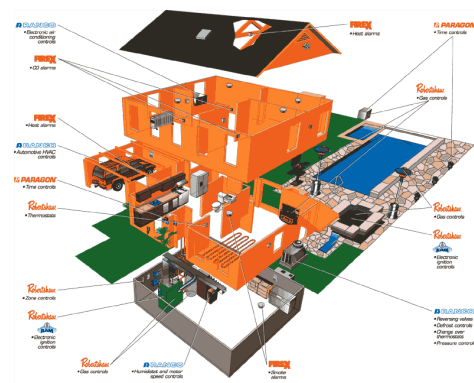
Gambar 8. Asset management

**d. Supermarket management**



Gambar 9. Pengaturan di Supermarket

**e. Residential control**

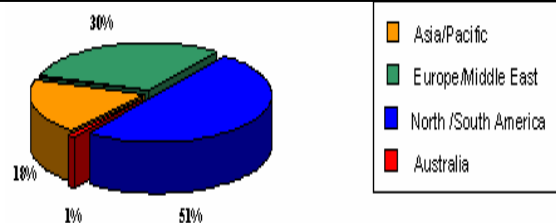


Gambar 10. Pengaturan Rumah



ZigBee pada awalnya di motori oleh 8 perusahaan yaitu : **Ember, Freesclae, Honeywell, Invensys, Mitsubishi, Motorola, Philips dan Samsung.** Hingga sekarang sudah hampir 100 lebih perusahaan diseluruh dunia yang menyatakan komitmennya untuk menyediakan produk serta solusi yang mendukung ZigBee. Gambaran pertumbuhan keanggotaan ZigBee diperlihatkan pada gambar 11 berikut.

Region	Dec. 02	Dec.03	Ags 04
Asia/Pacific	3 (8%)	12	17
Australia	-	-	1(1%)
Europe/Middle	9 (25%)	14	28
North/South	24 (67%)	37	47
Total Member Companies	36	63	93

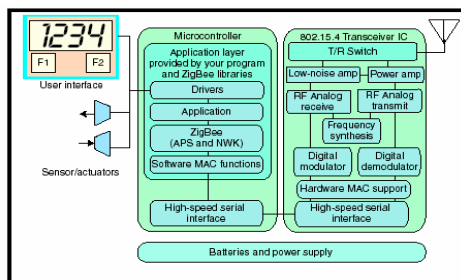


Gambar 11. Pertumbuhan keanggotaan ZigBee

#### 4. Keuntungan menggunakan ZigBee

Keunggulan utama dari ZigBee adalah berdaya rendah (*low power*) sehingga meskipun hanya disuplai dengan baterai biasapun mampu untuk dihidupkan, melakukan pengecekan, mengirim data dan mematikan hanya dalam waktu kurang dari 30 ms. Ini akan membuat baterai menjadi tahan lama. Jika sebuah titik disusun untuk penggunaan frame beacon dan GTS saja maka waktu on-air bisa ditekan hingga 3 ms. Hal ini bisa dicapai dengan hanya sebuah IC transceiver dengan fungsi PHY dan MAC serta pekerjaan ringan yang cukup dijalankan dengan mikrokontroler 8 bit. Keperluan memori flash ZigBee berkisar antara 16 hingga 60 KB bergantung dari kerumitan peralatan, fitur dari stack serta apakah sebuah perangkat RFD atau FFD.

Contoh sebuah blok diagram dari ZigBee node ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12. Blok diagram ZigBee node

Kedepannya, pabrik semikonduktor diharapkan mampu menghasilkan sebuah chip yang menggabungkan mikrokontroler dan blok 802.15.4 menjadi satu sehingga keseluruhan ZigBee node benar-benar hanya sebuah chip.

#### Daftar Pustaka

- [1] Bob Heile, "Emerging Standards:Where does ZigBee fit", October 2004. [http://zigbee.org/en/resources/041411r00ZB\\_MG-ZigBeeOverview.ppt](http://zigbee.org/en/resources/041411r00ZB_MG-ZigBeeOverview.ppt)
- [2] Gajendra Singh, "ZIGBEE", 4 January 2003. <http://www.coe.uncc.edu/~jmconrad/ECGR6185-2005-01/notes/zigbeeSingh.pdf>
- [3] IEEE standard, " Part 15.4:Wireless MAC and PHY specification for LR-WPAN", IEEE Computer societ <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2003.pdf>
- [4] Jose Guiteres, "IEEE 802.15.4 Tutorial", 4 January 2003. [http://grouper.ieee.org/groups/802/15/pub/2003/Jan03/03036r0P802-15\\_WG-802-15-4-TG4-Tutorial.ppt](http://grouper.ieee.org/groups/802/15/pub/2003/Jan03/03036r0P802-15_WG-802-15-4-TG4-Tutorial.ppt)
- [5] Pete Cross, " Zeroing in on ZigBee (Part 1) Introduction to standard", Circuit cellar, February 2005, pp 16 – 23.
- [6] Sinem Coleri Ergen, "ZigBee/IEEE 802.15.4 Summary", 10 September 2004. <http://www.eecs.berkeley.edu/~csinem/academic/publications/zigbee.pdf>