



### **Hak cipta dan penggunaan kembali:**

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

### **Copyright and reuse:**

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Mikrokontroler

Mikrokontroler digunakan secara luas dalam *embedded system*. Tujuan utama sebuah produk *embedded* menggunakan mikrokontroler adalah untuk mengurangi konsumsi daya dan menghemat ruang (MAZIDI, Muhammad Ali, 2006).

Terdapat berbagai macam jenis mikrokontroler yang diproduksi oleh beberapa perusahaan yang berbeda, dari yang berukuran kecil hingga yang cukup besar dan memiliki fungsi dan kecepatan yang berbeda-beda. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemilihan mikrokontroler yang sesuai dengan kebutuhan agar suatu *embedded system* bisa berjalan dengan stabil, efisien dan efektif. Ada beberapa kriteria dalam memilih mikrokontroler:

- Kecepatan. Berapa kecepatan tertinggi yang didukung oleh mikrokontroler?
- Konsumsi daya. Hal ini khususnya sangat penting dalam sistem yang sumber dayanya menggunakan baterai.
- Jumlah RAM dan ROM dalam mikrokontroler, perlu disesuaikan dengan jumlah RAM dan ROM yang dibutuhkan oleh program.
- Jumlah *I/O port*, *timer*, dan *serial port*.
- Harga per unit.

## 2.2. Building Monitoring System

BMS (*Building Monitoring System*) adalah sistem berbasis komputer pada sebuah gedung yang mengontrol dan memonitor keadaan gedung tersebut. Sebuah BMS terdiri dari *software* dan *hardware*. Fungsi utamanya adalah untuk mengatur peralatan listrik dan mekanik seperti ventilasi, pencahayaan, kelistrikan, dan sistem keamanan dalam gedung tersebut. Ada beberapa perusahaan pembuat BMS yang terkenal, misalnya: Siemens, Honeywell, Johnson Controls, TAC, dll (E, Popescu Daniela, 2009).

Dalam pengembangan *monitoring system*, sistem *wired* cocok digunakan untuk sensor dengan lokasi tetap, menggunakan *bandwidth* dan daya yang besar (CHANDRAMOHAN, Vijay, 2002). Namun *wired* sensor memiliki kelemahan karena harga relatif lebih mahal, sulit menambahkan *monitoring points*, dan tidak bersifat *mobile*.

Sedangkan teknologi *wireless* mempunyai keunggulan di bidang *portability*, *low power*, *low cost*, dan instalasi yang mudah (XIAO, Si-You and Zhang, Xuan, 2010). Tetapi, sistem *wireless* juga memiliki kelemahan terhadap interferensi yang ditimbulkan oleh listrik tegangan tinggi dan medan elektromagnetik yang kuat. Menurut sebuah penelitian, kehadiran medan elektromagnetik sebesar 400kV menyebabkan interferensi yang mengurangi 70% jarak transmisi data *wireless* (HUERTAS, Jose Ignacio et al., 2010).

Beberapa protokol *wired monitoring system* yang sudah umum digunakan untuk BMS ini adalah Modbus dan BACnet. Namun, dalam banyak kasus, biaya yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan BMS masih sangat tinggi. Maka,

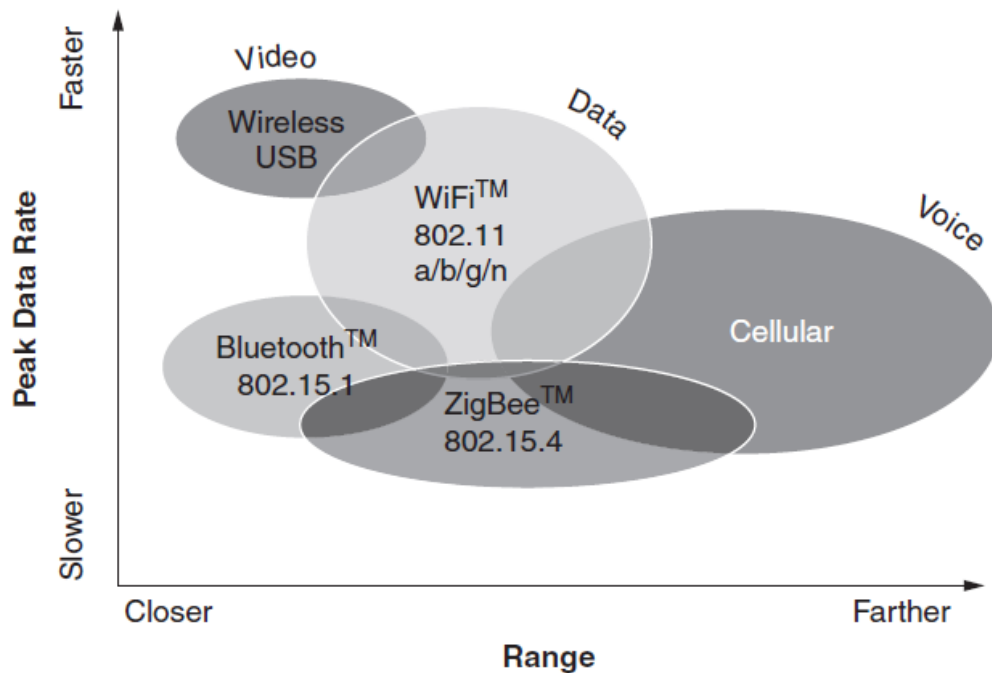
hanya gedung-gedung berukuran besar yang menggunakan sistem BMS. Bagaimanapun untuk *sensor network* berukuran kecil, tidak ada standar yang ditentukan (DIBLEY, Michael, 2012). Maka untuk mencapai sebuah *sensor network* yang efektif dan efisien dalam hal biaya, perlu dikembangkan sistem yang sesuai kebutuhan.

Telah dikembangkan aplikasi kontrol dan monitor gedung secara *wireless*, yaitu Friendly ARM Mini2440 yang merupakan *single-board computer* dengan prosesor Samsung S3C2440A 400MHz (TIMEX, Stenley, 2012). Seperti sebuah komputer, perangkat ini sudah terintegrasi dengan sistem operasi linux 2.6.29 dan telah memiliki *Graphic User Interface (GUI)* beserta *LCD touch screen* yang memudahkan pengguna dalam menggunakan perangkat tersebut. Sebuah modul ZigBee dipasangkan pada sebuah perangkat Friendly ARM Mini2440 agar dapat terhubung dengan seluruh kontroler di setiap ruangan sehingga pengelola gedung dapat mengawasi dan mengontrol berbagai perangkat yang terpasang di dalam gedung dari secara *wireless*.

### 2.3. ZigBee

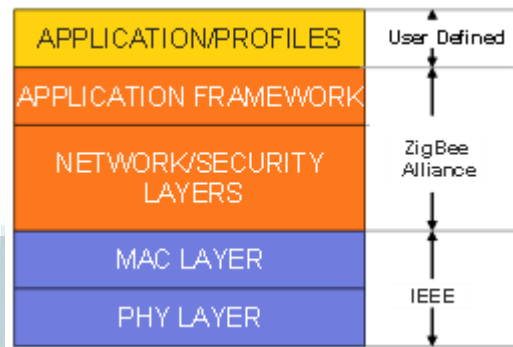
Standar jaringan *wireless* berbasis ZigBee masuk ke dalam bagian yang belum diisi oleh teknologi *wireless* yang lain, seperti terlihat pada gambar 2.1. Sementara teknologi *wireless* lain berlomba-lomba untuk mencapai kecepatan yang lebih tinggi, ZigBee tetap mengarah pada *low data rates*. Mengapa sebuah standar jaringan dikembangkan untuk *low data rates*? Karena tujuan utama ZigBee adalah *wireless monitoring* dan *control* (GISLASON, Drew, 2008).

Dengan menjaga fokus pada bidang ini, ZigBee adalah solusi yang masuk akal dan mempunyai pasar tersendiri.



**Gambar 2.1 Perbandingan teknologi wireless (ZigBee Wireless Networking, 2008)**

ZigBee dan IEEE 802.15.4 adalah protokol standar yang menyediakan infrastruktur jaringan yang dibutuhkan oleh *wireless network*. IEEE 802.15.4 mendefinisikan *physical* dan *MAC layers*, sedangkan ZigBee mendefinisikan *network* dan *application layers* (INC, Daintree Networks, 2010). Cakupan area antara IEEE *standard*, ZigBee *alliance*, dan *application* ditunjukkan oleh gambar 2.2.



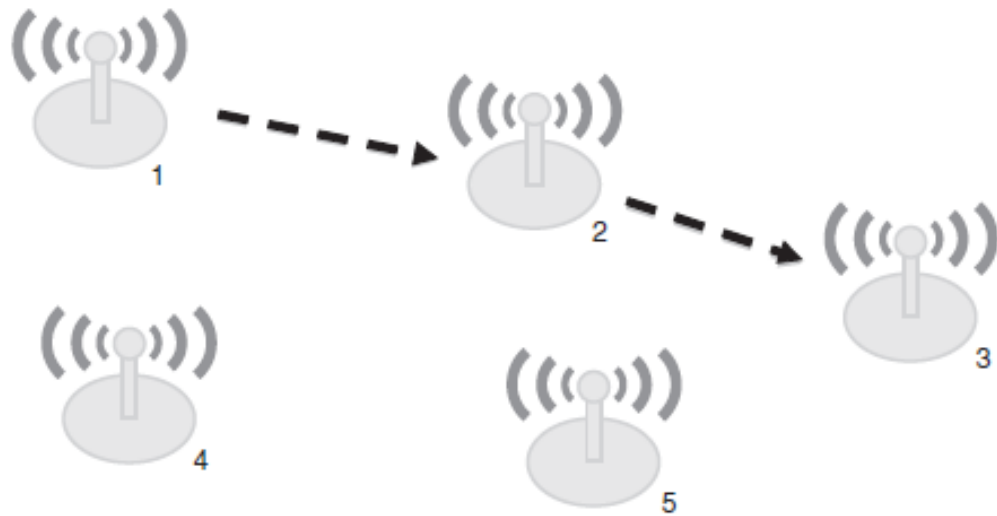
**Gambar 2.2 IEEE and ZigBee area (ZigBee Wireless Networking, 2008)**

ZigBee menggunakan CSMA-CA (*Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance*) untuk meningkatkan *reliability*. Sebelum transmisi data, ZigBee mendengarkan *channel*. Jika *channel* dalam keadaan *clear*, ZigBee akan mentransmisikan data. Hal ini mencegah terjadinya tabrakan data yang menyebabkan rusak atau hilangnya data.

ZigBee juga menggunakan 16-bit CRC (*Cyclic Redundancy Check*), yang disebut FCS (*Frame Checksum*). Ini menjamin kebenaran data yang dikirim.

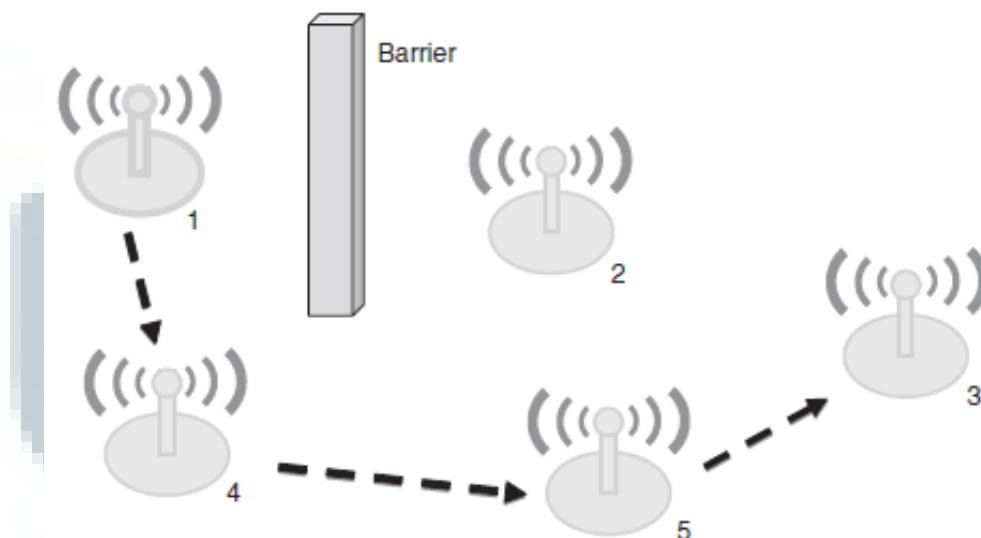
Hal lain yang dimiliki ZigBee untuk meningkatkan *reliability* adalah *mesh networking*. *Mesh networking* sangat penting bagi kemampuan *wireless network* untuk menambah jarak jangkauan melalui *multi-hop* dan melakukan *re-routing* otomatis.

Dengan *mesh networking*, sebuah *node* dapat mencapai *node* lain yang tidak dapat dijangkau langsung selama ada *node* lain diantara keduanya yang meneruskan pesan, seperti yang terlihat pada gambar 2.3. *Node* 1 ingin berkomunikasi dengan *node* 3, namun berada di luar jangkauan. ZigBee secara otomatis mencari jalur terbaik dan mengirim informasi ke *node* 2 yang meneruskannya ke *node* 3.



**Gambar 2.3 ZigBee mesh networking (ZigBee Wireless Networking, 2008)**

Bahkan jika sesuatu terjadi pada rute ini, misalnya *node 2* hilang atau rusak, atau jika ada penghalang yang muncul diantara *node 1* dan *node 2*, ZigBee tidak terganggu selama masih ada *node* lain dalam jangkauannya. Secara otomatis, ZigBee akan mendeteksi kegagalan rute dan mencari rute penggantinya seperti ditunjukkan oleh gambar 2.4.



**Gambar 2.4 ZigBee mesh re-routing (ZigBee wireless networking, 2008)**

Dengan segala keunggulannya, teknologi ZigBee mempunyai karakteristik sebagai berikut: *low cost, secure, reliable and self healing, low power consumption, low rate, easy and inexpensive to deploy, flexible coverage, global with user of unlicensed radio bands, integrated intelligence for network set-up and message routing.*

Ada tiga jenis fungsi yang dimiliki perangkat ZigBee dalam jaringan, yaitu *coordinator, router* dan *end devices*. (ELAHI, A. and Gschender, A., 2010)

❖ *Coordinator*

*Coordinator* adalah *device* yang menyimpan semua informasi mengenai jaringan. Setiap jaringan hanya dapat memiliki satu *coordinator*. *Coordinator* mempunyai tugas sebagai berikut:

- Memilih *channel* yang akan digunakan oleh jaringan
- Memulai jaringan
- Memberikan alamat pada *nodes* atau *routers*
- Menentukan *devices* lain untuk bergabung atau meninggalkan jaringan
- Mengirim paket data

❖ *Router*

*Router* menambah jangkauan sebuah jaringan, secara dinamis menentukan rute terbaik ke alamat tujuan. Fungsi *router* seperti *coordinator*, hanya saja *router* tidak memulai suatu jaringan.

❖ *End devices*

*Device* yang hanya dapat menerima dan mengirim pesan, namun tidak dapat melakukan operasi *routing*. *End device* harus terhubung ke *coordinator* atau ke *router*.

Setiap node ZigBee memiliki 64-bit EUI (*Extended Unique Identifier*) yang ditetapkan oleh IEEE dan biasa disebut sebagai *extended address*



(TELEGESIS (UK) LIMITED, 2013). Alamat ini unik, jadi tidak ada 2 ZigBee yang memiliki EUI yang sama. Setelah sebuah ZigBee bergabung dengan PAN (*Personal Area Network*) maka ZigBee tersebut akan memperoleh alamat 16-bit yang disebut sebagai *short address (network address)*. Sebuah node ZigBee dapat memperoleh *short address* yang berbeda setiap kali bergabung dalam sebuah PAN, namun tidak ada dua ZigBee yang memiliki *short address* yang sama dalam jaringan PAN tersebut.

UMN